

POLITECNICO DI TORINO

DIPARTIMENTO ENERGIA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN
INGEGNERIA ENERGETICA E NUCLEARE

Tesi di Laurea Magistrale

**Nuove modalità di richiesta dei Titoli di Efficienza
Energetica: comparazione con la normativa esistente,
presentazione di casi studio**



Relatore: Prof. Alberto Poggio

Co-relatore: Ing. Giulio Cerino Abdin

Co-relatore: Dott. Francesco Fileti

Candidato
Alberto Gaeta

Anno Accademico 2017-18

Indice

Sommario	1
1. INTRODUZIONE	2
2. IL MECCANISMO DEI CERTIFICATI BIANCHI	4
2.1 Panorama energetico mondiale	4
2.1.1 Riscaldamento globale	4
2.1.2 Accordi internazionali per la lotta al cambiamento climatico	5
2.2 Fonti rinnovabili ed efficienza energetica: obiettivo 20-20-20 e sviluppi futuri.....	6
2.3 Certificati bianchi: un meccanismo Europeo	13
3. NORMATIVA ESISTENTE.....	17
3.1 Certificati bianchi in Italia.....	17
3.2 Caratteristiche normative	20
3.1.1 Metodi di valutazione standardizzata (RVC-S).....	33
3.1.2 Metodi di valutazione analitica (RVC-A)	37
3.1.3 Metodi di valutazione a consuntivo.....	38
3.2 Procedura di ottenimento dei certificati bianchi.....	41
3.3 Risultati dei TEE nel periodo 2013-2016.....	46
4. NUOVA NORMATIVA (DM 11/01/17).....	53
4.1 Caratteristiche generali.....	53
4.2 Metodo standardizzato	63
4.3 Metodo a consuntivo	67
4.3.1 Comparazione tra normativa esistente e nuova normativa.....	70
4.4 Risultati TEE 2017-2018.....	71
4.5 Mercato dei TEE: analisi economica.....	74
5. EFFICIENZA ENERGETICA: COGENERAZIONE AD ALTO RENDIMENTO ED ALTRE FORME DI INCENTIVAZIONE	82
5.1 Efficienza energetica in Italia.....	82
5.2 Cogenerazione ad Alto Rendimento (CAR).....	83
5.2.1 Accesso al regime di CAR	86
5.2.2 Calcolo degli incentivi per sistemi che hanno ottenuto il riconoscimento CAR.....	92
5.2.3 Presentazione delle richieste al GSE	93
5.2.4 Risultati della CAR	94
5.3 Il conto termico	95
5.3.1 Risultati del Conto Termico	97
5.4 Programma PREPAC	99
5.5 Detrazioni fiscali	99
5.6 Confronto tra i meccanismi di incentivazione dell'efficienza energetica	101

6. PRESENTAZIONE DEI CASI STUDIO: RICHIESTE AL GSE PER L'OTTENIMENTO DEI TITOLI.....	102
6.1 Impresa A: presentazione di RVC-A.....	102
6.1.1 Misure sperimentali e calcolo dei risparmi	105
6.1.2 Date di riferimento per il GSE.....	111
6.1.3 Valutazione economica dell'intervento	112
6.2 Impresa B: presentazione di Progetto a Consuntivo (PC)	119
6.2.1 Caratteristiche generali e risultati attesi	120
6.2.2 Analisi dei consumi secondo i dati di targa.....	123
6.2.3 Algoritmo di calcolo dei risparmi a consuntivo	127
6.2.4 Valutazione economica dell'intervento	133
6.3 Impresa C: presentazione di PPPM.....	138
6.3.1 Programma di misura	139
6.3.2 Strumentazione di misura	143
6.3.3 Valutazione economica dell'intervento	143
7. CONCLUSIONE.....	148
Allegato I: Impianto di monitoraggio inverter – Progetto di posizionamento strumenti di misura linea 11 e 22	150
Allegato II: Scheda tecnica plafoniera LED – GEWISS GWS3258T SMART [3].....	151
Allegato III: Scheda tecnica proiettore LED – GEWISS GWS4054T SMART [4] 2.0	153
Bibliografia.....	155
Ringraziamenti	159

Indice delle abbreviazioni

ACEEE: American Council for an Energy Efficient Economy

AEEGSI: Autorità per l'Energia Elettrica il Gas e il Sistema Idrico

ARERA: Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente

CAR: Cogenerazione ad Alto Rendimento

CIL: Consumo Interno Lordo di energia

CB: Certificati Bianchi

D. Lgs: Decreto Legislativo

DCF: Discounted Cash Flow

DM: Decreto Ministeriale

EBITDA: Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization

EC: European Council

EGE: Esperto in Gestione dell'Energia

EM: Energy Manager

EMRP: Equity Market Risk Premium

ENEA: Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

ESCO: Energy Service Company

FCF: Free Cash Flow

FIRE: Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia

GME: Gestore dei Mercati Energetici

GSE: Gestore dei Servizi Energetici

GWP: Global Warming Potential

IE: Intensità Energetica

IRS: Interest Rate Swap

MATTM: Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare

MSE: Ministero dello Sviluppo Economico

PC: Progetto a Consuntivo

PIL: Prodotto Interno Lordo

Ppm: Parti per milione

PS: Progetto Standardizzato

PPPM: Proposta di Progetto e Programma di Misura

RNA: Risparmio Netto Anticipato

RNC: Risparmio Netto Contestuale

RNI: Risparmio Netto Integrale

RSE: Ricerca sul Sistema Energetico

RVC: Richiesta di Verifica e Certificazione dei Risparmi

RVP: Richiesta di Verifica Preliminare di conformità

SEN: Strategia Energetica Nazionale

SSE: Società di Servizi Energetici

TEE: Titoli di Efficienza Energetica

Tep: Tonnellate Equivalenti di Petrolio

UE: Unione Europea

WACC: Weighted Average Cost of Capital

Sommario

Il lavoro di tesi svolto ha come obiettivo un'indagine delle modalità di incentivazione per le opere di efficientamento energetico, con una particolare attenzione rivolta ai Titoli di Efficienza Energetica (TEE), ovvero i certificati bianchi. La presentazione degli obiettivi di risparmio energetico a livello nazionale ed europeo permette di definire il ruolo dei titoli nel raggiungimento degli stessi obiettivi, e l'importanza strategica che rivestiranno nei prossimi anni. L'analisi delle incentivazioni per l'efficienza energetica negli altri stati europei consente inoltre di valutare le peculiarità del sistema italiano, che si trova in una situazione di continua evoluzione.

La nuova normativa pubblicata nel 2017 ha infatti prodotto numerosi cambiamenti rispetto al passato, richiedendo un adeguamento di tutti i soggetti interessati al mondo dei certificati bianchi. In questo studio viene realizzata una comparazione tra le nuove caratteristiche normative e quelle esistenti, evidenziando come, a fronte di alcune semplificazioni e riduzioni delle soglie minime per l'accettazione delle richieste, l'iter burocratico necessario per l'ottenimento dei titoli diventi sempre più complesso. Inoltre, viene eseguita un'analisi dei trend di richiesta dei titoli, che influiscono sul prezzo degli stessi, con valori estremamente elevati registrati nel 2018. Il confronto con le altre tipologie di incentivazione presenti in Italia rende quindi possibile una valutazione più oggettiva dei punti di forza e delle debolezze del meccanismo dei certificati bianchi.

La descrizione dei casi studio affrontati in azienda consente di comprendere al meglio tutti gli aspetti che devono essere affrontati in fase di richiesta dei titoli, dalla definizione delle modalità di calcolo dei risparmi energetici ai documenti da presentare, fino alle scadenze da rispettare. In particolare, sono stati studiati tre casi in ambito industriale, il primo nell'ambito di installazione di inverter in sostituzione di serrande di regolazione, il secondo riguardante una tecnologia in rapida diffusione come i LED, ed il terzo relativo alla modernizzazione di un forno ad induzione. Tutti gli interventi, ed i primi due in modo particolarmente accentuato, consentono di ottenere valori di risparmio energetico al di sopra dei requisiti minimi richiesti dalla normativa.

1. INTRODUZIONE

Una delle tematiche più importanti e delle sfide fondamentali del nuovo millennio è rappresentata dalla lotta al cambiamento climatico ed al riscaldamento globale, attraverso azioni e politiche incentivanti necessarie per raggiungere tale obiettivo.

È infatti ormai appurato che l'uomo, in seguito ai processi di cambiamento iniziati con la rivoluzione industriale ed alla conseguente forte urbanizzazione, eserciti un'influenza sempre maggiore sul clima, che si manifesta attraverso un'incidenza crescente dell'effetto serra, e quindi un costante aumento della temperatura media globale.

Un contributo importante a questi cambiamenti è fornito da tutte quelle attività che comportano la produzione o il consumo di energia: negli ultimi anni si è infatti verificato un costante incremento nel fabbisogno energetico mondiale, con un impatto sull'ecosistema via via sempre più importante.

Proprio per rispondere alle problematiche presentate dall'inquinamento e dal riscaldamento globale, le associazioni internazionali ed in particolare l'Unione Europea (UE) hanno messo in atto delle misure di prevenzione, con l'obiettivo di ridurre sensibilmente le emissioni nei prossimi anni rispetto ai picchi massimi raggiunti negli anni '90 del secolo scorso.

Una di queste misure è appunto rappresentata dalle opere e dai progetti di efficientamento energetico, sistema nel quale si inserisce il meccanismo dei certificati bianchi, che si propone di favorire la crescita di questo percorso attraverso opere di incentivazione e contribuzione economica.

Il percorso di stage presso l'azienda Energon Trade S.r.l, facente parte della società Energon Esco, che opera con diverse attività e progetti nel Centro-Nord dell'Italia, si è appunto focalizzato sullo studio e sull'analisi degli aspetti energetici, economici e giuridici riguardanti la presentazione di progetti per l'ottenimento dei certificati bianchi.

Il presente documento di tesi ripercorre tale studio: dopo una presentazione generale sul panorama energetico italiano ed europeo, vengono discussi innanzitutto gli aspetti riguardanti la normativa esistente sui certificati bianchi; successivamente vengono analizzati i cambiamenti apportati con l'introduzione della nuova normativa, entrata in vigore nel 2017 con l'obiettivo di una semplificazione generale delle procedure e di uno snellimento delle pratiche. È inoltre analizzato globalmente il sistema di incentivazione dell'efficienza

energetica in Italia, a partire dalla Cogenerazione ad Alto Rendimento (CAR), collegata al meccanismo dei certificati bianchi, per arrivare ad altre metodologie come il Conto Termico e le detrazioni fiscali.

Infine, sono descritti dei progetti reali analizzati nell'ambito dell'attività professionale svolta presso Energon Trade per l'ottenimento dei certificati bianchi, aspetto che ha consentito una visione sicuramente più pratica e diretta, oltre che ingegneristica, del mondo dei titoli di efficienza energetica.

2. IL MECCANISMO DEI CERTIFICATI BIANCHI

2.1 Panorama energetico mondiale

2.1.1 Riscaldamento globale

L'obiettivo di riduzione delle emissioni, che ha comportato la creazione di specifiche leggi italiane ed europee, ha delle basi scientifiche: nell'atmosfera terrestre si trovano infatti dei gas che sono trasparenti alla radiazione solare in arrivo sul nostro pianeta (con lunghezze d'onda nel campo del visibile), ma sono al tempo stesso opachi verso la radiazione infrarossa riemessa dalla terra, dall'atmosfera e dalle nuvole, che viene quindi in larga parte bloccata, provocando un aumento della temperatura media ed il conseguente effetto serra.

Tra questi gas, noti pertanto come gas serra o gas climalteranti, vanno annoverati l'anidride carbonica (CO_2), il vapore d'acqua (H_2O), il metano (CH_4), gli ossidi di azoto (NO_x), l'esafluoruro di zolfo (SF_6), insieme a molti altri composti che hanno un contributo globale minore. Esistono anche gas di origine esclusivamente antropica, come i clorofluorocarburi.

I processi energetici sono responsabili dell'emissione di una grande quantità di questi gas, in particolare della CO_2 , che viene pertanto considerata come riferimento per la valutazione del contributo all'effetto serra: essa è infatti responsabile, da sola, di circa il 63% del riscaldamento globale causato dall'uomo [1].

Gli altri gas vengono invece rapportati ad essa attraverso opportuni fattori di correlazione (indice GWP: *Global Warming Potential*), che determinano quanti kg di CO_2 siano necessari per produrre lo stesso effetto di 1 kg di quella determinata sostanza.

Ad esempio, il CH_4 ha un GWP di 21: questo significa che 1 kg di CH_4 produce lo stesso contributo, in termini di effetto serra, di 21 kg di CO_2 ; bisogna però ricordare che il CH_4 viene emesso in quantità notevolmente inferiori rispetto alla CO_2 stessa.

Nell'ultimo secolo, in seguito al forte sviluppo tecnologico ed al raggiungimento, soprattutto nei paesi industrializzati, di un livello di benessere generale elevato, si è verificato un incremento esponenziale nel consumo di energia, come mostrato dal grafico seguente:

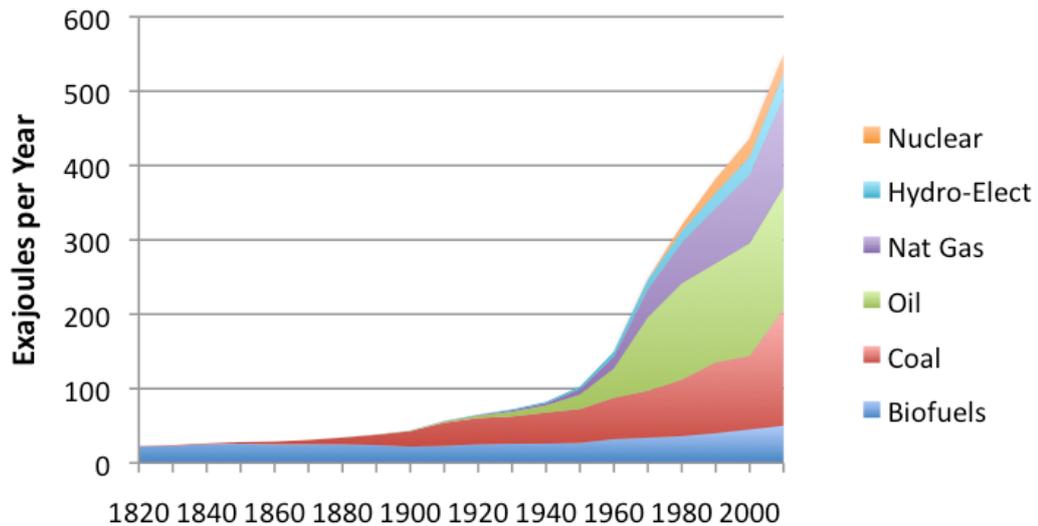


Figura 2.1 - Andamento del consumo mondiale di energia negli ultimi due secoli [2]

L'incremento dei consumi ha però comportato parallelamente un forte aumento della concentrazione nell'atmosfera di gas serra, in particolare della CO₂, che ha recentemente superato la soglia di 400 ppm (parti per milione) ed ha raggiunto valori del 40% superiori rispetto al periodo pre-industriale:

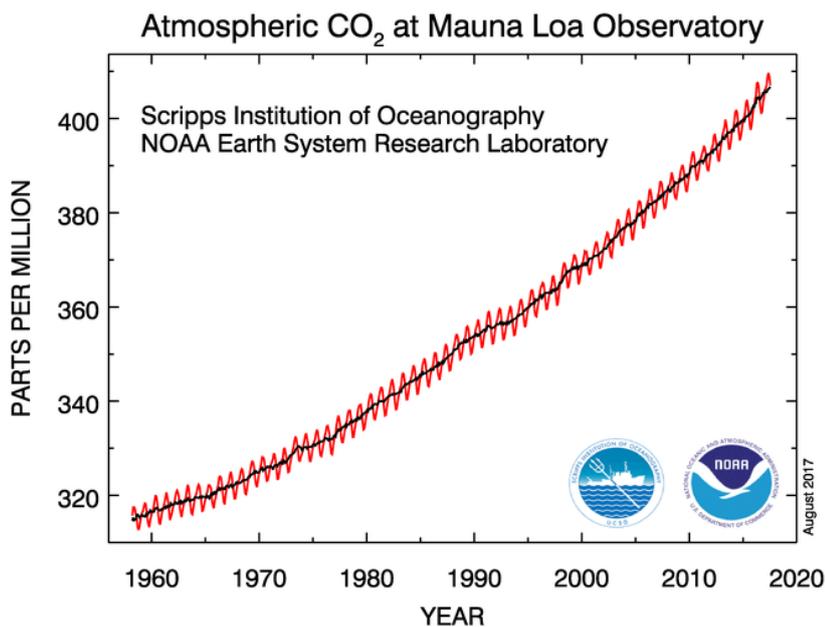


Figura 2.2 - Andamento della concentrazione di CO₂ negli ultimi 60 anni [3]

I dati più recenti risalenti a Marzo 2018 mostrano valori record superiori ai 410 ppm.

2.1.2 Accordi internazionali per la lotta al cambiamento climatico

Questi andamenti hanno pertanto reso necessaria la presa di coscienza dell'esistenza di un problema ambientale ed energetico e la conseguente adozione di politiche e misure con l'obiettivo di invertire il trend. Una pietra miliare nello sviluppo di questi processi è

sicuramente rappresentata dal protocollo di Kyoto: firmato nel 1997 ma entrato in vigore ufficialmente nel 2005 (al raggiungimento delle soglie minime di attivazione), prevedeva una riduzione delle emissioni di gas serra (tra i quali ovviamente la CO₂) di almeno l'8,65% rispetto ai livelli del 1985, nel periodo 2008-2012.

Un altro passo fondamentale è stato inoltre l'accordo di Parigi sul clima del 2015, che si propone di coinvolgere quasi tutte le nazioni del mondo nella lotta al cambiamento climatico, per contenere entro un limite massimo di 2°C l'aumento della temperatura rispetto ad i livelli pre-industriali e, se possibile, di abbassare questa soglia ad 1,5°C [4]. L'obiettivo è dunque quello di raggiungere nel più breve tempo possibile il picco di emissioni e successivamente di realizzare un forte percorso di riduzione delle stesse. L'accordo è entrato in vigore il 4 Novembre 2016, ovvero un mese dopo la data in cui è stato ratificato da almeno il 55% dei paesi firmatari, rappresentanti almeno il 55% delle emissioni globali. Infatti, l'accordo ha raggiunto, forse per la prima volta dall'inizio degli incontri sulla tematica del riscaldamento globale, una vera e propria condivisione internazionale: è stato infatti firmato da tutti i paesi del mondo (recentemente hanno aderito anche Nicaragua e Siria), ad eccezione degli Stati Uniti, che tuttavia rappresentano una quota molto importante delle emissioni a livello globale. Inoltre, all'ultima rilevazione disponibile, 175 stati hanno già ratificato l'accordo [5]. In termini pratici, l'intento è di realizzare degli investimenti economici massicci (circa 100 miliardi di dollari all'anno fino al 2025 da parte dei paesi sviluppati), per promuovere le fonti rinnovabili e l'efficienza energetica. In questo senso, risulta fondamentale l'aiuto che i paesi più tecnologicamente avanzati dovranno fornire ai paesi in via di sviluppo, per permettere loro di raggiungere un livello tecnico sufficiente, attraverso la condivisione di tecnologie e l'erogazione di fondi appositi. Pertanto, nonostante sia stato fissato un obiettivo medio globale, ciascun paese dovrà poi sviluppare e seguire determinate politiche di incentivazione, adeguate agli obiettivi effettivamente raggiungibili.

2.2 Fonti rinnovabili ed efficienza energetica: obiettivo 20-20-20 e sviluppi futuri

A livello continentale invece, l'Unione Europea, per il periodo successivo alla fine del Protocollo di Kyoto, ha realizzato una strategia energetica chiamata Pacchetto Clima 20-20-20, entrata in vigore nel giugno 2009 e valida dal gennaio 2013 fino al 2020. Il pacchetto prevede, in linea con le questioni di lotta al cambiamento climatico ed al surriscaldamento globale precedentemente esposte, 3 obiettivi fondamentali:

- Ridurre le emissioni di gas ad effetto serra del 20% rispetto al 1990;

- Soddisfare il 20% del fabbisogno energetico europeo attraverso le energie rinnovabili;
- Ridurre i consumi energetici del 20% aumentando l'efficienza energetica



Figura 2.3 - Obiettivi del pacchetto 20-20-20 [6]

Inoltre, sempre in relazione al 2020, l'UE pone l'obiettivo di una copertura del 10% del fabbisogno energetico del settore trasporti attraverso fonti rinnovabili, attualmente costituite soprattutto da biocarburanti. Rispetto ai vari accordi internazionali, il pacchetto 20-20-20, derivando da una direttiva UE, ha un valore giuridico più importante, e rende inoltre più semplice il controllo del raggiungimento degli obiettivi. Esistono infatti sei strumenti legislativi per l'attuazione di questo pacchetto:

- 1) Direttiva Fonti Energetiche Rinnovabili (Direttiva 2009/28/EC);
- 2) Direttiva *Emission Trading* (Direttiva 2009/29/EC);
- 3) Direttiva sulla qualità dei carburanti (Direttiva 2009/30/EC);
- 4) Direttiva *Carbon Capture and Storage- CCS* (Direttiva 2009/31/EC);
- 5) Decisione *Effort Sharing* (Decisione 2009/406/EC);
- 6) Regolamento CO₂ Auto (Regolamento 2009/443/EC modificato dal Reg. 333/2014).

È importante sottolineare come la quota del 20% sia un obiettivo da raggiungere a livello europeo, come media delle prestazioni di miglioramento di ogni singolo stato, pertanto da nazione a nazione i valori numerici possono cambiare fortemente: questo adeguamento è stato realizzato per tener conto dei differenti livelli di partenza in termini di percentuali di energia rinnovabile ed efficienza energetica. Ad esempio gli stati con efficienza energetica già molto elevata non possono apportare enormi miglioramenti e di conseguenza la quota di riduzione dei consumi è per essi inferiore. In relazione alla produzione da fonti rinnovabili inoltre, gli obiettivi possono variare su una scala ancor più grande, passando da un valore finale auspicato del 10% per Malta a ben il 67,5% per la Norvegia. La situazione stato per stato, in termini di quota percentuale fornita da rinnovabili sul consumo totale di energia, è riassunta nella seguente tabella, in cui le colonne indicano i progressi annuali raggiunti e l'obiettivo finale al 2020:

Tabella 2.1 - Percentuali di produzione da energia rinnovabile stato per stato: progressi ed obiettivi [7]

Stato	2004	2012	2013	2014	2015	Obiettivo 2020
UE	8,5	14,4	15,2	16,1	16,7	20
Belgio	1,9	7,2	7,5	8,0	7,9	13
Bulgaria	9,4	16,0	19,0	18,0	18,2	16
Repubblica Ceca	6,8	12,8	13,8	15,1	15,1	13
Danimarca	14,9	25,7	27,4	29,3	30,8	30
Germania	5,8	12,1	12,4	13,8	14,6	18
Estonia	18,4	25,8	25,6	26,3	28,6	25
Irlanda	2,4	7,2	7,7	8,7	9,2	16
Grecia	6,9	13,5	15,0	15,3	15,4	18
Spagna	8,3	14,3	15,3	16,1	16,2	20
Francia	9,4	13,4	14,1	14,7	15,2	23
Croazia	23,5	26,8	28,0	27,9	29,0	20
Italia	6,3	15,4	16,7	17,1	17,5	17
Cipro	3,1	6,8	8,1	8,9	9,4	13
Lettonia	32,8	35,7	37,1	38,7	37,6	40
Lituania	17,2	21,4	22,7	23,6	25,8	23
Lussemburgo	0,9	3,1	3,5	4,5	5,0	11
Ungheria	4,4	15,5	16,2	14,6	14,5	13
Malta	0,1	2,8	3,7	4,7	5,0	10
Paesi Bassi	2,1	4,7	4,8	5,5	5,8	14
Austria	22,6	31,4	32,3	32,8	33,0	34
Polonia	6,9	10,9	11,4	11,5	11,8	15
Portogallo	19,2	24,6	25,7	27,0	28,0	31
Romania	16,3	22,8	23,9	24,8	24,8	24
Slovenia	16,1	20,8	22,4	21,5	22,0	25
Slovacchia	6,4	10,4	10,1	11,7	12,9	14
Finlandia	29,2	34,4	36,7	38,7	39,3	38
Svezia	38,7	51,1	52,0	52,5	53,9	49
Regno Unito	1,1	4,6	5,7	7,1	8,2	15

La tabella mostra che, al 2015, 11 stati dell'Unione Europea, tra cui l'Italia, avevano già raggiunto gli obiettivi fissati per il 2020, con performance molto importanti come quelle della Croazia, con una quota superiore del 9% rispetto a quanto previsto. Al tempo stesso, altri stati erano ancora lontani dal conseguimento degli obiettivi: ad esempio due giganti industriali come la Francia e la Gran Bretagna erano indietro rispettivamente dell'8% e del 7% rispetto al valore per loro fissato. Risultati più recenti mostrano che nel 2016 la quota media di produzione da fonti rinnovabili ha raggiunto il 17%, avvicinandosi ancor di più alla soglia minima del 20%. Le misure adottate negli ultimi anni hanno in effetti prodotto risultati concreti sul piano ambientale: si è infatti verificata una forte riduzione delle emissioni dei gas ad effetto serra, con un valore nel 2015 inferiore del 22% rispetto a quanto fatto registrare nel 1990, superando già la quota di riduzione fissata per il 2020:

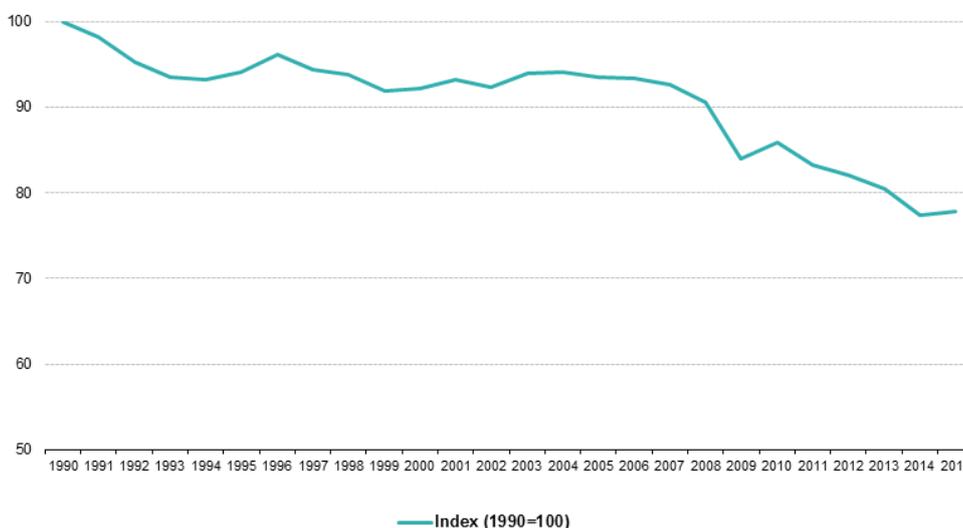


Figura 2.4 - Andamento delle emissioni negli ultimi 25 anni con riferimento al 1990 [8]

In seguito l'Unione Europea ha sviluppato un nuovo e più ambizioso programma, il “Quadro per il clima e l'energia 2030”, che riprende il percorso iniziato con il Pacchetto 20-20-20 innalzandone gli obiettivi. Prevede infatti, sulla base degli stessi livelli di confronto adottati nel programma 20-20-20:

- Una riduzione minima del 40% delle emissioni di gas a effetto serra;
- Una quota minima del 27% di energia rinnovabile sul consumo totale di energia;
- Un miglioramento minimo del 27% dell'efficienza energetica

In sintesi, ciò che si evince dall'analisi degli accordi internazionali ed europei sul clima e sulle strategie energetiche, è un forte interesse, oltre che per gli investimenti nell'ambito delle fonti rinnovabili, anche per il miglioramento dell'efficienza energetica dei singoli stati.

L'efficienza energetica consente infatti di raggiungere tutti gli obiettivi di strategia energetica precedentemente enunciati, in quanto comporta:

- Riduzione dei consumi energetici, con conseguente diminuzione dei costi legati all'energia ed incremento della quota di energia rinnovabile;
- Riduzione dell'impatto ambientale, grazie alla diminuzione delle emissioni di CO₂ e di altre sostanze nocive;
- Miglioramento della sicurezza di approvvigionamento e riduzione della dipendenza energetica da paesi esteri.

Questo discorso assume un'importanza fondamentale proprio per gli stati come l'Italia che hanno una disponibilità molto bassa di materie prime per la produzione di energia e sono costretti ad una forte importazione: ad esempio, nel 2010, il nostro paese dipendeva per l'84% del suo fabbisogno energetico dalle importazioni. Come indicato infatti nella Strategia Energetica Nazionale (SEN) 2013/2014, è proprio puntando sull'efficienza energetica che l'Italia potrà raggiungere gli obiettivi nazionali per il piano 20-20-20, compensando il probabile aumento della richiesta di energia nei prossimi anni.

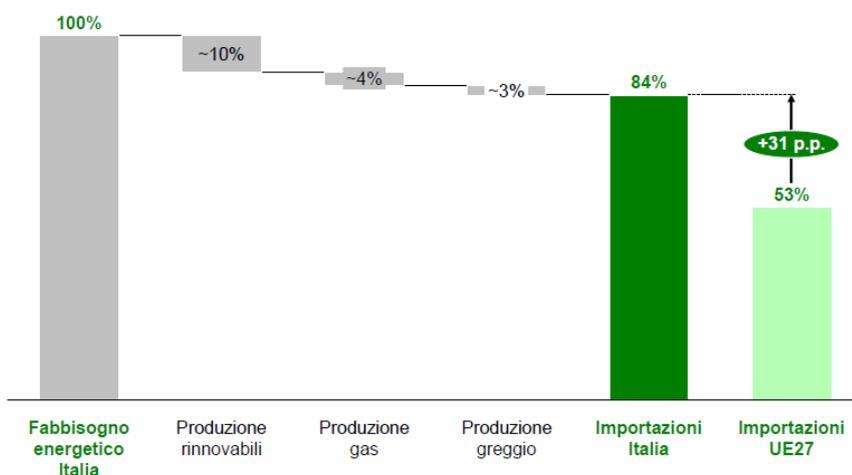


Figura 2.5 - Fabbisogno energetico italiano: ripartizione delle diverse fonti [9]

Gli scenari mostrano inoltre che la riduzione delle importazioni rappresenterebbe un enorme vantaggio anche da un punto di vista economico, permettendo con gli opportuni investimenti di risparmiare fino a 14 miliardi di euro.

In questo senso l'efficienza energetica giocherebbe un ruolo fondamentale, in quanto un suo miglioramento omogeneo sul territorio nazionale permetterebbe una forte riduzione dei consumi e quindi del bisogno di importazioni. Lo stesso risultato, anche se in percentuali minori, si otterrebbe attraverso un aumento della produzione da fonti rinnovabili e della produzione di idrocarburi:

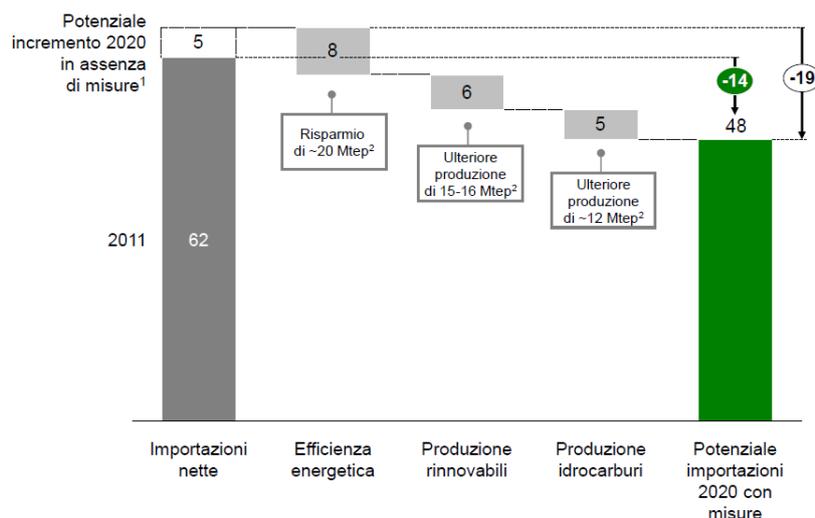


Figura 2.6 - Risparmi ottenibili attraverso investimenti nel settore energetico [9]

Recentemente è stato pubblicato con il Decreto Ministeriale (DM) 10 novembre 2017 il piano decennale del Governo italiano per la gestione del sistema energetico del nostro paese, altresì noto come Strategia Energetica Nazionale 2017: i dati presentati mostrano come in effetti l'Italia abbia ottenuto risultati importanti negli ultimi anni:

Dipendenza energetica dei Paesi UE nel 2015 (quota% import)

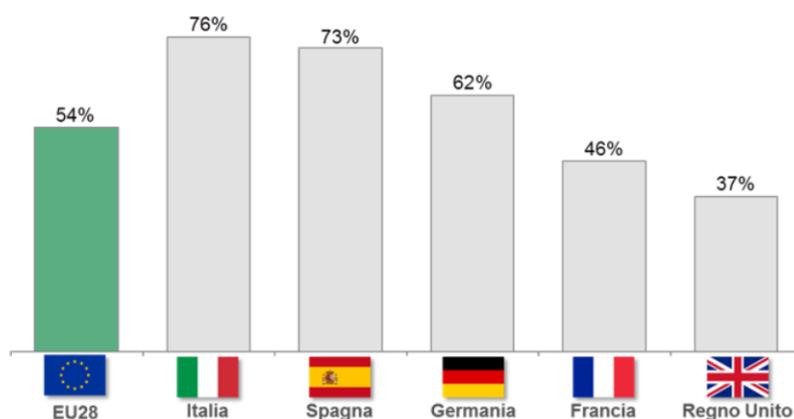


Figura 2.7 - Dipendenza energetica dei principali paesi UE [10]

Rispetto al 2010 infatti, la quota di dipendenza energetica si è ridotta dall'84% al 76%, comportando quindi una diminuzione dell'8% in soli 5 anni. Tuttavia la differenza rispetto alla media europea del 54% risulta ancora estremamente evidente, richiedendo dunque ulteriori investimenti con il fine di ridurre le importazioni. In questo senso sono stati fissati alcuni macro-obiettivi fondamentali, anche a lunghissimo termine:

- Produzione da fonti rinnovabili: quota del 28% sui consumi totali al 2030 (di cui 55% per i consumi di energia elettrica, 30% per i consumi di energia termica e 21% per il settore dei trasporti);

- Efficienza energetica: riduzione dei consumi finali di energia da 118 a 108 Mtep entro il 2030;
- Eliminazione del carbone tra le fonti di produzione di energia entro il 2030, e se possibile, tentare di accelerare il processo di decarbonizzazione e raggiungere l'obiettivo entro il 2025;
- Ulteriore riduzione della dipendenza energetica dal 76% del 2015 al 64% del 2030;
- Ulteriore riduzione delle emissioni, ottenendo nel 2050 un valore inferiore del 63% rispetto al 1990.

Ovviamente il raggiungimento di questi obiettivi sarà correlato alla realizzazione di forti investimenti, che arriveranno entro il 2030 complessivamente alla cifra di 175 miliardi, di cui ben 110 per l'efficienza energetica, garantendo la creazione di numerosi posti di lavoro ed una modernizzazione della tecnologia.

È proprio in questo contesto dunque che si inserisce il meccanismo dei certificati bianchi (CB), che si propone di incentivare a livello economico tutti quegli interventi di efficientamento che consentono di raggiungere un livello minimo di risparmio energetico.

In relazione all'efficienza energetica, bisogna considerare che l'Italia vanta già una base di partenza molto solida, essendo uno dei paesi con i valori più alti in Europa. Un parametro adatto per rapportare lo stato di avanzamento dei vari paesi in termini di efficienza energetica, in relazione al loro livello economico, è sicuramente l'intensità energetica, definita come:

$$IE = \frac{CIL}{PIL} \quad (2.1)$$

Dove:

- CIL: Consumo Interno Lordo di energia;
- PIL: Prodotto Interno Lordo

Un alto valore dell'IE significa dunque che è necessario un alto consumo (e quindi un alto costo) per convertire l'energia in PIL: valori più bassi di IE indicano al contrario un'efficienza energetica più elevata.

L'Italia presenta nel 2015 un'intensità energetica di 100 tep/milione di €, molto al di sotto della media UE di 120 tep/milione di € e con uno dei valori minori tra i paesi industrializzati. Questo risultato è stato ottenuto negli anni proprio per compensare l'elevato costo dell'energia derivante dalla quasi totale dipendenza energetica del Paese dalle importazioni. Nella figura seguente si può notare il confronto con le principali economie europee:

Intensità energetica in Europa – 2015 (tep/mlnPIL)

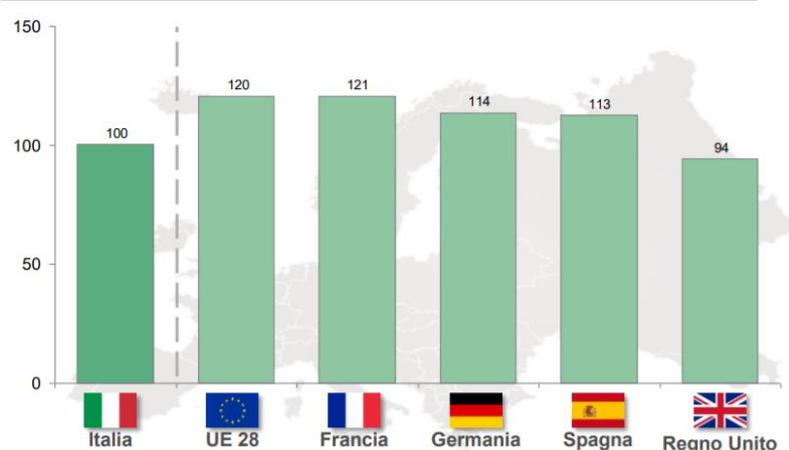


Figura 2.8 - Intensità energetica delle principali economie UE [10]

La proiezione dei dati al 2020 mostra inoltre come, tra i paesi analizzati nel precedente grafico, l'Italia sia il più vicino al raggiungimento degli obiettivi di riduzione dei consumi finali di energia fissati dal Pacchetto 20-20-20, al contrario ad esempio della Francia, che risulta ancora in forte ritardo (-19,1% sugli obiettivi). Tuttavia, questi ottimi risultati di partenza non devono servire da freno alla realizzazione di nuovi investimenti, in quanto esiste ancora un enorme potenziale di risparmio energetico non sfruttato in diversi settori, come ad esempio quello edilizio.

A livello legislativo e politico, esistono diverse possibilità per incentivare la realizzazione di opere di efficienza energetica: detrazioni fiscali, normative, incentivi ed appunto i certificati bianchi.

2.3 Certificati bianchi: un meccanismo Europeo

I certificati bianchi sono titoli di scambio virtuali che certificano quantità reali di risparmio negli usi finali di energia, ottenute attraverso interventi e progetti di efficientamento energetico. I titoli consistono nel riconoscimento di un contributo economico, atto ad incentivare la riduzione dei consumi e l'incremento dell'efficienza.

Il sistema dei certificati bianchi si è sviluppato, oltre che a livello nazionale, anche come misura europea di incentivazione all'efficienza energetica, in particolar modo attraverso la direttiva 2006/32/CE dell'Unione Europea, concernente *“l'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici”*. I paesi europei che, oltre all'Italia, hanno sviluppato questo sistema, sono il Regno Unito, la Francia, la Danimarca, l'Irlanda, il Belgio; altri, come la Polonia, riflettono sulla possibilità di adottarlo.

Sebbene le caratteristiche del meccanismo possano variare anche molto da stato a stato, la struttura di base è comunque sempre la medesima, con l'obiettivo comune di creare un mercato che renda competitivi a livello tecno-economico gli interventi di efficienza energetica. Viene infatti definita su scala nazionale una quota di risparmi energetici annuali da ottenere, il cui conseguimento dipende da una serie di soggetti "obbligati", che devono raggiungere determinati target di risparmio: proprio la definizione di soggetto obbligato è una delle principali differenze tra gli stati. Inoltre, mentre in alcuni stati come la Gran Bretagna i progetti di risparmio sono interamente sostenuti dai soggetti obbligati, in altri casi, come in Italia, gli interventi possono essere sostenuti dalle Società di Servizi Energetici (SSE) o dalle Energy Service Company (ESCO).

Gran Bretagna

In Gran Bretagna il sistema dei certificati bianchi ha sempre avuto il principale obiettivo di ottenere una riduzione delle emissioni di CO₂. Sono stati definiti i soggetti obbligati in un primo momento come tutti i venditori di elettricità e gas con più di 15.000 clienti finali, alzando poi questa soglia a 50.000 [11]. Una caratteristica importante ed esclusiva del sistema inglese è la possibilità di certificare interventi di efficientamento solo presso i consumatori residenziali, ed inoltre il 50% dei risparmi energetici deve essere realizzato presso clienti che ricevono benefici relativi al reddito o al credito fiscale, rispettando il principio della *fuel poverty*. Gli interventi fanno riferimento a diverse fonti energetiche: elettricità, gas naturale, carbone, petrolio e GPL; tuttavia, a differenza del sistema italiano, non prevedono la creazione di un mercato di scambio, creando di fatto un sistema chiuso ad altri soggetti: solo i fornitori di energia possono quindi scambiarsi certificati.

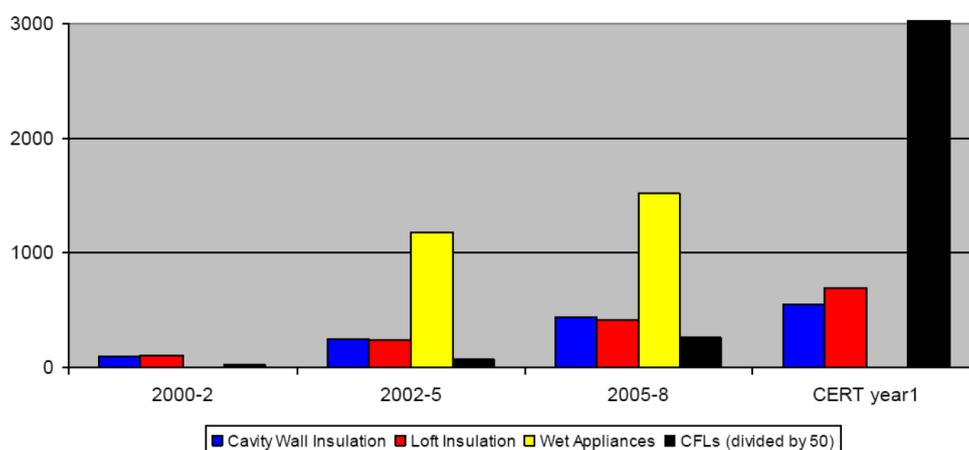


Grafico 2.1- Ripartizione degli interventi di efficientamento in Gran Bretagna [11]

Dall'analisi del grafico e dei dati esistenti, si evince come nei primi anni dopo l'avvio del meccanismo i principali interventi nell'ottica dei certificati bianchi in Gran Bretagna, abbiano riguardato le misure di isolamento termico, ed in quantità minore l'installazione di lampade fluorescenti compatte (CFLs) e di elettrodomestici e caldaie efficienti. In generale, la netta prevalenza degli interventi di isolamento è dovuta al fatto che questa tipologia di intervento consente di ottenere dei risultati con un lungo ciclo di vita.

Francia

Il sistema dei certificati bianchi in Francia è invece più simile a quello italiano: esso prevede degli obblighi per soggetti operanti in diversi settori, come i venditori di elettricità, gas, gasolio, riscaldamento e condizionamento ad uso domestico.

A causa della particolare struttura del mercato energetico francese, la maggior parte degli obblighi è assegnata a due sole grandi imprese, *EDF* e *Gaz de France*; altre imprese obbligate minori sono *Poweo*, *Altergaz* o *Direct Énergie* [12]. Tuttavia possono accedere al meccanismo anche enti ed imprese privati che vogliano ottenere risparmi energetici con interventi sui loro stessi beni. A livello nazionale, l'obiettivo è quello di ridurre l'intensità energetica del paese, attraverso un programma molto ambizioso, che si propone di ottenere dei risparmi superiori a quelli previsti dal programma italiano, nonostante un costo dell'energia più basso. Infatti la presenza in Francia di un numero elevato di centrali nucleari (la produzione da energia nucleare rappresenta oltre il 70% del mix energetico totale) consente sia di abbassare notevolmente il costo dell'energia, che di ridurre le emissioni totali di CO₂ rispetto ad altri paesi che si affidano ancora alle fonti tradizionali di produzione. Questa condizione di vantaggio tuttavia non aveva spinto la Francia, nei decenni precedenti, a realizzare forti investimenti nell'efficienza energetica. Inoltre, come mostrato dai grafici nella sezione 2.2, anche i risultati più recenti pongono la Francia ancora lontana dagli obiettivi prefissati di efficientamento.

Ad ogni modo, il sistema francese è molto flessibile e varia ogni anno in funzione degli attori che entrano o escono dal mercato; in particolare i soggetti obbligati possono rispettare i propri obblighi o incentivando i loro clienti finali a realizzare interventi di efficienza energetica, oppure acquistando i certificati bianchi sul mercato. Proprio la possibilità di scambiare i certificati su un mercato organizzato è una delle principali similitudini tra il sistema italiano e quello francese. La ripartizione degli obblighi tra i diversi settori è riassunta dal seguente grafico:

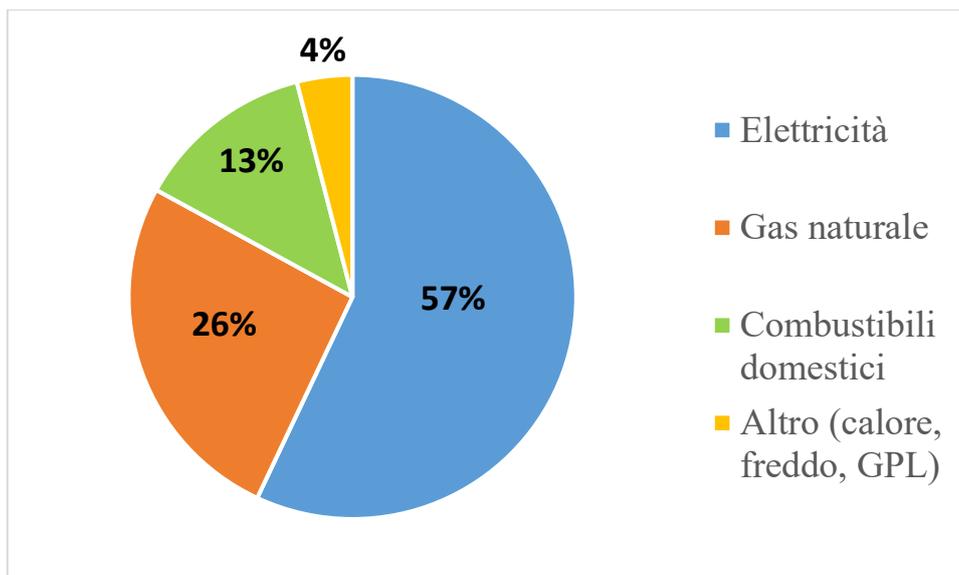


Grafico 2.2 - Ripartizione degli obblighi per i diversi settori [11]

Infine in Francia è possibile ottenere CEE (Certificati di Efficienza Energetica), attraverso interventi standardizzati o interventi su misura, valutati caso per caso.

Nella tabella seguente sono riassunte le principali similitudini e differenze tra il sistema dei certificati bianchi francese e quello inglese:

Tabella 2.2 - Differenze tra il sistema francese e britannico

	Francia	Gran Bretagna
Soggetti obbligati	Fornitori di energia	Fornitori di energia
Ambito di applicazione	Residenziale e terziario	Residenziale
Settori obbligati	Tutti i settori	Residenziale
Chi può partecipare	Aperto	Solo i fornitori di energia
Unità di calcolo	Energia finale	Contenuto carbonio
Mercato dei CB	SI	NO

In generale, i risultati prodotti dalle incentivazioni all'efficienza energetica in questi due stati hanno mostrato una notevole riduzione dei consumi rispetto a quanto preventivato nello scenario senza intervento, generando ad esempio in Gran Bretagna dei risparmi economici, in termini di energia non utilizzata, ben superiori rispetto ai costi necessari per sostenere il sistema.

3. NORMATIVA ESISTENTE

3.1 Certificati bianchi in Italia

Il sistema dei certificati bianchi è stato introdotto in Italia con il decreto ministeriale del 20 luglio 2004: l'obiettivo è fare in modo che i distributori obbligati di energia elettrica e gas naturale raggiungano ogni anno obiettivi quantitativi di risparmio di energia primaria, espressi in Tonnellate Equivalenti di Petrolio risparmiate (tep). Le aziende distributrici di energia elettrica e gas possono ottenere questo obiettivo direttamente, proponendo e realizzando progetti di efficienza energetica, o in maniera indiretta, acquistando i titoli di efficienza energetica da altri soggetti sul mercato organizzato dal GME.

Un certificato equivale al risparmio di una tonnellata equivalente di petrolio, e più precisamente il valore è stato fissato in origine a 100 €/tep, lasciando poi al mercato dei TEE (analizzato in modo approfondito nel paragrafo 4.5) la definizione del prezzo di scambio, sulla base delle aste di compravendita dei titoli. Da un punto di vista energetico, 1 tep equivale all'energia rilasciata dalla combustione di una tonnellata di petrolio grezzo, corrispondente a 11.628 kWh (41,860 GJ). Il valore è convenzionale, in quanto esistono varie tipologie di petrolio con poteri calorifici diversi. L'Autorità per l'Energia Elettrica, il Gas ed il Sistema Idrico (AEEGSI), oggi nota come Autorità di Regolazione per Energia, Reti e Ambiente (ARERA), in relazione al rilascio dei TEE, ha fissato un opportuno coefficiente di conversione dell'energia elettrica in energia primaria, pari a $0,187 \cdot 10^{-3}$ tep/kWh. Questo significa che 1 tep corrisponde a circa 5347 kWh per i consumi elettrici. Il valore del coefficiente di conversione deriva dal rendimento del sistema nazionale di produzione e distribuzione dell'energia elettrica, assunto pari al 46%. Infatti:

$$\eta_{el} = \frac{\left(\frac{1}{0,187 \cdot 10^{-3}}\right) \left[\frac{kWh}{tep}\right]}{1 [tep]} = \frac{19,25 [GJ]}{41,86 [GJ]} \approx 46\%$$

Di conseguenza, una riduzione in termini di consumi di energia elettrica ha un valore energetico maggiore rispetto ad un mancato consumo di energia termica e consente di ottenere un risparmio di energia primaria più elevato. L'insieme dei sistemi energetici che possono accedere al meccanismo dei certificati bianchi è molto vario e, di conseguenza, i risparmi energetici da ottenere sono diversi sia a seconda della tipologia del progetto iniziale che dell'intervento di efficientamento previsto. In particolare, esistono delle soglie minime di

risparmio energetico da raggiungere per ottenere il riconoscimento dei certificati bianchi, che variano in funzione della metodologia utilizzata per l'analisi del progetto. Con la normativa esistente fino al 2017, la durata del periodo di concessione dei certificati bianchi era normalmente quinquennale, anche se in particolari casi, come per gli interventi di isolamento termico degli edifici, il periodo di concessione era di 8 anni. I soggetti interessati dal meccanismo dei certificati bianchi sono le imprese distributrici di energia elettrica e gas con più di 50.000 clienti finali (i cosiddetti "soggetti obbligati"), le società controllate da queste imprese, i distributori non obbligati, le società operanti nel settore dei servizi energetici, imprese ed enti che comprendono un energy manager o utilizzano un sistema di gestione dell'energia, in conformità alla normativa ISO 50001. I soggetti obbligati sono considerati tali in quanto sono appunto vincolati per legge a realizzare interventi per l'ottenimento dei TEE ed a raggiungere determinate quote di risparmio: i risultati sono valutati dagli organismi competenti, che regolano il meccanismo e conferiscono delle sanzioni in caso di non raggiungimento degli obiettivi.

Tutte le altre entità coinvolte sono i cosiddetti soggetti proponenti, che aderiscono al meccanismo di propria iniziativa, creando così un mercato di scambio dei TEE in cui si ha la facoltà di acquistare e vendere titoli. Se ad esempio un soggetto obbligato non ha raggiunto la soglia minima di TEE assegnatagli, può acquistare i TEE ottenuti da una SSE. Al 2016 i soggetti obbligati erano rappresentati da 13 imprese distributrici di energia elettrica e da 47 imprese distributrici di gas. Nella seguente tabella, relativa ad i distributori di energia elettrica, si riportano, insieme ai valori di energia elettrica distribuiti sul territorio nazionale, le quote d'obbligo sul totale in % e l'obiettivo in TEE da ottenere:

Tabella 3.1 - Quote d'obbligo dei distributori di energia elettrica [13]

Distributore (Ragione Sociale)	GWh distribuiti nel 2014	Quota obbligo [%]	TEE
A.I.M. Servizi a Rete S.r.l.	446,38	0,20	10.534
A2A Reti Elettriche S.p.a.	8.876,91	4,01	209.480
ACEA Distribuzione S.p.a.	10.294,13	4,64	242.924
AcegasApsAmga S.p.a.	817,01	0,37	19.280
AEM Torino Distribuzione S.p.a.	3.700,83	1,67	87.333
AGSM Distribuzione S.p.a.	1.141,27	0,51	26.932
ASM Terni S.p.a.	326,77	0,15	7.711
Azienda Energetica Reti S.p.a.	1.009,18	0,46	23.815

Deval S.p.a.	574,72	0,26	13.562
Enel Distribuzione S.p.a.	189.430,03	85,47	4.470.225
Hera S.p.a	2.130,54	0,96	50.277
Selnet S.r.l.	962,04	0,43	22.703
Set Distribuzione S.p.A.	1916,4	0,86	45.224
TOTALE	221.626,21	100	5.230.000

A partire dal 2013, la responsabilità per la gestione, valutazione e certificazione dei risparmi per progetti ed interventi di efficientamento energetico relativi al sistema dei certificati bianchi, è passata dall'AEEGSI al GSE. La valutazione tecnica degli interventi ed il conseguente risparmio energetico ottenuto è affidata all'Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (ENEA). I certificati bianchi possono essere riferiti a diversi tipi di intervento: [14]

- Tipo I: relativi ai risparmi di energia primaria ottenuti attraverso interventi per la riduzione dei consumi finali di energia elettrica;
- Tipo II: relativi ai risparmi di energia primaria ottenuti attraverso interventi per la riduzione dei consumi finali di gas naturale;
- Tipo III: relativi ai risparmi di energia primaria, ma in forme diverse dall'elettricità e dal gas naturale, non realizzati nel settore dei trasporti;
- Tipo IV: relativi ai risparmi di energia primaria, in forme diverse dall'elettricità e dal gas naturale, realizzati nel settore dei trasporti;
- Tipo V: relativi ai risparmi di energia primaria, in forme diverse dall'elettricità e dal gas naturale, realizzati nel settore dei trasporti e valutati con modalità diverse da quelle previste per i titoli di tipo IV;
- Tipo IN: relativi ad interventi di innovazione tecnologica;
- Tipo E: relativi alle attività di riduzione delle emissioni in atmosfera.

Inoltre, uno stesso intervento di efficientamento, può generare contemporaneamente diverse tipologie di titoli: ad esempio le pompe di calore permettono di ottenere titoli sia di tipo II che di tipo III. In seguito al Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico (MSE) del 5 settembre 2011, anche la cogenerazione ha accesso al meccanismo dei certificati bianchi, dovendo soddisfare il requisito di Cogenerazione ad Alto Rendimento (CAR). In questo caso, vengono riconosciuti dei titoli come varianti della tipologia II (tipo II-CAR), in quanto si ottiene una riduzione della quantità di energia primaria necessaria sotto forma di ottimizzazione dei consumi di gas naturale. Il GSE è responsabile della valutazione sul

raggiungimento dei requisiti di cogenerazione ad alto rendimento. Il meccanismo dei certificati bianchi ha da subito avuto grande successo in Italia e, dopo una fase calante, ha subito un nuovo impulso grazie all'introduzione della normativa esistente per il periodo 2013-2016. Ad esempio, nel periodo compreso tra il 1 gennaio e il 31 ottobre 2013 sono stati conclusi oltre 14.000 progetti, con l'emissione di circa 5 milioni di certificati bianchi. Nel primo semestre 2013, sul mercato organizzato e gestito dal GME, sono stati scambiati 1.481.463 certificati. Si riportano nella tabella seguente i dati sull'andamento del mercato registrati nello stesso semestre:

Tabella 3.2 - Andamento del mercato organizzato dei certificati bianchi, primo semestre 2013 [15]

Numero di certificati bianchi scambiati sul mercato organizzato	1.481.463
Controvalore [€]	159.232.368
Prezzo medio [€/certificato]	107,5

Del resto, i certificati bianchi rivestono un ruolo fondamentale nella Strategia Energetica Nazionale per il 2020, dovendo coprire una quota importante dei risparmi di energia da ottenere, in particolare per interventi nel settore industriale e dei servizi.

3.2 Caratteristiche normative

La normativa esistente fino al 2017, pubblicata con il DM 28 dicembre 2012, si riferisce al quadriennio 2013-2016 ed è caratterizzata da un meccanismo di scambi molto complesso che coinvolge diverse parti e può essere riassunto dalla figura seguente:

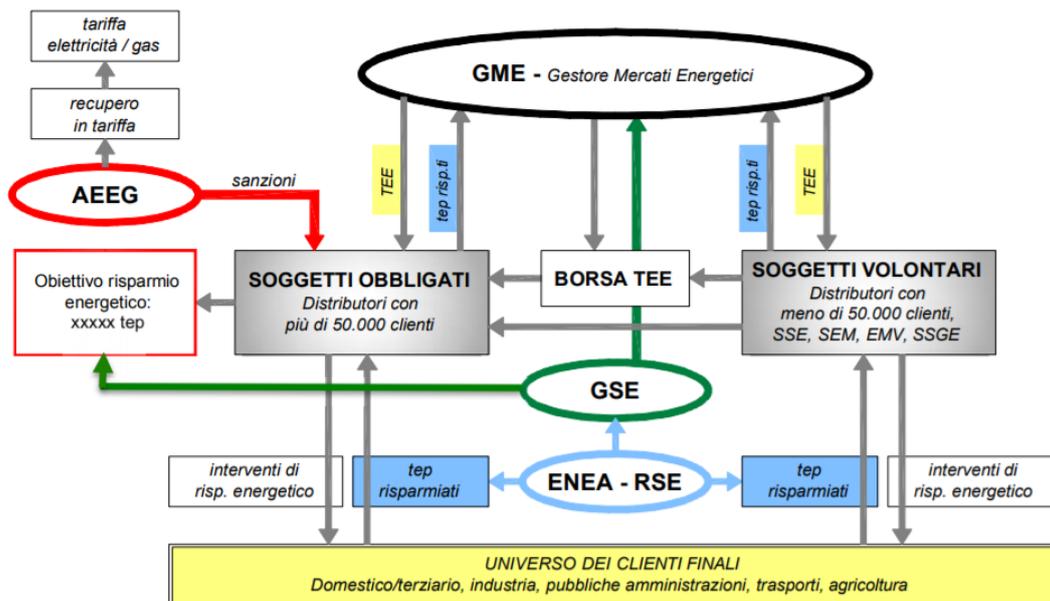


Figura 3.1 - Processo di produzione e riconoscimento dei certificati bianchi [16]

I soggetti volontari hanno la facoltà di operare sul mercato dei Titoli di Efficienza Energetica, che come detto precedentemente, è gestito dal GSE. A questo mercato partecipano anche i soggetti obbligati. Vengono dunque individuate delle misure di efficientamento energetico ed i conseguenti risparmi ottenibili, con riferimento all'universo di tutti i possibili clienti finali, (domestico, terziario, trasporti ecc...) e viene inviata una proposta al GSE. ENEA ed RSE istruiscono la proposta e, nel caso di una risposta positiva del GSE, i soggetti obbligati o proponenti si vedono riconosciuti i TEE dal Gestore dei Mercati Energetici (GME). Valutando tutti gli interventi realizzati, si ottiene una quota totale di risparmio energetico (in tep) e, se essa non risulta sufficiente, l'AEEGSI assegna delle sanzioni ai soggetti obbligati.

Obiettivi

Contestualmente alla pubblicazione della normativa, sono stati definiti degli obiettivi quantitativi di risparmio energetico per il periodo 2013-2016:

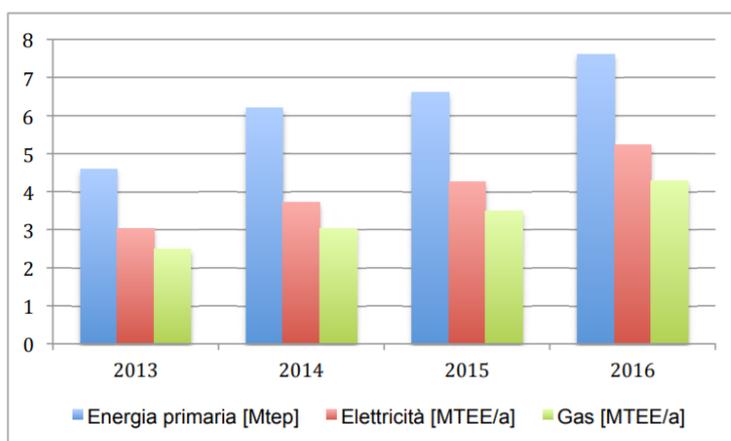


Grafico 3.1- Obiettivi nazionali di risparmio energetico per il quadriennio 2013-2016 [16]

Corrispondenti in cifre a:

Tabella 3.3 - Obiettivi quantitativi di risparmio in tep e TEE [17]

Anno	Energia primaria [Mtep/anno]	Elettricità [MTEE/anno]	Gas [MTEE/anno]
2013	4,6	3,03	2,48
2014	6,2	3,71	3,04
2015	6,6	4,26	3,49
2016	7,6	5,23	4,28

La terza e la quarta colonna della tabella rappresentano i milioni di certificati bianchi da ottenere per la riduzione dei consumi di energia primaria, rispettivamente in termini di usi

finali di energia elettrica e gas naturale. Sommando i risultati in TEE di queste due colonne, si ottiene un risparmio in tep tale da soddisfare gli obiettivi quantitativi della seconda colonna.

La richiesta dei TEE è affidata alle SSE, altresì note come ESCO, che al momento della richiesta devono essere già operative e pre-costituite come impresa: di conseguenza una SSE appena formatasi non ha la facoltà di richiedere TEE per interventi di efficientamento avviati precedentemente. In questo settore viene ad inserirsi la figura dell'*Energy Manager* (EM), che è stata introdotta con gli articoli 19 e 34 della Legge n.10 del 9 gennaio 1991: tutti i soggetti che hanno avuto nell'anno precedente un consumo superiore a 10.000 tep per il settore industriale e 1.000 tep per tutti gli altri settori (civile, terziario, trasporti), sono obbligati alla nomina di un "tecnico responsabile per la conservazione e l'uso razionale dell'energia".

Da un punto di vista delle unità di misura di riferimento (es: Sm³ o kWh), esistono degli opportuni coefficienti di conversione per ottenere i valori corrispondenti a partire dal consumo in tep. Questi coefficienti variano, ad esempio, tra usi finali di elettricità in bassa o media tensione, ma comunque il risultato finale è dell'ordine di grandezza delle decine di milioni di kWh: si hanno dunque soglie minime elevate per la nomina obbligatoria dell'*Energy Manager*. Quest'ultimo ha il compito di individuare tutte le misure e le azioni necessarie per promuovere l'uso razionale dell'energia, e quindi un'ottimizzazione dei consumi, realizzando appositi bilanci energetici e diagnosi, tenendo conto anche degli aspetti economici e degli usi energetici finali. Il non rispetto della nomina di un *energy manager* da parte dei soggetti obbligati comporta una sanzione amministrativa [18]. Nell'ambito del mondo dei certificati bianchi, l'*Energy Manager* rappresenta il nodo di comunicazione tra i richiedenti dei TEE ed il GSE: infatti non è lo stesso *Energy Manager* a trarre beneficio dall'ottenimento dei titoli, ma egli svolge semplicemente un servizio remunerato per l'ottenimento degli stessi da parte dei richiedenti.

Cumulabilità

Come definito dall'art. 10 del DM 28/12/12, nel momento in cui si presenta richiesta per l'ottenimento di certificati bianchi, viene applicata la non-cumulabilità con incentivi statali per le tariffe di energia elettrica e gas naturale o altre tipologie di incentivo, ad eccezione di fondi di garanzia, fondi di rotazione, contributi in conto interesse, detassazione del reddito di impresa riguardante l'acquisto di macchinari ed attrezzature.

Da un punto di vista pratico dunque, i certificati bianchi non sono cumulabili con:

- Detrazioni fiscali;

- Ecobonus previsto dal DL 22/06/2012, per la modernizzazione del parco veicoli con vetture ad emissioni ridotte;
- Finanziamenti statali in conto capitale

Sono invece cumulabili con:

- Incentivi regionali, locali e comunitari per interventi di efficientamento energetico (nel DM si fa infatti riferimento solo ad incentivi statali);
- Agevolazioni fiscali per lo sviluppo del teleriscaldamento alimentato con energia geotermica o biomassa. Questa agevolazione infatti si applica sul prezzo che viene pagato per la cessione del calore dall'utente finale, che risulta dunque unico beneficiario della misura, senza apportare vantaggio all'impresa che eroga il servizio di riscaldamento ed eventualmente percepisce i certificati bianchi [19].

Attuazione e controllo

Il GSE, di concerto con ENEA e RSE, ha il compito di verificare che i risparmi di energia primaria ottenibili, dichiarati in fase di progettazione, siano effettivamente raggiunti. Vengono di conseguenza realizzate delle linee guida per la valutazione dei progetti. Le tempistiche di riferimento per la comunicazione degli esiti da parte del GSE verranno analizzate in dettaglio nelle sezioni successive.

Sanzioni

Come determinato dalla delibera AEEGSI 4 dicembre 2014 “*Definizione delle Modalità di calcolo delle sanzioni in materia di titoli di efficienza energetica*”: [20]

- Per i soggetti obbligati che non hanno raggiunto almeno il 50% nel 2013-14 ed il 60% nel 2015-16 del valore minimo di risparmi energetici, viene fissata una sanzione da ritardo pari al numero di titoli di efficienza energetica mancanti al raggiungimento della quota minima. Questa sanzione prevede inoltre una compensazione della quota mancante nel biennio successivo.
- Se gli obblighi di compensazione non vengono rispettati, viene assegnata una sanzione definitiva, sempre calcolata come differenza rispetto al valore minimo di riferimento di TEE. Da un punto di vista economico, per il costo dei titoli si fa riferimento al loro valor medio sul mercato, tra il 1°giugno dell'anno successivo a quello dell'obbligo ed il 31 maggio del 2°anno successivo.

La sanzione tiene conto anche dei costi evitati dal soggetto obbligato in seguito al mancato raggiungimento dell'obiettivo.

- Per i soggetti che invece hanno superato i valori del 50% nel 2013-14 e del 60% nel 2015-16, ma non hanno raggiunto la quota del 100%, è stata semplicemente assegnata una sanzione relativa alla differenza tra il livello di TEE raggiunto ed il livello di riferimento.

Corrispettivi unitari e contributi tariffari

Contestualmente, essendo i soggetti obbligati delle imprese regolate, poiché gestori delle rispettive reti, l'AEEGSI ha previsto la possibilità per queste imprese di recuperare, attraverso un meccanismo tariffario, una parte dei costi sostenuti per l'ottenimento dei TEE e la partecipazione al meccanismo dei certificati bianchi. Questo contributo è periodicamente aggiornato dall'Autorità, ed è ottenuto dai soggetti obbligati applicando ai clienti finali delle specifiche componenti tariffarie, che sono visibili in una comune bolletta di energia elettrica o gas:

- Per i clienti del settore elettrico la componente UC7, che alimenta il “Conto oneri derivanti da misure ed interventi per la promozione dell'efficienza energetica negli usi finali di energia elettrica”;
- Per i clienti del settore gas le componenti RE e RE_T, che alimentano il “Fondo per misure ed interventi per il risparmio energetico e lo sviluppo delle fonti rinnovabili nel settore del gas naturale” [21].

Attraverso la Delibera AEEGSI 23 gennaio 2014 [22], applicata ai soggetti obbligati nel periodo di riferimento 2013-2016, è stato definito un contributo tariffario, in [€/TEE], che tiene conto dell'andamento del mercato dei TEE. Il contributo tariffario unitario viene erogato al soggetto per ogni titolo (di qualsiasi tipologia) consegnato dallo stesso soggetto obbligato e non ritirato dal GSE, fino al raggiungimento degli obiettivi minimi imposti al distributore. Di conseguenza, il contributo tariffario totale è ottenuto dal prodotto tra il numero di TEE non ritirati ed il contributo tariffario unitario, che può essere calcolato con le seguenti modalità:

$$C_{PREVENTIVO}(t + 1) = C_{DEFINITIVO}(t) \cdot \frac{[100 + \alpha \cdot E(t + 1)]}{100} \quad (3.1)$$

Dove:

- C_{PREVENTIVO}(t+1): contributo tariffario per l'anno d'obbligo (t+1), arrotondato a due cifre decimali;

- $C_{DEFINITIVO}(t)$: contributo tariffario per l'anno in corso (t), anch'esso arrotondato a due cifre decimali ed espresso in [€/TEE];
- α : fattore correttivo (= 0,5);
- $E(t+1)$: media aritmetica delle riduzioni percentuali applicate ai clienti finali domestici con riferimento a determinati parametri, come il valor medio del prezzo del gasolio per riscaldamento e del gas naturale (per un cliente tipo con consumo annuo di 1400 m³), ed il valor medio della tariffa monoraria D2 dell'energia elettrica venduta ai clienti domestici (con consumo annuo di 2700 kWh e potenza impegnata di 3 kW).

A sua volta, il contributo definitivo per l'anno corrente può essere ottenuto come:

$$C_{DEFINITIVO}(t) = C_{PREVENTIVO}(t) + k \cdot [S(t) - C_{PREVENTIVO}(t)] \quad (3.2)$$

Dove:

- $C_{PREVENTIVO}(t)$: contributo tariffario definitivo a preventivo per l'anno in corso (t) ed espresso in [€/TEE];
- $S(t)$: prezzo medio ponderato degli scambi avvenuti sul mercato dei titoli tra il giugno dell'anno (t) ed il maggio dell'anno (t+1), anch'esso espresso in [€/TEE];
- $k = \max\{\beta; 1 - \frac{\gamma}{|S(t) - C_{PREVENTIVO}(t)|}\}$

Per il calcolo di k vengono assunti i seguenti valori di riferimento:

- $\beta = 0,85$;
- $\gamma = 2 \text{ €/TEE}$

Infine, il contributo a preventivo per il primo anno d'obbligo, il 2013, viene definito come:

$$C_{PREVENTIVO}(2013) = S(2011/13) \cdot \frac{[100 + 0,5 \cdot E(2013)]}{100} \quad (3.3)$$

Dove:

- $S(2011/13) = 103,69 \text{ €/TEE}$, è il valor medio dei titoli di efficienza energetica scambiati sul mercato organizzato nel periodo compreso tra giugno 2011 e maggio 2013;
- $E(2013) = -14,01$, corrisponde al termine $E(t+1)$ delle formule precedenti, calcolato con riferimento al periodo ottobre 2011- marzo 2013.

Si ottiene quindi, per il 2013, un contributo tariffario unitario a preventivo pari a 96,43 €/TEE. A titolo di esempio, si riporta il calcolo del contributo tariffario preventivo e definito per l'anno 2013, e quindi del contributo a preventivo per l'anno 2014. Utilizzando la formula (3.2) e considerando $S(2013) = 112,27 \text{ €/TEE}$, si ottiene

$$|S(2013) - C_{PREVENTIVO}(2013)| = 112,27 - 96,43 = 15,84 \text{ €/TEE}$$

Da cui:

$$k = \max\left\{0,85; 1 - \frac{2}{15,84}\right\} = 0,87374$$

E quindi:

$$C_{DEFINITIVO}(2013) = 96,43 + 0,87374 \cdot [112,27 - 96,43] = 110,27 \text{ €/TEE}$$

Per ottenere il contributo tariffario unitario a preventivo per l'anno 2014 è inoltre necessario calcolare il termine $E(2014)$ relativo alle riduzioni percentuali. I dati di riferimento per l'anno 2014 sono: [23]

- Il valor medio della tariffa monoraria D2 dell'energia elettrica venduta ai clienti domestici è passato da 0,1838 €/kWh a 0,1909 €/kWh, subendo un aumento pari a +3,86%;
- Il prezzo medio del gas naturale è passato da 0,8877 €/m³ a 0,8735 €/m³, corrispondente ad una diminuzione del -1,60%;
- Il prezzo medio del gasolio per riscaldamento è passato da 1444,83 €/m³ a 1402,42 €/m³, con una diminuzione del -2,94%.

Dunque:

$$E(2014) = \frac{|3,86 - 1,60 - 2,94|}{3} = 0,2267$$

Ed infine:

$$C_{PREVENTIVO}(2014) = C_{DEFINITIVO}(2013) \cdot \frac{[100 + \alpha \cdot E(2014)]}{100}$$

$$C_{PREVENTIVO}(2014) = 110,27 \cdot \frac{[100 + 0,5 \cdot 0,2267]}{100} = 110,39 \text{ €/TEE}$$

Facendo riferimento ai documenti annuali pubblicati dall'AEEGSI per i valori di $S(t)$ ed $E(t)$, nella seguente tabella sono presentati i valori di contributo tariffario unitario a preventivo e definitivo calcolati per ogni anno nel periodo 2013-2016: [24, 25, 26]

Tabella 3.4 - Valori del contributo tariffario per il periodo 2013-2016

	2013	2014	2015	2016
C Preventivo [€/TEE]	96,43	110,39	108,13	118,37
S(t) [€/TEE]	112,27	105,03	116,01	193,4
k	0,8737	0,8500	0,8500	0,9733
C Definitivo [€/TEE]	110,27	105,83	114,83	191,40
E(t)		0,2267	4,3433	6,1733

Si può notare un incremento notevole del contributo unitario per l'anno 2016. In generale, questo sistema di calcolo dei contributi tariffari unitari per il periodo 2013-2016 è stato molto

apprezzato dai soggetti distributori obbligati, in quanto consentiva di avere uno scarto massimo di 2 €/TEE tra il contributo definitivo ed il prezzo di mercato. Di conseguenza, in una fase di prezzi quasi costanti, il prezzo medio di acquisto era in linea con il contributo tariffario. La situazione è però mutata a partire dal 2016, a causa del forte aumento del prezzo dei titoli sul mercato, che ha portato ad un cambiamento, nel 2017, delle modalità di calcolo del contributo tariffario (l'analisi dei trend dei prezzi e la nuova metodologia di calcolo verranno mostrate nel capitolo 4).

Metodi per la valutazione delle proposte

Con la delibera EEN 9/11, è stata definita la distinzione tra 3 principali tipologie di valutazione dei risparmi energetici: [27]

- Metodo Standardizzato: vengono utilizzate schede tecniche precostituite, a cui associare un solo parametro relativo alla tipologia ed all'intensità dell'intervento (es: m² di pannelli solari, potenza di targa del motore installato, m² di superficie calpestabile, km di galleria illuminati ecc.);
- Metodo analitico: si utilizzano schede che hanno come input dati ricavati da campagne dirette di misura;
- Metodo a consuntivo: tutti gli interventi per i quali è impossibile utilizzare una scheda tecnica di riferimento, soggetti a validazione e verifica da parte del GSE.

I metodi di valutazione a consuntivo possono essere applicati anche a progetti molto estesi, caratterizzati da una o più sezioni per le quali sia invece possibile applicare il metodo standardizzato o analitico.

Bisogna ricordare che non rientrano in questo campo i progetti di miglioramento dell'efficienza energetica relativi agli impianti di generazione dell'energia elettrica. Prima di passare all'analisi tecnica dei diversi metodi, è opportuno presentare alcune grandezze di riferimento per le analisi:

- La vita Utile (U) dell'intervento, corrisponde al numero di anni per cui il progetto può ottenere il riconoscimento dei titoli di efficienza energetica. È fissata ad 8 anni per gli interventi di isolamento termico degli edifici, il controllo della radiazione entrante attraverso le superfici vetrate durante i mesi estivi, e per gli interventi tecnici nei settori dell'architettura bioclimatica, del solare passivo e del raffrescamento passivo. È invece pari a 5 anni negli altri casi; [28]

- La vita Tecnica (T) dell'intervento corrisponde invece al numero di anni, a partire dalla realizzazione del progetto di efficientamento, in cui l'intervento produce effetti misurabili e significativi in termini di riduzione dei consumi energetici. Il riconoscimento dei TEE dipende proprio dal valore della vita Tecnica, sebbene i titoli siano erogati nel corso della vita Utile. Inoltre, a differenza della vita Utile che può assumere solo 2 valori, la vita Tecnica può variare molto a seconda della tipologia di progetto, da 5 a 30 anni;
- Il Risparmio Lordo (RL), definito come la quantità in tep di energia risparmiata grazie all'intervento, ed ottenuto quindi come differenza tra i consumi precedenti e successivi;
- Il Risparmio Netto (RN), definito a partire dal Risparmio Lordo ma depurato dei risparmi energetici non addizionali.

L'addizionalità rappresenta un concetto fondamentale nel sistema dei certificati bianchi: l'intervento deve apportare dei miglioramenti in termini di consumi energetici, che non si sarebbero comunque verificati in seguito all'evoluzione delle tecnologie e del mercato; deve cioè rappresentare un intervento di eccellenza. Si può quindi definire un coefficiente di addizionalità come:

$$\alpha = \frac{RN}{RL} \quad (3.4)$$

Per il calcolo dei consumi nella situazione antecedente all'intervento, si fa riferimento al consumo di baseline:

$$C_{BASELINE} = MIN\{C_{SISTEMA}; C_{MEDIA\ MERCATO}\} \quad (3.5)$$

In questo modo si assume la situazione più conservativa, nel caso in cui, ad esempio, il sistema da ottimizzare sia già più efficiente rispetto alla media di mercato.

Un altro parametro molto importante è il coefficiente di durabilità (τ): è un coefficiente moltiplicatore del risparmio annuo, funzione della vita utile U, della vita tecnica T e di un tasso di decadimento dei risparmi δ (pari al 2% annuo). Permette appunto di tener conto del decadimento della prestazioni dell'intervento di efficientamento energetico, che ha come conseguenza una diminuzione continua, a partire dal 5°anno, del risparmio energetico ottenibile annualmente, fino alla conclusione della vita tecnica dell'impianto. È dunque definito come un coefficiente positivo, dato dal rapporto tra Risparmio Netto Integrale (RNI) e Risparmio Netto Contestuale (RNC), calcolato con riferimento alla vita utile:

$$\tau = \frac{RNI}{RNC} = 1 + \frac{\sum_{i=U}^{T-1} (1 - \delta)^i}{U} \quad (3.6)$$

La somma di tutti i risparmi annuali determina infatti il Risparmio Netto Integrale, costituito da 2 componenti:

- 1) Risparmio Netto Contestuale (RNC): relativo ai risparmi negli anni di vita utile dell'intervento;
- 2) Risparmio Netto Anticipato (RNA): somma dei risparmi nei rimanenti anni, ovvero dalla fine della vita utile alla fine della vita tecnica.

Vale dunque:

$$RNI = RNC + RNA = \tau \cdot RNC \quad (3.7)$$

$$\rightarrow \tau = 1 + \frac{RNC}{RNA}$$

Nella seguente figura viene mostrata la suddivisione dei risparmi per un intervento con vita utile pari a 5 anni e vita tecnica pari a 20 anni.

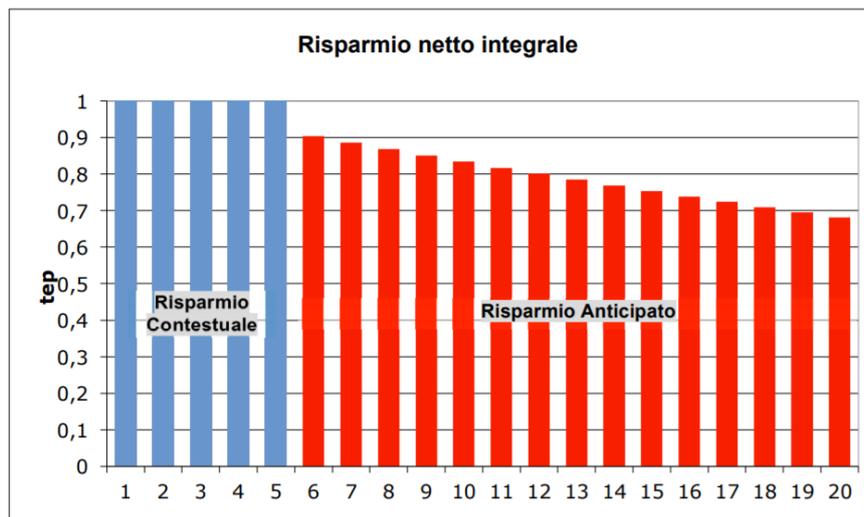


Grafico 3.2 - Suddivisione dei risparmi nella vita dell'intervento [16]

Per interventi standardizzati o analitici, i valori di tau sono definiti nella Tabella associata alla EEN 09/11. Per interventi a consuntivo, il proponente deve individuare la categoria in cui rientra l'intervento effettuato e dedurre il tau corrispondente. In particolare, riguardo la scelta del tau per interventi a consuntivo, si possono presentare 4 casi fondamentali:

- a) Il progetto è costituito da *un solo intervento*: si assume il tau corrispondente;
- b) Il progetto è costituito da *2 interventi*, con effetti distinguibili in termini di risparmio energetico: si valutano separatamente i 2 interventi;
- c) Il progetto è costituito da *diversi interventi*, i cui effetti sono interconnessi e non separabili l'uno dall'altro: viene calcolato un tau complessivo realizzando una media pesata dei tau dei singoli interventi, tenendo conto del peso degli stessi sul risparmio

energetico complessivo. Considerando che questo peso può variare nel corso della vita utile dell'impianto si può dunque scrivere, a livello generale:

$$\tau_{tot} = \tau_1 \cdot x_1 + \tau_2 \cdot x_2 + \dots + \tau_n \cdot x_n \quad (3.8)$$

Dove $x_1, x_2 \dots x_n$ sono i pesi dei singoli interventi sul risparmio energetico.

Supponendo ad esempio che sia realizzato un intervento di efficientamento dei consumi energetici di un'abitazione, costituito da due sotto-interventi:

- 1) Installazione di collettori solari per la produzione di acqua calda sanitaria (categoria CIV-T, $\tau=2,65$);
- 2) Installazione di sistemi per la riduzione del fabbisogno di acqua calda (categoria CIV-FA, $\tau=1,87$);

I due sotto-interventi sono interconnessi perché hanno come obiettivo l'ottimizzazione dei consumi di acqua calda dell'abitazione, e si supponga che il primo intervento abbia un peso del 55% sul totale, mentre il secondo abbia un peso del 45%. Il τ ponderato per l'intero intervento è dunque pari a:

$$\tau_{tot} = 2,65 \cdot 0,55 + 1,87 \cdot 0,45 \approx 2,30$$

- d) Il progetto non rientra esattamente in una delle categorie della tabella: va individuata la categoria più affine e proposto un tau eventualmente corretto rispetto a quello originale.

Nella seguente tabella sono riportati i valori della vita utile (U), della vita tecnica (T) e del coefficiente di durabilità (τ) per i diversi settori di riferimento, con l'esempio di alcune tipologie di intervento: [29]

Tabella 3.5 - Valori di riferimento per le diverse categorie di intervento [29]

Categoria		U	T	τ
IND-T	Processi industriali: generazione o recupero di calore per raffreddamento, essiccazione, cottura, fusione ecc. (es: utilizzo di calore da recupero, essiccazione con dispositivi a microonde e radiofrequenza)	5	20	3,36
IND-GEN	Processi industriali: generazione di energia elettrica da recuperi o da fonti rinnovabili o cogenerazione (es: generazione di energia elettrica dalla decompressione del gas naturale)	5	20	3,36
IND-E	Processi industriali: sistemi di azionamento efficienti (motori, inverter ecc.), automazione ed interventi di rifasamento (es: rifasamento presso l'utenza finale, installazione di sistemi elettronici di regolazione in frequenza)	5	15	2,65
IND-FF	Processi industriali: interventi diversi dai precedenti, per l'ottimizzazione energetica dei processi produttivi e dei layout d'impianto finalizzati a conseguire una riduzione oggettiva e duratura dei fabbisogni di energia finale a parità di quantità e qualità della produzione (es: coibentazioni atte a ridurre i fabbisogni di riscaldamento e raffreddamento)	5	20	3,36

CIV-T	Settori residenziale, agricolo e terziario: generazione di calore/freddo per climatizzazione e produzione di acqua calda (es: impiego di pannelli solari per la produzione di acqua calda, impiego di impianti alimentati a biomassa per la produzione di calore)	5	15	2,65
CIV-GEN	Settori residenziale, agricolo e terziario: piccoli sistemi di generazione elettrica e cogenerazione (es: sistemi di trigenerazione e quadrigenerazione)	5	20	3,36
CIV-FI	Settori residenziale, agricolo e terziario: interventi sull'involucro edilizio finalizzati alla riduzione dei fabbisogni di illuminazione artificiale (es: realizzazione di lucernari tubolari per uno sfruttamento ottimale dell'illuminazione naturale)	5	30	4,58
CIV-FC	Settori residenziale, agricolo e terziario: interventi di edilizia passiva e interventi sull'involucro edilizio finalizzati alla riduzione dei fabbisogni di climatizzazione invernale ed estiva (es: interventi per l'isolamento termico degli edifici)	8	30	2,91
CIV-ICT	Settori residenziale e terziario: elettronica di consumo (sistemi di intrattenimento e attrezzature ICT di largo consumo ad alta efficienza, es: sistemi di spegnimento automatico di apparecchiature in stand-by)	5	5	1,00
CIV-ELET	Settori residenziale e terziario: elettrodomestici per il lavaggio e per la conservazione dei cibi (es: sostituzione di frigoriferi, scaldacqua, forni, pompe di circolazione acqua con prodotti analoghi a più alta efficienza)	5	15	2,65
CIV-FA	Settori residenziale, agricolo e terziario: riduzione dei fabbisogni di acqua calda (installazione di sistemi e prodotti per la riduzione delle esigenze di acqua calda)	5	10	1,87
CIV-INF	Settori residenziale, agricolo e terziario: riduzione dei fabbisogni di energia con e per applicazioni ICT (es: efficientamento dei centri di elaborazione dati)	5	10	1,87
IPUB-NEW	Illuminazione pubblica: nuovi impianti efficienti o rifacimento completo degli esistenti (es: realizzazione di impianti ad alta efficienza in aree non ancora illuminate)	5	10	2,65
IPUB-RET	Illuminazione pubblica: applicazione di dispositivi per l'efficientamento di impianti esistenti (retrofit, sostituzione con nuovi corpi illuminanti ad alta efficienza)	5	10	1,87
IPRIV-NEW	Illuminazione privata: nuovi impianti efficienti o riprogettazione completa di impianti esistenti	5	15	2,65
IPRIV-RET	Illuminazione privata: applicazione di dispositivi per l'efficientamento di impianti esistenti (retrofit, es: sostituzione di sorgenti luminose con altre ad alta efficienza e lunga durata)	5	10	1,87
TRASP	Sistemi di trasporto: efficientamento energetico dei veicoli (es: diffusione di veicoli stradali a trazione elettrica, a gas naturale ed a GPL)	5	10	1,87
RETI	Interventi di efficientamento delle reti elettriche e del gas naturale	5	20	3,36

Scelta del metodo di valutazione

La scelta del metodo, oltre che da valutazioni relative ai soggetti obbligati o proponenti, è regolata da normativa. Per applicare un determinato metodo, l'intervento deve prevedere una soglia minima di risparmio:

Tabella 3.6 - Soglie minime di risparmio per i vari metodi di valutazione [16]

Tipologia di intervento	Dimensione minima progetto	
	TEE/anno ($\tau=2,65$)	Tep/anno (senza τ)
Standardizzato	20	7,5
Analitico	40	15
A consuntivo	60	23

La prima colonna corrisponde al Risparmio Netto Integrale, tenendo conto del τ ; la seconda invece rappresenta il semplice Risparmio Netto senza τ .

La data in cui viene raggiunta la dimensione minima, viene definita come data di avvio del progetto, che risulta fondamentale per le tempistiche di presentazione del progetto stesso e le valutazioni da parte del GSE. Quando invece l'intervento viene ultimato da un punto di vista impiantistico, si parla di data di prima attivazione, che nel caso di più sotto-interventi, coincide con la data di attivazione del primo di essi.

Il raggiungimento della dimensione minima rappresenta un punto fondamentale per l'ottenimento dei TEE, in particolar modo in caso di valutazione standardizzata: se infatti la soglia minima non è rispettata, il progetto viene rigettato.

Il meccanismo è invece più flessibile nel caso di proposte analitiche o a consuntivo, perché richiede il raggiungimento della soglia minima alla prima verifica, ma accetta valori inferiori negli anni successivi, che siano ad esempio spiegati dall'evoluzione del mercato, consentendo comunque l'ottenimento dei TEE. In realtà, la procedura di rigetto non è immediata: se la prima proposta presenta delle incongruenze, il GSE invia un documento dettagliato, in cui richiede tutte le integrazioni al progetto originale per ottenerne il riconoscimento. Quando il progetto viene inviato per la seconda volta, se continua a non soddisfare i requisiti del GSE, viene rigettato in maniera definitiva.

Per progetti realizzati presso un unico cliente che siano caratterizzati da più sotto-interventi, valutabili con una determinata metodologia, l'intero progetto può essere valutato globalmente con la stessa metodologia. Ad esempio se vengono presentati due interventi da valutare con metodo standardizzato, essi possono essere valutati come un unico intervento sempre con il metodo standardizzato (lo stesso vale per le valutazioni analitiche ed a consuntivo). Se invece i sotto-interventi realizzati presso il cliente siano ciascuno da valutare con un metodo diverso,

si può considerare un unico progetto con un metodo di valutazione eterogeneo, ovvero in cui per ciascuna tipologia si applica la relativa procedura.

Le stesse regole di accorpamento in unico progetto possono essere utilizzate anche nel caso in cui gli stessi interventi siano ripetuti presso più clienti. L'unica eccezione è rappresentata da interventi su più clienti da valutare con metodo eterogeneo: in questo caso si considera un progetto separato per ogni cliente.

Conclusa la presentazione delle caratteristiche generali dei metodi di valutazione, gli stessi sono ora analizzati in dettaglio.

3.1.1 Metodi di valutazione standardizzata (RVC-S)

I metodi di valutazione standardizzata non hanno bisogno di misure dirette sul campo dei consumi energetici prima e dopo l'intervento, ma permettono di definire a priori il risparmio energetico ottenibile attraverso l'utilizzo di schede tecniche di riferimento, con il vantaggio di una maggiore rapidità rispetto agli altri metodi.

Il parametro fondamentale di questo metodo è dunque rappresentato dal numero di Unità Fisiche di Riferimento (UFR): viene determinato un parametro fisico di base e, a seconda di quante volte è numericamente ripetuto, si può calcolare il risparmio totale (es: m² di pannelli solari). Ad ogni UFR corrisponde un valore di Risparmio Specifico Lordo annuo (RSL), e moltiplicando per il numero totale di UFR, si può ottenere il Risparmio Lordo totale annuo (RL). Dal risparmio lordo si passa quindi al Risparmio Netto (RN), tenendo conto dei risparmi energetici non addizionali:

$$RN = RL \cdot \tau \cdot \alpha \quad (3.9)$$

I TEE vengono riconosciuti in seguito ad una RVC (Richiesta di Verifica e Certificazione dei risparmi): con la prima RVC il soggetto proponente comunica al GSE l'esistenza del progetto e dei risparmi energetici conseguiti. Essendo la valutazione realizzata con metodo standardizzato, dopo la prima RVC il proponente non ha bisogno di presentarla negli anni successivi. Si faccia riferimento, in relazione all'esempio accennato precedentemente, al caso dell'installazione di collettori solari per la produzione di acqua calda sanitaria, descritto dalla scheda tecnica 8T:

Scheda tecnica n. 8T – Installazione di collettori solari per la produzione di acqua calda sanitaria

1. ELEMENTI PRINCIPALI

1.1 Descrizione dell'intervento

Categoria di intervento ¹ :	CIV-T) Generazione di calore/freddo per climatizzazione e produzione di acqua calda		
Vita Utile ² :	U = 5 anni		
Vita Tecnica ² :	T = 15 anni		
Settore di intervento:	residenziale e terziario		
Tipo di utilizzo:	produzione di acqua calda per uso sanitario (a.c.s.)		
Condizioni di applicabilità della procedura:			
<ul style="list-style-type: none"> - integrazione o sostituzione di impianti per la produzione esclusiva di a.c.s.; non sono considerati ammissibili collettori solari asserviti, anche solo parzialmente, alla produzione di acqua calda per altri usi e, in particolare, per riempire piscine; - la presente procedura non è applicabile nei casi in cui i collettori solari vengano installati ad integrazione o in sostituzione di pre-esistenti impianti per la produzione di a.c.s. alimentati da biomassa o altra fonte rinnovabile; - i collettori solari considerati ammissibili ai fini del riconoscimento debbono avere valori di rendimento termico superiori ai valori minimi valutati con le seguenti formule: $\eta_{\min} = 0,7 - 7,5 \cdot T_m^* \quad (0,01 \leq T_m^* \leq 0,07) \quad \text{nel caso di collettori piani}$ $\eta_{\min} = 0,55 - 2,0 \cdot T_m^* \quad (0,01 \leq T_m^* \leq 0,07) \quad \text{nel caso di collettori sottovuoto}$ dove T_m^* è definita dalle norme UNI EN 12975-2 e UNI EN 12976-2 ("Metodi di prova") e la superficie di riferimento è la superficie dell'assorbitore, ai sensi delle medesime norme. 			

1.2 Calcolo del risparmio di energia primaria

Metodo di valutazione ³ :	Valutazione Standardizzata				
Unità fisica di riferimento (UFR) ² :	m ² di superficie di apertura dei collettori installati, come definita ai sensi delle norme UNI EN 12975-2 e UNI EN 12976-2				
Risparmio Specifico Lordo (RSL) di energia primaria conseguibile per singola unità fisica di riferimento:					
RSL [10 ⁻³ tep/anno/UFR]	collettori solari piani			collettori solari sotto vuoto	
	Fascia solare ricavabile dalla Tabella 1	Impianto integrato o sostituito Boiler elettrico	Gas, gasolio, teleriscaldamento	Impianto integrato o sostituito Boiler elettrico	Gas, gasolio, teleriscaldamento
1	104	61	130	76	
2	140	82	163	96	
3	154	90	177	104	
4	194	113	212	124	
5	210	123	229	134	
Coefficiente di addizionalità ² :					
$\alpha = 73,2\%$ quando i collettori solari sono installati a integrazione/sostituzione di sistemi di teleriscaldamento urbano $\alpha = 100\%$ in tutti gli altri casi					

Figura 3.2 - Scheda tecnica per l'intervento in esame [30]

Tabella 3.7 - Valori di riferimento per il calcolo dei risparmi nella scheda tecnica 8T

Risparmio Specifico Netto (RSN) di energia primaria conseguibile per singola unità fisica di riferimento:

RSN [10 ⁻³ tep/anno/UFR]	collettori solari piani			collettori solari sotto vuoto		
	Fascia solare ricavabile dalla Tabella 1	Impianto integrato o sostituito Boiler elettrico	Gas, gasolio, Teleriscaldamento	Impianto integrato o sostituito Boiler elettrico	Gas, gasolio, Teleriscaldamento	
1	104	61	45	130	76	56
2	140	82	60	163	96	70
3	154	90	66	177	104	76
4	194	113	83	212	124	91
5	210	123	90	229	134	98

La scheda tecnica presenta innanzitutto una descrizione della categoria di intervento, da cui possono essere ottenuti i corrispondenti valori di vita utile e vita tecnica, pari rispettivamente a 5 e 15 anni. Viene fornita l'informazione anche sul settore di intervento, in questo caso terziario e residenziale (in alternativa settore industriale, ospedaliero, reti di gas ecc.) e sul tipo di uso finale. In relazione alle problematiche di addizionalità descritte precedentemente, l'installazione deve rispettare alcuni requisiti minimi di applicazione e di rendimento, per

certificare un vero e proprio efficientamento. In questo caso l'UFR è rappresentata dai m² di collettori solari installati.

Inoltre, per tener conto del cambiamento dell'intensità della radiazione solare con il luogo di installazione, che ovviamente implica un raggiungimento più o meno facile degli obiettivi di risparmio a seconda della provincia, nella seguente tabella le province italiane sono state suddivise in 5 fasce solari:

Tabella 3.8 - Suddivisione delle province italiane in fasce solari [30]

Fascia solare	Province
1	Alessandria, Aosta, Arezzo, Asti, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Como, Cuneo, Gorizia, Lecco, Lodi, Mantova, Milano, Novara, Padova, Pavia, Pistoia, Pordenone, Prato, Torino, Trieste, Udine, Varese, Verbania, Vercelli, Verona, Vicenza
2	Ancona, Aquila, Ascoli, Bologna, Brescia, Cremona, Ferrara, Firenze, Forlì, Genova, Isernia, La Spezia, Lucca, Massa C., Modena, Parma, Perugia, Pesaro, Piacenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rieti, Rimini, Rovigo, Salerno, Savona, Siena, Sondrio, Teramo, Terni, Trento, Treviso, Venezia, Viterbo
3	Avellino, Benevento, Cagliari, Campobasso, Chieti, Foggia, Frosinone, Grosseto, Imperia, Livorno, Macerata, Matera, Pescara, Pisa, Potenza, Roma
4	Bari, Brindisi, Caserta, Catanzaro, Crotone, Latina, Lecce, Messina, Napoli, Nuoro, Oristano, Reggio Calabria, Sassari, Taranto, Vibo Valenzia
5	Agrigento, Caltanissetta, Catania, Cosenza, Enna, Palermo, Ragusa, Siracusa, Trapani

Supponendo che i collettori solari siano installati in provincia di Messina (fascia solare 4), che siano dei collettori piani (minore risparmio unitario rispetto ai collettori sottovuoto) e che l'impianto integrato o sostituito sia un boiler elettrico, si ottengono i valori di risparmio specifico lordo e netto:

$$RSL = RSN = 194 \cdot 10^{-3} \text{ tep/anno/UFR}$$

Bisogna ricordare che normalmente i collettori solari, per avere il miglior rapporto costi-benefici, non sono dimensionati per coprire la totalità del fabbisogno, ma per una quantità circa del 50-70% del totale per complesso pluri-familiare. Dunque, nel caso di collettori piani può essere considerato ragionevole assumere: [31]

$$S_{Spec} = 0,5 - 1 \frac{m^2}{persona}$$

Sia assunto il valor medio dell'intervallo ($S_{Spec} = 0,75 \text{ m}^2/persona$) e si consideri che il complesso sia abitato da 60 persone. Questo determina:

$$S_{tot} = S_{Spec} \cdot N^{\circ} persone = 0,75 \cdot 60 = 45 \text{ m}^2$$

Si può ottenere dunque il risparmio netto contestuale

$$RNC = RSN \cdot N^{\circ}UFR = 194 \cdot 10^{-3} \left[\frac{tep}{anno \cdot N^{\circ}UFR} \right] \cdot 45 [N^{\circ}UFR] = 8,73 \frac{tep}{anno}$$

Superiore alla soglia minima dei 7,5 tep/anno per la valutazione standardizzata, descritta in tabella 8. Per questa tipologia di intervento vale inoltre:

- $\tau = 2,65$;
- $\alpha = 0,732$, se i collettori solari sono installati ad integrazione/sostituzione di sistemi di teleriscaldamento urbano; $\alpha = 1$ in tutti gli altri casi.

E di conseguenza:

$$RNA = (\tau - 1) \cdot RNC = 1,65 \cdot 8,73 = 14,40 \frac{tep}{anno}$$

$$RNI = \tau \cdot RNC = 2,65 \cdot 8,73 = 23,13 \frac{tep}{anno}$$

Il risparmio netto integrale rispetta a sua volta la quota minima di 20 tep per le valutazioni standardizzate. I TEE riconosciuti per risparmi ottenuti con collettori installati ad integrazione o sostituzione di un boiler elettrico sono di tipo I.

Nella seguente tabella si riportano le schede tecniche disponibili per la valutazione standardizzata, con relativo τ :

Tabella 3.9 - Tipologie di schede tecniche standardizzate [30]

N°	Tipologia di intervento	τ
02T	Sostituzione di scalda-acqua elettrici con scalda-acqua a gas	2,65
03T	Installazione di caldaia unifamiliare a 4 stelle di efficienza alimentata a gas naturale e di potenza termica nominale non superiore a 35 kW	2,65
04T	Sostituzione di scalda-acqua a gas con scalda-acqua a gas più efficienti	2,65
05T	Sostituzione di vetri semplici con doppi vetri	2,91
06T	Isolamento delle pareti e delle coperture	2,91
07T	Impiego di impianti fotovoltaici di potenza < 20 kW	3,36
08T	Impiego di collettori solari per la produzione di acqua calda sanitaria	2,65
09T	Installazione di sistemi elettronici di regolazione di frequenza (inverter) in motori elettrici operanti su sistemi di pompaggio con potenza inferiore a 22 kW	2,65
15T	Installazione di pompe di calore elettriche ad aria esterna in luogo di caldaie in edifici residenziali di nuova costruzione o ristrutturati	2,65
17T	Installazione di regolatori di flusso luminoso per lampade a vapori di mercurio e lampade a vapori di sodio ad alta pressione negli impianti adibiti ad illuminazione esterna	1,87 o 2,65(*)
19T	Installazione di condizionatori ad aria esterna ad alta efficienza con potenza frigorifera inferiore a 12 kW _f	2,65
20T	Isolamento termico delle pareti e delle coperture per il raffrescamento estivo in ambito domestico e terziario	2,91
27T	Installazione di pompa di calore elettrica per produzione di acqua calda sanitaria in impianti domestici nuovi ed esistenti	2,65
28T	Realizzazione di sistemi ad alta efficienza per l'illuminazione di gallerie autostradali ed extraurbane principali	1,87 o 2,65 (*)
29Ta	Realizzazione di nuovi sistemi di illuminazione ad alta efficienza per strade destinate al traffico motorizzato	2,65

29Tb	Installazione di corpi illuminanti ad alta efficienza in sistemi di illuminazione esistenti per strade destinate al traffico motorizzato	1,87
30E	Installazione di motori elettrici a più alta efficienza	2,65
33E	Rifasamento di motori elettrici di tipo distribuito presso la localizzazione delle utenze	2,65
36E	Installazione di gruppi di continuità statici ad alta efficienza (UPS)	1,87
37E	Nuova installazione di impianto di riscaldamento unifamiliare alimentato a biomassa legnosa di potenza ≤ 35 kW termici	2,65
38E	Installazione del sistema di automazione e controllo del riscaldamento negli edifici residenziali (Building Automation and Control System, BACS) secondo la norma UNI EN 15232	1,87
39E	Installazione di schermi termici interni per l'isolamento termico del sistema serra	2,91
40E	Installazione di impianto di riscaldamento alimentato a biomassa legnosa nel settore della serricoltura	2,65
42E	Diffusione di autovetture a trazione elettrica per il trasporto privato di passeggeri	1,87
43E	Diffusione di autovetture a trazione ibrida termo-elettrica per il trasporto privato di passeggeri	1,87
44E	Diffusione di autovetture alimentate a metano, per il trasporto di passeggeri	1,87
45E	Diffusione di autovetture alimentate a GPL per il trasporto di passeggeri	1,87
46E	Pubblica illuminazione a led in zone pedonali: sistemi basati su tecnologia a led in luogo di sistemi preesistenti con lampade a vapori di mercurio	2,65
47E	Sostituzione di frigoriferi, frigocongelatori, congelatori, lavabiancheria, lavastoviglie con prodotti analoghi a più alta efficienza	2,65

(*) 2,65 per nuove installazioni, 1,87 per retrofit

3.1.2 Metodi di valutazione analitica (RVC-A)

I metodi di valutazione analitica utilizzano un algoritmo specifico, che ha come input un numero limitato di parametri che permettono di descrivere lo stato di funzionamento ed i consumi energetici dell'impianto in esame. L'algoritmo è fornito dalle autorità attraverso schede pre-costituite ed implica misurazioni dirette da parte dell'utente.

Infatti, al contrario dei metodi di valutazione standardizzata, che dopo aver presentato la proposta al primo anno, non hanno bisogno di ulteriori richieste, i metodi di valutazione analitica devono presentare annualmente la RVC in quanto, proprio in seguito alla caratterizzazione del progetto, devono essere fatte regolarmente misurazioni sui parametri di riferimento e sui consumi, per valutarne eventuali cambiamenti. In particolare, sia per progetti standardizzati che analitici, se vengono apportate delle modifiche rispetto al documento presentato in fase di RVC, queste devono essere tempestivamente comunicate al GSE, in

quanto potrebbero influire sull'entità dei risparmi conseguibili e quindi sull'ammissibilità al meccanismo. Esistevano in origine 10 principali schede analitiche:

Tabella 3.10 - Schede tecniche analitiche [32]

N°	Tipologia di intervento	Settore	Utilizzo	τ
10T	Recupero di energia elettrica dalla decompressione del gas naturale	Reti gas	Prod. En. elettrica	3,36
16T	Installazione di inverter su sistemi di pompaggio di potenza maggiore o uguale a 22 kW	Industriale e terziario	Pompaggio	2,65
21T	Piccola cogenerazione nel settore civile	Residenziale e terziario	Climatizzazione e ACS	3,36
22T	Teleriscaldamento nel settore civile	Residenziale e terziario	Climatizzazione e ACS	3,36
26T	Installazione di sistemi centralizzati per la climatizzazione di edifici ad uso civile	Residenziale e terziario	Climatizzazione e ACS	2,65 (CIV-T) 1,87 (CIV-INF)
31E	Installazione di inverter su compressori con potenza superiore o uguale a 11 kW	Industriale	Aria compressa	2,65
32E	Installazione di inverter su ventilatori	Industriale e terziario	Ventilazione	2,65
34E	Ricomprensione meccanica del vapore	Industriale	Riqualficazione termodinamica del vapore	3,36
35E	Installazione di refrigeratori condensati ad aria e acqua	Industriale	Produzione freddo	3,36
41E	Trasporti pubblici a biogas	Trasporto pubblico	Trasporto passeggeri	1,87

In seguito al Dm Sviluppo Economico 22 dicembre 2015 “Revoca e aggiornamento delle schede tecniche del meccanismo di incentivazione dei certificati bianchi”, sono state revocate le schede tecniche standardizzate n. 36E, n. 40E, n.47E e la scheda tecnica analitica n.21T, in funzione delle indicazioni dell’Unione Europea per gli aiuti di stato nel settore agricolo e forestale e nelle zone rurali per il periodo 2014-2020. È stata invece aggiornata la scheda tecnica n.22T. [33]

3.1.3 Metodi di valutazione a consuntivo

I metodi di valutazione a consuntivo si basano sulla presentazione di una Proposta di Progetto e Programma di Misura (PPPM), per certificare i risparmi ottenuti con l'intervento di efficientamento rispetto alla baseline. Questo metodo è utilizzato per tutti i progetti per i quali non sono disponibili schede analitiche e/o standardizzate. Inoltre, se un progetto ricade già nella casistica delle schede tecniche, ciò non esclude la possibilità per il proponente di

presentare comunque una PPPM, soprattutto se quest'ultima consente di verificare dei risparmi maggiori rispetto a quanto ottenibile con una scheda tecnica.

Proprio per le sue caratteristiche intrinseche, il metodo di valutazione a consuntivo risulta essere più complesso dei precedenti, ma al tempo stesso presenta maggiore flessibilità.

Infatti, per quanto le schede tecniche provino a standardizzare le diverse tipologie di intervento, la rapida evoluzione delle tecnologie rende impossibile una copertura completa di tutti i progetti. L'ottenimento di TEE attraverso metodi a consuntivo si articola in 2 fasi fondamentali:

1. Il soggetto titolare presenta una PPPM al GSE, e questa viene valutata da ENEA/RSE con 3 esiti possibili:
 - Approvazione;
 - Rigetto;
 - Revisione
2. Se la proposta viene accettata, il proponente presenta la prima RVC, e dovrà in seguito ripresentarla annualmente secondo le scadenze previste dalla PPPM.

Una PPPM può ad esempio essere rappresentata dalla seguente proposta:

Scheda 1: Impiego di combustibili solidi secondari (CSS) in cementeria
Descrizione Il settore cementiero rappresenta uno dei settori più energivori tra quelli del comparto industriale. Il mix dei combustibili convenzionali utilizzati comprende tutti quelli fossili, senza particolari limiti di qualità, principalmente carbone, petrolio e derivati. L'industria del cemento è dunque da sempre alla ricerca di fonti energetiche alternative in grado di sostituire quelle convenzionali, a prezzi inferiori, e di rispettare i limiti di emissioni (sia di CO ₂ che di altri inquinanti). L'utilizzo dei rifiuti in sostituzione delle materie prime tradizionali offre numerosi benefici, oltre alla riduzione dello sfruttamento delle risorse naturali e alla riduzione dei gas ad effetto serra. L'utilizzo di materiali alternativi in sostituzione parziale del carbone è un esempio di contributo positivo dell'industria del cemento alla gestione delle risorse naturali.

Figura 3.3 - Esempio di intervento valutato con metodologia a consuntivo [34]

A differenza delle schede analitiche e standardizzate che, facendo riferimento ad interventi che producono già effettivi risparmi energetici, consentono una variazione delle caratteristiche dell'impianto in corso d'opera (previa comunicazione), con i metodi a consuntivo, essendo le PPPM solo delle proposte che non implicano la necessaria realizzazione dell'intervento, non sono accettate modifiche alla configurazione iniziale, ad eccezione dei casi in cui queste modifiche producano variazioni dei risparmi non superiori al 5%.

A differenza delle statistiche globali del meccanismo dei TEE, con la valutazione a consuntivo si riscontra una situazione di equilibrio in relazione alla tipologia di titoli ottenuti, spiegabile con la grande varietà di progetti presentabili:

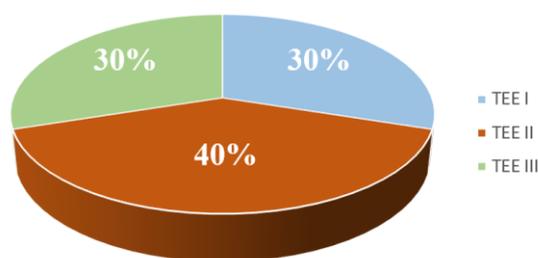


Grafico 3.3 - Tipologia di titoli ottenuti con PPPM [32]

Grandi progetti

Una casistica a parte, che riprende le caratteristiche delle PPPM ma con una struttura molto più complessa, è rappresentata dai grandi progetti: il DM 28 dicembre 2012 definisce come tali tutti gli interventi che producono un risparmio annuale maggiore o uguale a 35.000 tep e con una vita tecnica di almeno 20 anni. Infatti, sebbene questi progetti siano assimilabili alle PPPM per la mancanza di una base di riferimento, entrano in gioco dei parametri che non sono normalmente contemplati dalle PPPM stesse, come le emissioni in atmosfera e l'innovazione tecnologica, che possono aumentare il numero di TEE riconosciuti (premieria) fino al 30%, in funzione dei risultati ottenuti e della localizzazione dell'impianto. Questo valore è aumentabile fino al 40% o al 50% per progetti che producano rispettivamente risparmi tra 35.000 e 70.000 tep/anno o superiori a 70.000 tep/anno.

Per accedere al meccanismo dei certificati bianchi in relazione ad un grande progetto, il soggetto proponente deve rivolgersi direttamente al Ministero dello Sviluppo Economico. Il MSE, di concerto con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), realizza delle consultazioni con la regione interessata dall'intervento e con il supporto tecnico di GSE, ENEA ed RSE, entro un limite massimo di 120 giorni, esprime un parere sulla proposta. La difficoltà ulteriore dei grandi progetti rispetto alle normali PPPM risiede nella difficoltà del calcolo del consumo di baseline (ante-intervento), per poterlo poi confrontare con il consumo post-intervento. Inoltre, nel caso di grandi progetti, il soggetto proponente ha la facoltà di fissare il prezzo dei TEE riconosciuti ad un valore costante, pari al valore alla data di approvazione del progetto, per tutta la vita utile dell'intervento. In realtà

uno stesso intervento che comporti il risparmio di un numero elevato di tep potrebbe essere valutato sia come PPPM che come grande progetto: il proponente non ha però il diritto di presentare entrambe le proposte, dovendo sceglierne una sola tra le due [32].

3.2 Procedura di ottenimento dei certificati bianchi

L'ottenimento dei TEE richiede un processo articolato in più tappe e con diverse scadenze, che sono riassunte dalla figura seguente:



Figura 3.4 - Descrizione del flusso operativo per l'ottenimento dei TEE [28]

In realtà, prima ancora della fase iniziale del processo, per soggetti volontari che vogliono ottenere TEE è prevista una fase di accreditamento presso il GSE, che avviene direttamente online e con la quale si ottiene il diritto a presentare progetti. Successivamente, avviene la presentazione dello stesso progetto, attraverso:

- RVC-S /RVC-A per valutazione standardizzata/analitica;
- PPPM per valutazione a consuntivo.

Il meccanismo prevede dei vincoli da rispettare riguardo alla data di prima attivazione per poter presentare domanda:

- Per RVC-S la data di prima attivazione deve essere al massimo 12 mesi anteriore alla data di avvio del progetto (corrispondente al raggiungimento del risparmio minimo di 20 tep);

- Per RVC-A la data di prima attivazione deve essere al massimo 12 mesi anteriore alla data di avvio del monitoraggio dei consumi (corrispondente al raggiungimento del risparmio minimo di 40 tep);
- Per PPPM la data di prima attivazione deve essere successiva alla data di presentazione del progetto (corrispondente al raggiungimento del risparmio minimo di 60 tep).

Successivamente si ha la fase di valutazione del GSE, attraverso delle istruttorie realizzate da ENEA o RSE: in caso di esito positivo, viene comunicata l'accettazione al proponente ed infine vengono rilasciati i titoli.

Ogni metodologia ha delle tempistiche caratteristiche per la presentazione sia della prima richiesta che delle successive, così come per la valutazione da parte del GSE.

Per proposte standardizzate, oltre al vincolo dei 12 mesi tra data di prima attivazione e il raggiungimento della dimensione minima (data di avvio), esiste anche un limite massimo di 180 giorni tra quest'ultima e la presentazione della prima RVC.

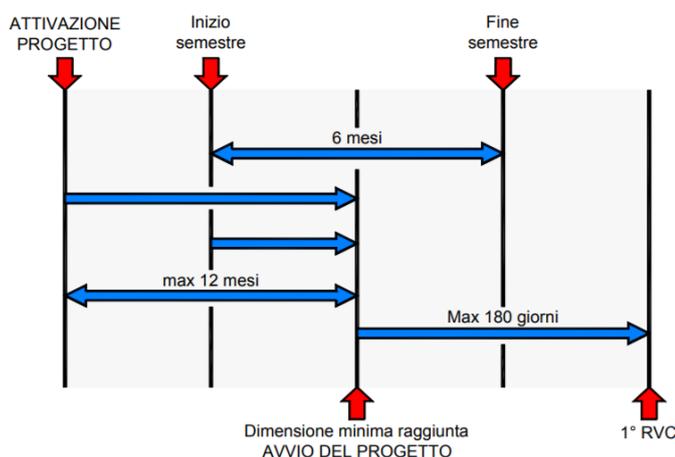


Figura 3.5 - Tempistiche di riferimento per proposte standardizzate [16]

La metà dei TEE annui richiesti viene rilasciata sei mesi dopo l'accettazione della prima RVC; il restante 50% viene emesso in quantità uguali ad intervalli di 3 mesi.

Per proposte analitiche, si considera un periodo massimo di 12 mesi di monitoraggio, durante il quale viene raggiunta la dimensione minima. A partire dalla fine del monitoraggio, il proponente ha 180 giorni per presentare la prima RVC. Dovrà in seguito presentare le successive RVC, ognuna ad una distanza non inferiore ai 3 mesi rispetto alla precedente.

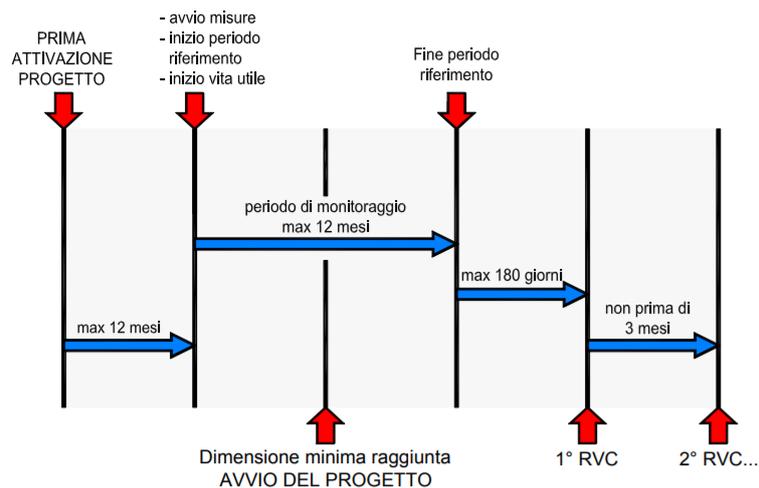


Figura 3.6 - Tempistiche di riferimento per proposte analitiche [16]

Per proposte a consuntivo, la sequenza di operazioni è molto differente, ed il proponente deve fornire, con la presentazione delle PPPM, una serie di informazioni dettagliate sul progetto, riassunte dalla seguente tabella:

Tabella 3.11 - Tappe successive per metodologia a consuntivo [16]

Quadro	Argomento
1	Informazioni sul soggetto titolare del progetto
1.1	Ruolo ed attività svolta nell'ambito del progetto
2.2	Categoria d'intervento
2.3	Descrizione degli interventi, delle strutture/impianti interessati, della tempistica e dei risultati attesi
2.4	Data di prima attivazione del progetto. Data di inizio del periodo di monitoraggio
2.5	Eventuali ulteriori contributi economici
3.1	Descrizione del programma di misura proposto
3.2	Condizioni di pre-installazione (baseline)
3.3	Aggiustamenti
3.4	Addizionalità
3.5	Algoritmi di valutazione per il calcolo dei risparmi
3.6	Vita utile, vita tecnica e coefficiente di durabilità (τ)
4.1	Strumentazione e modalità di misurazione
4.2	Verifiche periodiche di funzionalità
5.1	Documentazione da trasmettere
5.2	Documentazione da conservare

Nel caso di progetti valutati a consuntivo, il proponente, vista la non-appartenenza del progetto in questione ad uno standard, e per evitare il rischio di rigetto, può effettuare una Richiesta di Verifica Preliminare di conformità (RVP) al GSE, che fornisce un parere tecnico. Se il progetto viene giudicato positivamente, il proponente deve presentare la prima RVC ed in seguito le successive, seguendo le scadenze descritte nella PPPM. Si possono verificare due casi fondamentali:

- La PPPM viene presentata quando l'intervento deve essere ancora realizzato

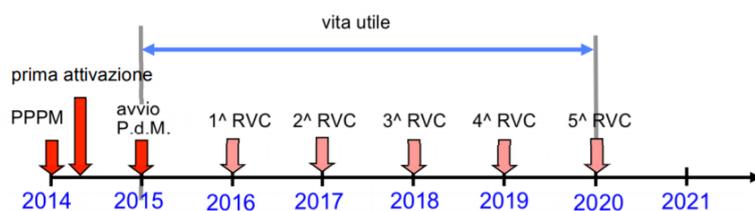


Figura 3.7 - Presentazione di PPPM con progetto non ancora realizzato

- La PPPM viene presentata quando l'intervento è in fase di realizzazione

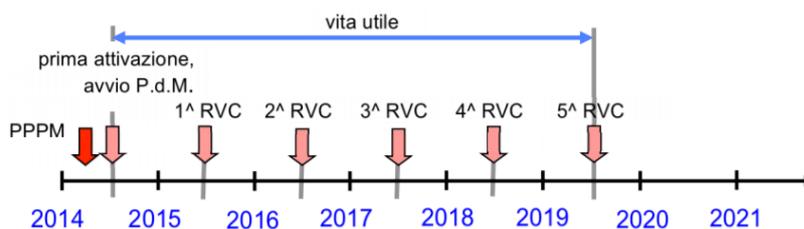


Figura 3.8 - Presentazione di PPPM con progetto in fase di realizzazione

In entrambi i casi, la vita utile dell'intervento viene considerata a partire dall'avvio del programma di misura o, al massimo, 24 mesi dopo la data di prima attivazione. Nel secondo esempio la data di prima attivazione coincide con la data di avvio del programma di misura e quindi con l'inizio della vita utile.

Qualunque sia la metodologia di valutazione, dopo la presentazione della prima RVC, come riportato dall'art.6 del DM 28 dicembre 2012, il GSE deve svolgere una funzione di controllo, per "valutare e certificare la riduzione dei consumi di energia primaria" della proposta, emettendo un parere entro 60 giorni. In caso di richiesta di integrazioni, il proponente deve fornire il progetto aggiornato entro 45 giorni dalla ricezione della richiesta del GSE.

In particolare, esclusivamente per le PPPM il superamento dei 60 giorni implica l'entrata in vigore del regime di silenzio-assenso: la mancata comunicazione da parte del GSE significa un'approvazione della proposta. Per RVC-S e RVC-A il superamento dei 60 giorni è da intendersi come un ritardo da parte del GSE nelle comunicazioni.

In casi rari ed eccezionali, una PPPM può risultare fortemente carente da un punto di vista delle informazioni o degli obiettivi prefissati: in questo caso la proposta non viene direttamente rifiutata, ma viene comunicato un avviso di pre-rigetto al proponente, che ha 10 giorni a disposizione per effettuare tutte le modifiche necessarie.

Proprio per le loro caratteristiche di aleatorietà e non-standardizzazione, una percentuale molto elevata di PPPM continua ad essere soggetta a rigetto, nonostante l'esperienza quasi decennale accumulata. Nel 2015 e nel 2016 rispettivamente il 42% ed il 36% delle PPPM sono state rigettate, a fronte di percentuali ben più irrisorie per le RVC, pari rispettivamente al 7% ed al 13% delle proposte [35].

Da un punto di vista economico, la richiesta di RVC-S, RVC-A o PPPM implica il versamento di un contributo al GSE, costituito da una quota fissa diversa a seconda che il progetto sia una RVC o una PPPM, e da una quota variabile. Le tariffe sono state pubblicate con il DM 24 dicembre 2014 “*Tariffe per i costi sostenuti dal GSE nell'attività di gestione e controllo degli incentivi per le rinnovabili e l'efficienza energetica*” e sono riassunte nella seguente tabella:

Tabella 3.12 – Tariffe per i costi sostenuti dal GSE [36]

N° TEE	Corrispettivo fisso RVC [€]	Corrispettivo fisso PPPM [€]	Corrispettivo variabile [€/TEE riconosciuto]
TEE ≤ 100	100	200	-
100 < TEE ≤ 1.000	200	500	1,1
1.000 < TEE ≤ 5.000	400	750	
5.000 < TEE ≤ 15.000	1.000	1.500	
15.000 < TEE ≤ 50.000	1.500	2.000	
TEE > 50.000	2.000	2.500	

Esistono corrispettivi da versare al GSE anche per i seguenti casi particolari:

Tabella 3.13 - Tariffe per i costi sostenuti dal GSE per casi particolari

Tipologia	Corrispettivo [€]
RVP	1.000
Nuove schede tecniche	500
Grandi progetti	5.000

Analogamente, devono essere versati dei contributi al GME che, per il periodo 2013-16, sono stati pari a 0,1 €/TEE scambiato.

3.3 Risultati dei TEE nel periodo 2013-2016

Per la valutazione dei risultati conseguiti con la normativa esistente, si analizzano le variazioni statistiche nel corso degli anni in cui la stessa è stata applicata, ovvero dal 2013 al 2016, facendo particolare riferimento all'ultimo anno di applicazione per alcune statistiche annuali. Per la raccolta dei dati, sono stati utilizzati i rapporti annuali del GSE sul meccanismo dei certificati bianchi in relazione agli anni 2013, 2014, 2015, 2016 e le statistiche fornite dal GME. Tuttavia, poiché il DM sulla normativa esistente è stato pubblicato in data 28 dicembre 2012, quindi solo 3 giorni prima dell'inizio del 2013, si farà particolare attenzione al triennio 2014-2016. In questo periodo, sono state presentate un totale di 39.037 richieste, di cui 36.189 della tipologia RVC e 2.848 della tipologia PPPM. I dati per il periodo completo sono riassunti dal seguente grafico:

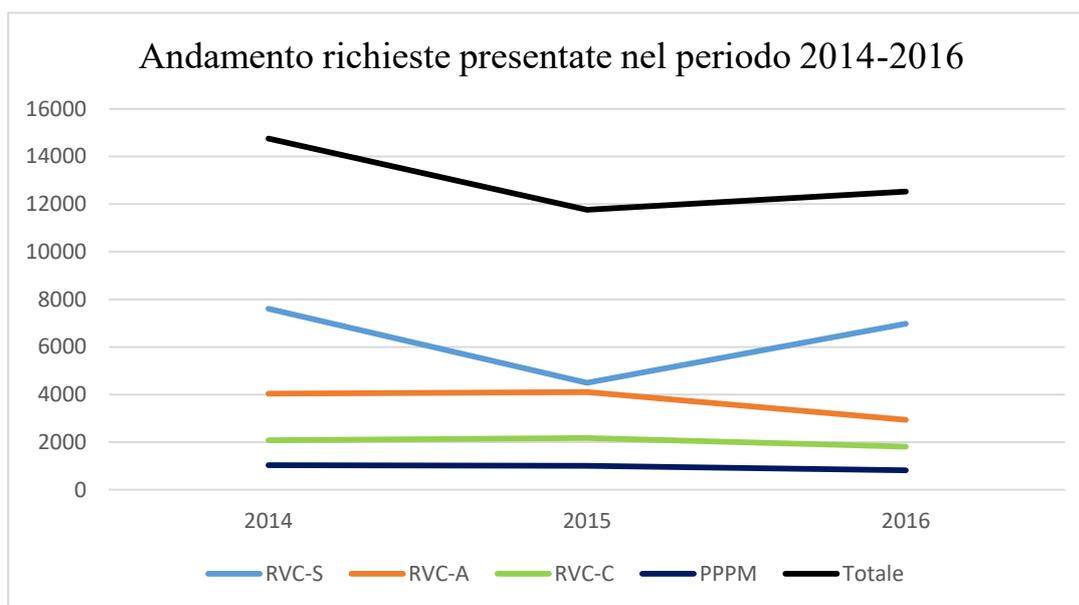


Grafico 3.4 - Trend di presentazione delle richieste nel triennio 2014-2016

Corrispondente in cifre a:

Tabella 3.14 - Richieste presentate nel triennio 2014-2016 [37, 38, 39]

Anno	RVC-S	RVC-A	RVC-C	PPPM	Totale RVC	Totale
2014	7.604	4.034	2.079	1.034	13.717	14.751
2015	4.490	4.103	2.170	999	10.763	11.762
2016	6.971	2.935	1.803	815	11.709	12.524
Totale	19.065	11.072	6.052	2.848	36.189	39.037

Le RVC-C (Richieste di Verifica e Certificazione di risparmio afferenti a metodi di valutazione a consuntivo), si riferiscono a PPPM precedentemente approvate. I dati nel triennio 2014-2016 non mostrano una chiara tendenza di crescita o decrescita nelle richieste dei TEE: infatti a fronte di quasi 15.000 richieste nel 2014, il 2015 ha visto una forte flessione, in parte recuperata nel 2016.

Il valore elevato di richieste del 2014 può spiegarsi con il fatto che sono stati presentati molti progetti relativi a interventi già realizzati e quindi in grado di generare risparmi. Anche la suddivisione nella scelta delle diverse metodologie non segue un trend ben definito, tuttavia è possibile fare alcune osservazioni: i progetti con valutazione standardizzata, proprio per le loro caratteristiche intrinseche di normalizzazione, costituiscono sempre la quota più importante sul totale, superando sia nel 2014 che nel 2016 il 50% delle scelte. I progetti a consuntivo invece non superano mai il 10%, sia per la loro complessità che ne rende difficile la scelta, sia perché i nuovi interventi vengono via via standardizzati (nei limiti del possibile) e passano quindi alla categoria RVC-S. Per l'anno 2016 la suddivisione in percentuale è stata la seguente:

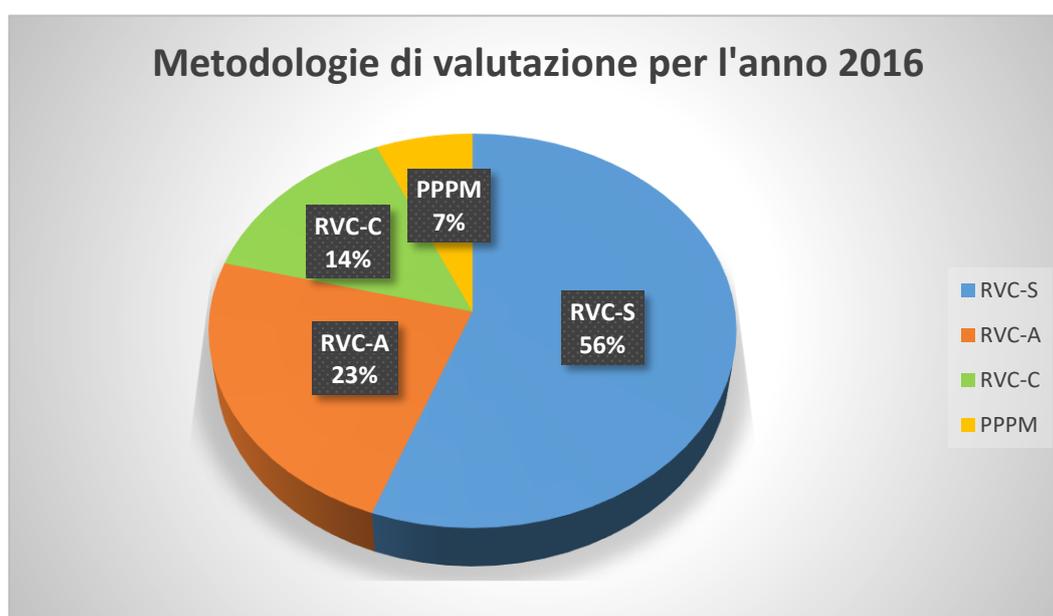


Grafico 3.5 - Metodologie di valutazione per l'anno 2016

Le proposte presentate hanno consentito di ottenere cifre molto importanti in termini di TEE e conseguentemente di risparmi in tep:

Tabella 3.15 - Risparmi conseguiti e TEE rilasciati

Anno	Risparmi conseguiti [tep]	TEE rilasciati
2014	2.696.576	7.528.970
2015	1.733.440	5.029.064
2016	1.932.287	5.517.891
Totale	6.362.303	18.075.925

È però fondamentale evidenziare la forte differenza nel numero di titoli ottenuti per le RVC-A in rapporto alle altre tipologie di RVC. Per il 2016 ad esempio:

Tabella 3.16 - Risparmi conseguiti per tipologia di proposta

	RVC-S	RVC-A	RVC-C	Totale
Risparmi conseguiti [tep]	914.643	140.395	877.249	1.923.287
TEE riconosciuti	2.434.715	436.848	2.646.328	5.517.891

Nel 2016, le RVC-A, pur rappresentando il 25% delle proposte RVC, hanno consentito di ottenere solo l'8% dei TEE totali. Infatti, nella nuova normativa questa tipologia di proposta è stata eliminata. Per quanto riguarda invece la suddivisione delle richieste di TEE per settore e per categoria di intervento, i risultati nel 2016 sono stati i seguenti:

Tabella 3.17 - Suddivisione delle categorie di intervento per l'anno 2016 [39]

Categoria Intervento	TEE Rilasciati	Incidenza %	Risparmi conseguiti [tep]
Industria			
IND-T	1.762.364	31,9 %	539.822
IND-E	681.743	12,4 %	263.845
IND-FF	556.676	10,1 %	189.534
IND-GEN	64.328	1,2 %	19.498
Sub totale Industria	3.065.111	55,5%	1.012.698
Civile			
CIV-FC	1.074.120	19,5 %	372.418
CIV-T	966.677	17,5 %	340.564
CIV-INF	112.340	2,0 %	59.724
CIV-GEN	43.553	0,8 %	13.197
CIV-ELET	2.194	-	828
CIV-ICT	281	-	241
CIV-FA	42	-	42
Sub totale Civile	2.199.207	39,9%	787.013
Illuminazione			
IPUB-RET	138.383	2,5 %	75.220
IPUB-NEW	57.815	1,0 %	22.050
IPRIV-NEW	19.581	0,4 %	7.463
IPRIV-RET	9.494	0,2 %	4.671
Sub totale Illuminazione	225.273	4,1%	109.404
Reti e Trasporti			
TRASP	28.231	0,5 %	22.913
RETI	69	-	260
Totale	5.517.891		1.932.287

Si nota una forte prevalenza del settore industriale ed in particolare della categoria di intervento IND-T, relativa all'ottimizzazione di processi di essiccazione, cottura o generazione e recupero del calore per raffreddamento, che da sola costituisce circa il 32% del totale. Altre due categorie rilevanti sono, nel settore civile, la CIV-FC (interventi sull'involucro edilizio e riduzione dei consumi per climatizzazione) e la CIV-T (produzione ACS, generazione calore/freddo per climatizzazione in ambito residenziale, terziario, agricolo), che costituiscono rispettivamente circa il 19% ed il 18% del totale. I settori dell'illuminazione e di reti e trasporti mantengono invece percentuali minime.

È interessante distinguere anche la tipologia di titoli rilasciati:

Tabella 3.18 - Tipologia di titoli rilasciati nell'anno 2016

	Titolo tipo I	Titolo tipo II	Titolo tipo III	Titolo tipo IV	Titolo tipo V	Emissioni Totali
Industria	1.178.906	1.268.193	618.012	0	0	3.065.111
Civile	467.932	1.515.196	216.079	0	0	2.199.207
Illuminazione	224.573	609	91	0	0	225.273
Reti e Trasporti	5.511	19.611	3.178	0	0	28.300
Totale tipo TEE	1.876.922	2.803.609	837.360	0	0	5.517.891

I titoli di tipo II sono in netta prevalenza, rappresentando oltre il 50% del totale (tranne per le proposte a consuntivo che, come detto precedentemente, hanno una suddivisione più omogenea dei titoli). Infine un'ultima osservazione fondamentale riguarda la tipologia di soggetti, ovviamente tra quelli non obbligati, che hanno presentato delle proposte. È possibile distinguere 6 principali categorie:

- 1) Imprese di distribuzione di energia elettrica non soggette all'obbligo (DE);
- 2) Imprese di distribuzione di gas naturale non soggette all'obbligo (DG);
- 3) Imprese che hanno provveduto alla nomina dell'energy manager (EMV);
- 4) Imprese con l'obbligo di nomina dell'energy manager (SEM);
- 5) Società di Servizi Energetici (SSE);
- 6) Imprese che si sono dotate di un sistema di gestione dell'energia ISO 50001 (SSGE)

Nel grafico seguente si riporta la suddivisione dei progetti tra questi enti; le statistiche riguardanti le SSGE non sono rappresentate in quanto caratterizzate da valori numerici quasi trascurabili sul totale (<<1%):



Grafico 3.6 - Ripartizione dei soggetti proponenti

È chiara la nettissima prevalenza delle SSE, mentre la percentuale degli altri soggetti si è addirittura assottigliata nel tempo. Infatti, nonostante la contrazione delle richieste verificatesi nel periodo 2014-2016, analizzando il ruolo delle SSE sul totale dei progetti presentati, queste ultime sono passate dal 93% del mercato nel 2014 al 96% nel 2016.

In generale, volendo tracciare un bilancio complessivo in relazione alla normativa introdotta per il periodo 2013-2016 ed ai conseguenti risultati, il meccanismo dei certificati bianchi ha promosso numerosi interventi di efficientamento, contribuendo sia da un punto di vista economico con l'incentivazione e la riduzione dei consumi (e quindi dei costi), sia da un punto di vista ambientale, con una riduzione delle emissioni. La conseguenza è stata una modernizzazione del parco energetico nazionale.

Al tempo stesso però, confrontando i risultati “post-operam” della tabella 3.15 con gli obiettivi che erano stati fissati dalla strategia energetica nazionale (tabella 3.3), si nota un importante scostamento. Infatti gli obiettivi erano stati proposti seguendo i trend fortemente crescenti del periodo 2006-2010, sulla scia di un forte ottimismo che però non si è tradotto in fatti concreti. Inoltre, con il passare degli anni, si è avuto via via un irrigidimento delle procedure per accedere al meccanismo (effetto ulteriormente amplificato dalla nuova normativa, come descritto nel capitolo 4), soprattutto per la questione dell'addizionalità. Al contrario di altri settori non ben regolati, il nostro paese ha adottato una regolamentazione del mondo dei certificati bianchi ad un livello di precisione elevatissimo, senza eguali a livello europeo: questo paradossalmente ha ridotto il numero di progetti ammissibili e dunque non incentiva il mercato dei TEE.

Una parte fondamentale nella crescita del meccanismo è stata giocata dai cosiddetti soggetti volontari, che hanno visto il meccanismo dei certificati bianchi come un sistema dinamico ed incentivante. Allo stesso tempo però, rispetto ad altre opere di incentivazione che il Governo Italiano ha portato avanti in passato, per i TEE la situazione è più complessa, in quanto il mercato dei titoli ha trend molto variabili, e rende difficile per il proponente avere delle certezze sulla possibilità di vendere i titoli.

Un'ulteriore problematica è stata la non-regolamentazione dei rapporti tra soggetti proponenti dei progetti (nel caso di richiesta a terzi, come le ESCO, della relativa presentazione) e gli utenti finali beneficiari dell'intervento: sono sorti problemi quando alcune verifiche hanno dimostrato non-conformità con quanto dichiarato. La conseguenza è stata una diminuzione, nel triennio 2014-2016, dell'importanza dei TEE sugli obiettivi nazionali di efficienza energetica. Infatti, sebbene essi rappresentino ancora lo strumento di incentivazione più importante, negli ultimi anni l'aggiunta di risparmi annuali in Mtep/anno è rimasta circa costante per i TEE e comunque inferiore agli obiettivi previsti; si è avuta invece, ad esempio, una forte crescita del contributo delle detrazioni fiscali. Le problematiche esposte sono state al centro delle valutazioni tenute in conto per la realizzazione della nuova normativa dei certificati bianchi.

Infine, nell'ottica di una visione temporale più ampia della portata del meccanismo, sono forniti nel seguente grafico i risultati ottenuti dal 2006 al 2016:

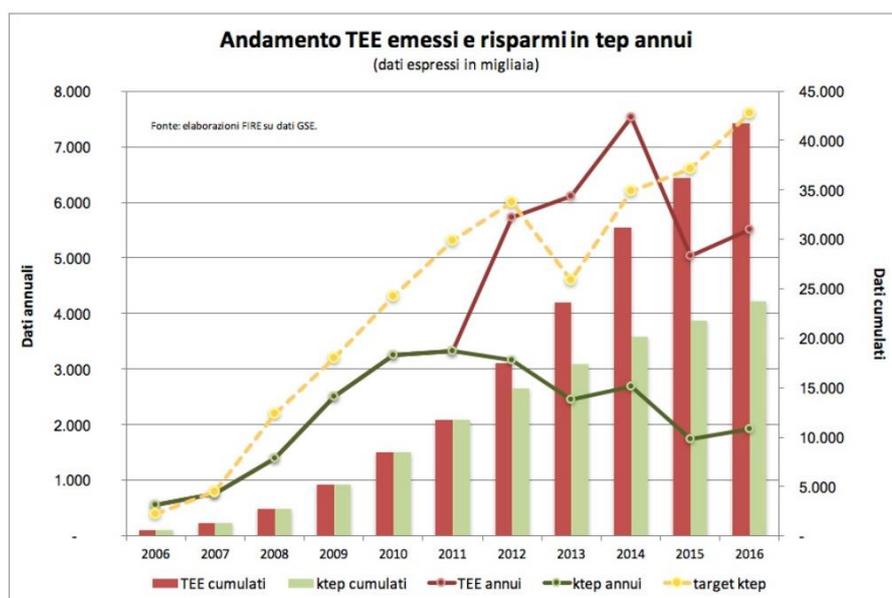


Grafico 3.7 - Andamento dell'emissione di TEE nel periodo 2006-2015 [35]

Si possono distinguere tre fasi fondamentali:

- La prima, fino al 2007, rappresenta la fase iniziale del programma, in cui sono stati riconosciuti i risparmi derivanti da interventi semplici e di facile applicazione, anche grazie alla forte addizionalità presente (ad esempio le lampade compatte fluorescenti);
- La seconda, tra il 2008 ed il 2011, ha visto un progressivo aumento della difficoltà nel raggiungimento degli obiettivi, sia per la mancanza di un numero sufficiente di nuovi progetti complessi, sia per il venir meno, in alcuni casi, della condizione di addizionalità (ad esempio le lampade compatte fluorescenti sopracitate sono diventate in poco tempo uno standard di mercato, riducendo l'applicazione dell'addizionalità fino ad annullarla completamente);
- La terza, dal 2012 al 2016, caratterizzata da una ripresa anche in funzione dell'introduzione del coefficiente moltiplicativo τ , che ha comportato tra l'altro la suddivisione tra obiettivi in tep ed obiettivi in termini di TEE.

4. NUOVA NORMATIVA (DM 11/01/17)

4.1 Caratteristiche generali

Con il DM 11 gennaio 2017 [40], riguardante la “*Determinazione degli obiettivi quantitativi nazionali di risparmio energetico...per gli anni dal 2017 al 2020*”, pubblicato dal MSE di concerto con il MATTM, sono state definite le principali caratteristiche e linee guida per la presentazione di richieste legate all’ottenimento dei certificati bianchi, per il quadriennio di riferimento. Il meccanismo, basandosi sulle caratteristiche della normativa riferita al quadriennio 2013-2016, subisce una serie di semplificazioni procedurali, ed il processo di gestione può essere così riassunto:

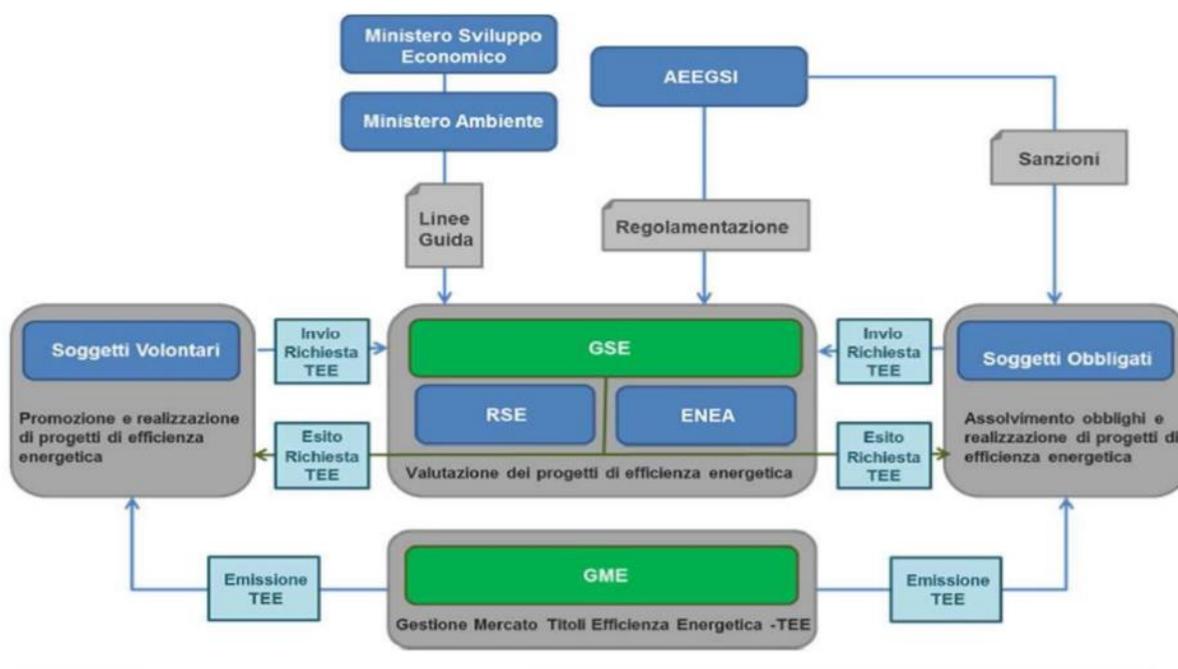


Figura 4.1 - Processo di gestione del meccanismo dei certificati bianchi [41]

Rispetto alla normativa esistente, analizzata nel capitolo 3, è rimasta invariata la definizione di soggetti obbligati in relazione ai distributori di energia elettrica e gas. Sono invece sensibilmente variati gli obiettivi quantitativi annuali di risparmio energetico, riassunti dal seguente grafico:

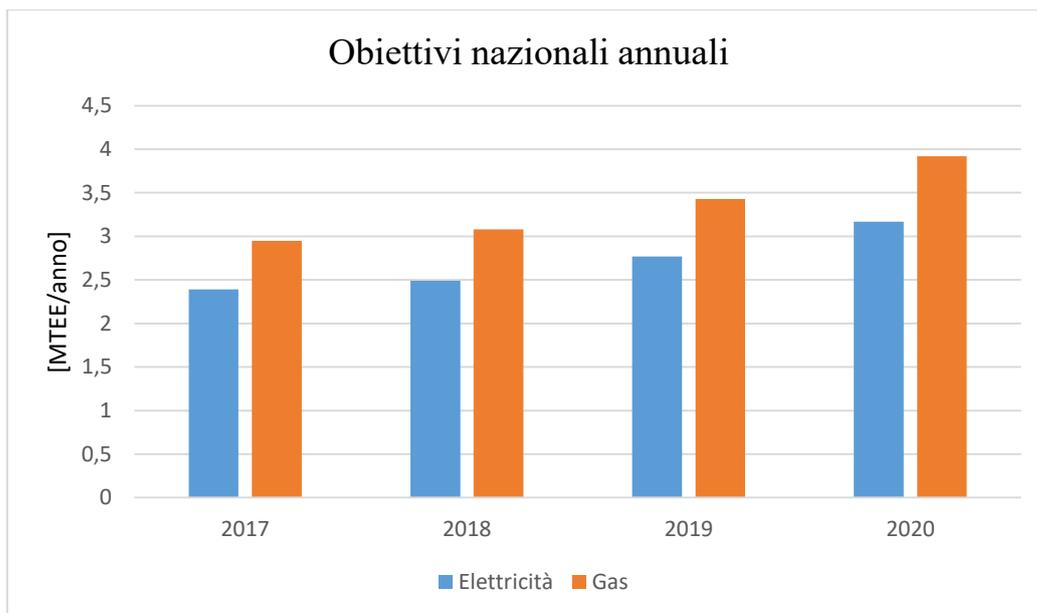


Grafico 4.1 - Obiettivi nazionali annuali per il periodo 2017-2020

Corrispondenti in cifre a:

Tabella 4.1 - Obiettivi quantitativi di risparmio per il quadriennio 2017-2020 [42]

Anno	Energia primaria [Mtep/anno]	Elettricità [MTEE/anno]	Gas [MTEE/anno]
2017	7,14	2,39	2,95
2018	8,32	2,49	3,08
2019	9,71	2,77	3,43
2020	11,19	3,17	3,92

Si può immediatamente notare che, con la nuova normativa, rispetto agli obiettivi definiti dalla precedente, il 55% degli obblighi nazionali di risparmio energetico in termini di TEE è affidato al settore del gas naturale piuttosto che a quello dell'energia elettrica: questa decisione è dovuta al progressivo calo della quota di risparmi generata dai sistemi che utilizzano appunto energia elettrica. Per il raggiungimento degli obiettivi concorrono sia lo stesso rilascio diretto di certificati bianchi, che la produzione di energia da cogenerazione ad alto rendimento (CAR), che permette ugualmente di ottenere TEE. Gli obiettivi sono fissati coerentemente con le disposizioni dell'articolo 7 della direttiva Efficienza Energetica dell'Unione Europea, che ha previsto un obiettivo minimo di risparmio cumulato pari a 25,58 Mtep addizionali di energia finale nel periodo 2014-2020, di cui il 60% dovrà essere coperto dai certificati bianchi. Contestualmente alla pubblicazione del decreto, con la determinazione DMRT/EFC/6/2017, l'AEEGSI ha definito le quote di risparmio per i singoli distributori

obbligati, in termini di numero di certificati bianchi da ottenere. Le quote per i distributori di energia elettrica sono le seguenti:

Tabella 4.2 - Obblighi di risparmio per i distributori di energia elettrica [43]

Distributore	Obbligo quantitativo [n° CB]
Areti S.p.A.	111.460
Acegasapsamga S.p.A.	8.732
Deval S.p.A.	6.092
Edyna S.r.l.	20.492
Inretedistribuzione Energia S.p.A.	23.503
Ireti S.p.A.	39.111
Megareti S.p.A.	12.576
Servizi A Rete S.R.L.	5.023
Set Distribuzione S.p.A.	20.374
Unareti S.p.A.	97.570
E-Distribuzione S.p.A.	2.045.068

La distribuzione non è uniforme, con una nettissima prevalenza di una sola impresa (Enel-Distribuzione S.p.A.), che da sola rappresenta circa l'86% degli obblighi. Ai distributori di gas è stata invece assegnata una quota totale di 2.950.000 CB; per ragioni grafiche relative al numero elevato di soggetti obbligati, si riportano esclusivamente i dati dei principali distributori, con un numero di CB da ottenere > 100.000:

Tabella 4.3 - Obblighi di risparmio per i principali distributori di gas naturale

Distributore	Obbligo quantitativo [n° CB]	% sul totale
2i Rete Gas S.p.A.	567.291	19,23
Inretedistribuzione Energia S.p.A.	212.284	7,20
IRETI S.p.A.	127.638	4,33
Italgas Reti S.p.A.	753.109	25,33
Toscana Energia S.p.A.	110.067	3,73
Unareti S.p.A.	187.139	6,34

La distribuzione degli obblighi risulta in questo caso più ripartita rispetto ai distributori di energia elettrica, anche se due sole imprese (2i Rete Gas S.p.A. ed Italgas Reti S.p.A.) costituiscono da sole quasi il 45% del totale. Le singole quote sono determinate dal rapporto tra l'energia elettrica (o il gas naturale) distribuita dall'impresa e la quantità totale di energia elettrica (o gas naturale) distribuita sul territorio nazionale. Entro il 31 gennaio di ogni anno, l'AEEGSI comunica al MSE la quota aggiornata relativa ad ogni distributore.

Ovviamente, anche con la nuova normativa sono ammessi al meccanismo dei TEE i soggetti volontari, e si pone attenzione alla distinzione tra:

- Soggetto proponente: entità che presenta direttamente al GSE la richiesta di ottenimento di TEE, essendo in possesso dei requisiti di ammissibilità (è in possesso della certificazione secondo norma UNI CEI 11352, ha nominato un esperto per la gestione dell'energia secondo norma UNI CEI 11339, possiede un sistema di gestione dell'energia secondo la norma ISO 50001);
- Soggetto titolare del progetto: sostiene direttamente il processo di efficientamento.

I soggetti possono non coincidere, e questa possibilità è in effetti la più frequente, in quanto i soggetti privati non sono in possesso della metodologia e dell'esperienza necessaria in termini normativi ed ingegneristici per presentare richiesta: si affidano dunque ad esperti (ad esempio le ESCO) che richiedono i TEE a nome del soggetto titolare.

Con il nuovo decreto è stato inoltre pubblicato un contratto tipo per regolare i rapporti tra i soggetti coinvolti (soggetto titolare, soggetto proponente, GSE), con l'obiettivo di risolvere alcuni problemi relativi all'attribuzione delle responsabilità che si erano verificati in passato.

Sono inoltre ammessi al meccanismo gli EGE (Esperti in Gestione dell'Energia) certificati: l'EGE è una figura professionale che soddisfa i requisiti richiesti dalla norma UNI CEI 11339 e possiede competenze tecniche e manageriali per la gestione razionale dell'energia; non corrisponde necessariamente alla figura dell'energy manager.

Viene mantenuta la richiesta di addizionalità rispetto alla tecnologia corrente, come requisito di ammissione. Inoltre, i progetti devono avere data di inizio della realizzazione successiva alla data di presentazione della richiesta al GSE.

La principale novità introdotta dalla nuova normativa è però rappresentata dalle metodologie di valutazione dei progetti; sono infatti eliminate le schede analitiche, che rappresentavano già di fatto una percentuale molto bassa delle richieste con la normativa esistente, e vengono riconosciute soltanto 2 metodologie, descritte in dettaglio nei paragrafi seguenti:

- 1) Metodo standardizzato;
- 2) Metodo a consuntivo.

Definizioni

La definizione dei parametri principali utilizzati per il calcolo dei risparmi conseguiti subisce importanti variazioni rispetto alla precedente normativa:

- Cambiano i valori assegnati alla vita utile dell'intervento, che non varia più tra 5 e 8 anni ma tra 7 e 10 anni.
- Viene eliminata la definizione di vita tecnica dell'intervento, ed allo stesso modo viene eliminato il coefficiente τ di durabilità. Esso consentiva infatti di ottenere un numero maggiore di TEE per quei progetti che riuscivano a generare risparmi energetici per un periodo di tempo maggiore rispetto alla vita utile.
- È stato altresì introdotto un nuovo coefficiente "k", che consente una sorta di normalizzazione dei risparmi generati lungo la vita utile dell'intervento: il proponente ha infatti la facoltà di richiedere che il numero di TEE riconosciuti sia moltiplicato per un parametro di maggiorazione $k_1=1,2$ per la prima metà della vita utile, e per un parametro $k_2=0,8$ per la seconda metà.
- Viene rafforzato il concetto di addizionalità: se nella normativa esistente i risparmi energetici addizionali si riferivano alla media di mercato (in termini di tecnologie già installate ed utilizzate), con la nuova normativa l'addizionalità fa riferimento agli standard di mercato tecnologici alla data di presentazione del progetto (in termini di tecnologia disponibile ma non ancora utilizzata ampiamente sul mercato).

Un'ulteriore semplificazione riguarda la tipologia di certificati ottenibili: sono eliminati i certificati bianchi di tipo V, relativi ai risparmi di forme di energia primaria diverse dall'elettricità e dal gas naturale, non destinata all'impiego nell'autotrazione; inoltre i titoli di tipo I e II fanno riferimento direttamente ai consumi finali di energia elettrica e gas, e non ai consumi di energia primaria. I titoli possibili sono dunque:

Tabella 4.4 - Tipologia di titoli con la nuova normativa

Tipo	Descrizione
I	Riduzione consumi finali di energia elettrica
II	Riduzione consumi finali di gas naturale
III	Riduzione di forme di energia primaria diverse dall'elettricità e dal gas naturale non realizzata nel settore dei trasporti
IV	Riduzione di forme di energia primaria diverse dall'elettricità e dal gas naturale realizzata nel settore dei trasporti

In seguito all'irrigidimento dei requisiti di accesso al meccanismo, la quota minima di risparmi in tep da ottenere per l'ammissibilità del progetto è stata abbassata, in modo tale da incentivare un numero maggiore di richieste:

- I progetti standardizzati devono generare un risparmio addizionale minimo di 5 tep nei primi 12 mesi del periodo di monitoraggio;

- I progetti a consuntivo devono invece generare un risparmio addizionale non inferiore ai 10 tep, sempre nei primi 12 mesi del periodo di monitoraggio.

La riduzione è veramente significativa, considerando che i valori minimi nella precedente normativa, al netto di un valore di τ medio pari a 2,65, erano di 7,5 tep per i progetti standardizzati e di 23 tep per i progetti a consuntivo.

Requisiti di ammissibilità

Con il nuovo decreto viene posta particolare attenzione alle date di riferimento per consentire l'accesso al meccanismo. In particolare i progetti, sia standardizzati che a consuntivo, devono essere presentati al GSE prima della data di avvio di realizzazione del progetto. Quest'ultima corrisponde all'effettiva data di inizio dei lavori dell'intervento, ovvero alla prima azione finalizzata a realizzarlo. In questo senso, anche eventuali pre-lavori di demolizione o di rimozione di impianti già esistenti sono da intendersi come inizio dei lavori.

Per distinguere le differenti fasi di realizzazione dell'intervento e verificare la conformità alla normativa, deve essere fornito dal proponente un diagramma di Gantt attestante le date di interesse:

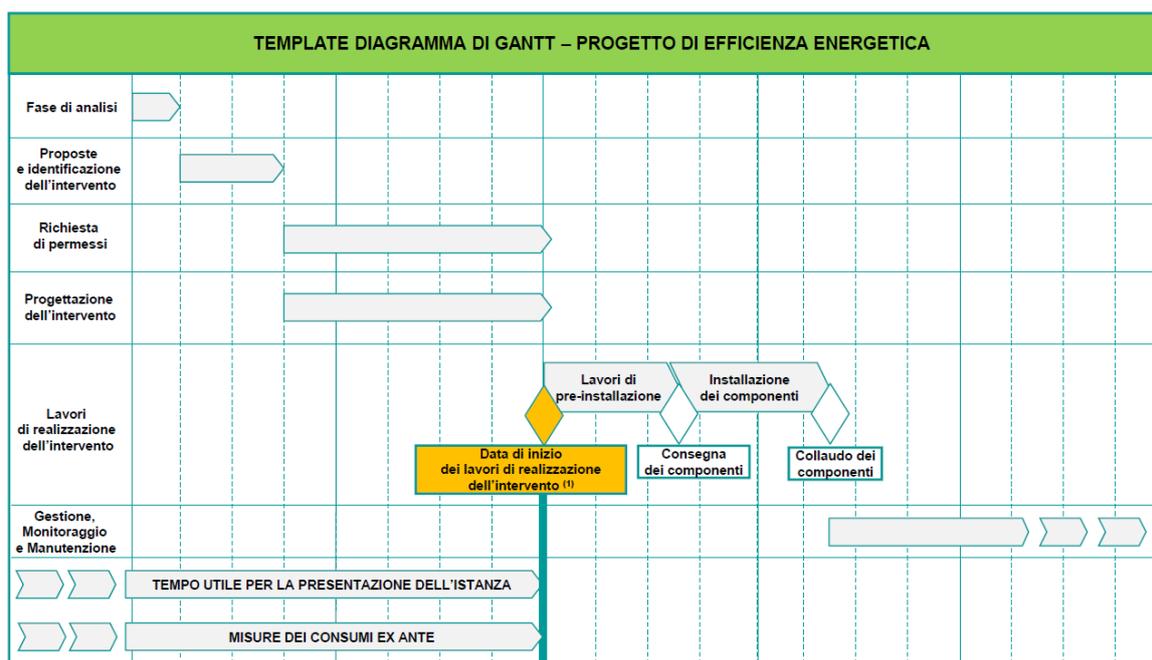


Figura 4.2 - Template del diagramma di Gantt da presentare [44]

Cumulabilità

Per questo aspetto viene mantenuto l'approccio precedente, consentendo la cumulabilità dei TEE generati dal progetto con altri incentivi non statali ottenibili dallo stesso.

Inoltre, è stata proposta l'ipotesi di cumulabilità con gli incentivi dell'industria 4.0, ovvero il super ammortamento al 140% su beni strumentali e l'iper ammortamento al 250% su investimenti innovativi [45].

Corrispettivi a GSE/GME

Anche per i corrispettivi da destinare al GSE vengono mantenuti gli stessi valori adottati in precedenza attraverso il DM 24 dicembre 2014, equiparando i nuovi progetti standardizzati (PS) alle precedenti RVC ed i nuovi progetti a consuntivo (PC) alle precedenti PPPM.

Sanzioni

Le sanzioni prevedono un alleggerimento rispetto alla precedente normativa: se infatti un soggetto obbligato non raggiunge il 100% degli obiettivi minimi previsti ma riesce comunque a superare la quota del 60 %, non vengono comminate immediatamente delle sanzioni.

Il soggetto ha infatti la possibilità di compensare la quota mancante nell'anno successivo; nel caso in cui questo non si verifichi, il GSE determina delle sanzioni pari al numero di TEE mancanti al valore minimo.

Corrispettivi unitari

In seguito alle innovazioni portate dalla nuova normativa l'AEEGSI si è impegnata a realizzare una nuova definizione dei corrispettivi unitari, arrivata attraverso la Deliberazione 15 giugno 2017 "*Definizione del contributo tariffario a coperture dei costi sostenuti dai distributori di energia elettrica e gas naturale soggetti agli obblighi nell'ambito del meccanismo dei titoli di efficienza energetica*", da considerarsi applicabile nel quadriennio 2017-2020 [46].

La deliberazione prevede innanzitutto che il GME renda disponibili sul proprio sito internet i seguenti valori, espressi in €/TEE:

- Il prodotto tra il prezzo di riferimento rilevante della sessione di mercato precedente e il parametro adimensionale pari ad $A = (1 - \alpha)$;
- Il prodotto tra il prezzo di riferimento rilevante della sessione di mercato precedente e il parametro adimensionale pari a $B = (1 + \alpha)$

In particolare, vale $\alpha=0,12$.

Il prezzo di riferimento rilevante di sessione, espresso in €/TEE, è il prezzo medio, riferito ad un tep, ponderato per le rispettive quantità, delle sole transazioni in una determinata sessione di mercato e tale da essere compreso tra i due valori di prezzo precedentemente descritti.

Si può dunque definire il contributo tariffario di riferimento, in [€/TEE]:

$$C_{RIFERIMENTO}(t) = \frac{\sum_{i=1}^2 Q_{TOTALI}(t-i) \cdot C_{DEFINITIVO}(t-i)}{\sum_{i=1}^2 Q_{TOTALI}(t-i)} \quad (4.1)$$

Dove:

- $Q_{TOTALI}(t-i) = Q_{MERCATO}(t-i) + Q_{BILATERALI}(t-i)$;
- $Q_{MERCATO}(t-i)$: quantità di titoli scambiati sul mercato tra giugno dell'anno (t-i-1) e maggio dell'anno (t-i);
- $Q_{BILATERALI}(t-i)$: quantità di titoli scambiati attraverso contratti bilaterali tra giugno dell'anno (t-i-1) e maggio dell'anno (t-i)

Analogamente, il contributo tariffario definitivo può essere espresso, sempre in [€/TEE], come:

$$C_{DEFINITIVO}(t) = C_{RIFERIMENTO}(t) + k \cdot [S(t) - C_{RIFERIMENTO}(t)] \quad (4.2)$$

Dove:

- $S(t)$: prezzo medio, ponderato alle rispettive quantità, degli scambi avvenuti in ciascuna sessione, espresso in [€/TEE]
- $k = \max\{\beta; 1 - \frac{\gamma}{|S(t) - C_{RIFERIMENTO}(t)|}\}$

Cambiano anche i valori per la determinazione di k:

- $\beta = 0,9$;
- $\gamma = 4,00$ €/TEE

Il contributo tariffario erogato per ogni TEE al singolo distributore non può comunque superare il 40% dell'obiettivo annuale ed il 75% di eventuali quote di compensazione relative a non-adempimenti degli anni precedenti. In relazione all'anno d'obbligo 2017, caratterizzato da condizioni transitorie, con la determinazione 14 luglio 2017 [26], è stato fissato un contributo di riferimento pari a:

$$\begin{aligned} C_{RIFERIMENTO}(2017) &= \frac{0,75 \cdot Q_{TOTALI}(2015) \cdot C_{DEFINITIVO}(2015)}{Q_{TOTALI}(2015) + Q_{TOTALI}(2016)} \\ &+ \frac{1,25 \cdot Q_{TOTALI}(2016) \cdot C_{DEFINITIVO}(2016)}{(2016)} \quad (4.3) \end{aligned}$$

Dove:

- $C_{DEFINITIVO}(2015) = 114,83$ €/TEE
- $C_{DEFINITIVO}(2016) = 191,40$ €/TEE

- $Q_{MERCATO}(2015) = 4.630.485$ titoli
- $Q_{BILATERALI}(2015) = 4.111.698$ titoli
- $Q_{MERCATO}(2016) = 5.797.306$ titoli
- $Q_{BILATERALI}(2016) = 4.873.167$ titoli

Per la determinazione di k , esclusivamente in virtù delle condizioni transitorie, si utilizza un valore di $\gamma = 2,00$ €/TEE. Si ottiene dunque:

$$C_{RIFERIMENTO}(2017) = 170,29 \text{ €/TEE}$$

Procedura informatica per l'accesso al meccanismo

L'istanza per l'ottenimento dei TEE deve essere presentata su un'apposita piattaforma informatica (SIAD). Nell'utilizzo dell'applicazione, l'utente deve seguire una serie di passaggi:

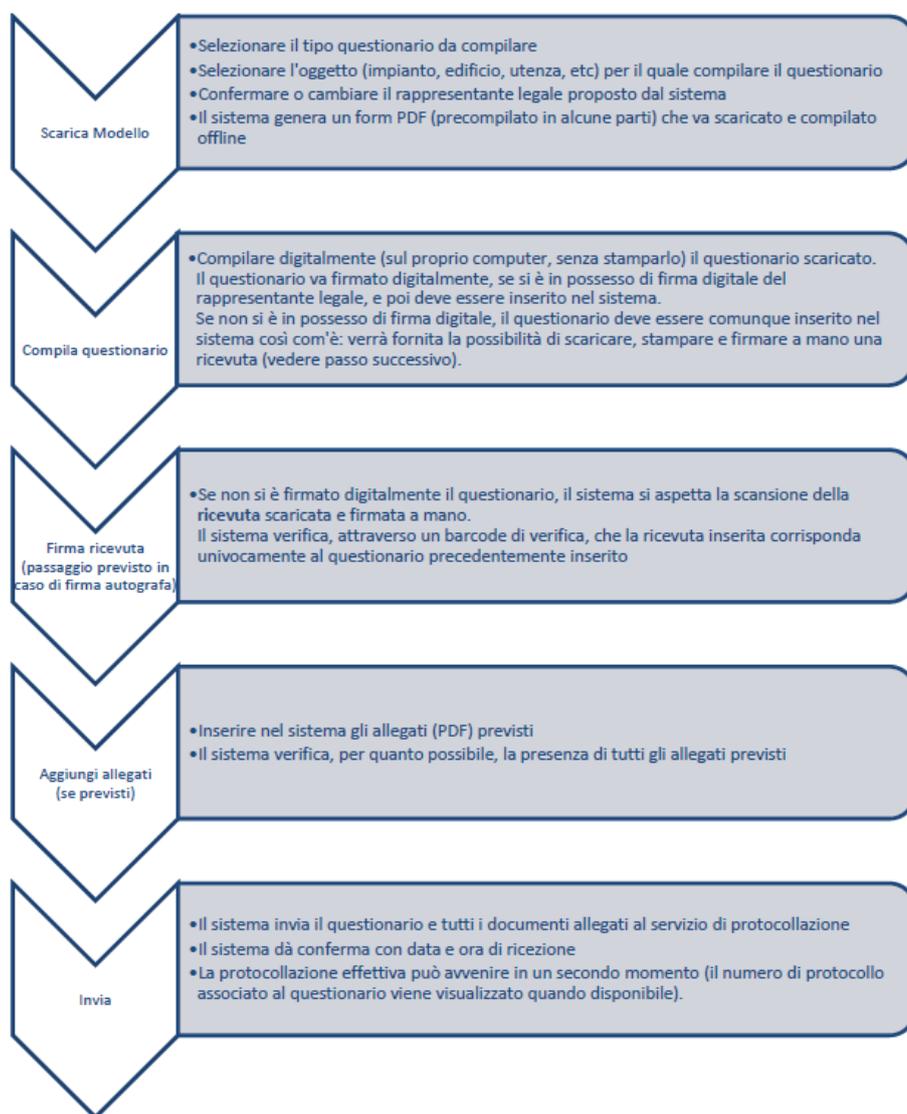


Figura 4.3 - Passaggi da seguire sulla piattaforma SIAD [47]

L'utilizzo della piattaforma richiede una registrazione preventiva sul sito del GSE e la sottoscrizione dell'applicazione SIAD.

In fase di registrazione, coerentemente a quanto previsto da normativa, devono essere inserite le informazioni relative sia al soggetto titolare del progetto che al soggetto proponente, ovvero colui che si interfaccia direttamente con la piattaforma informatica. Sulla pagina principale della piattaforma è presente, per ogni area applicativa, una sezione dedicata, a cui corrispondono una serie di questionari compilabili in base alla tipologia di intervento. Si procede dunque alla generazione del questionario, che dovrà in seguito essere compilato, ricaricato sul portale SIAD ed infine inviato al GSE: dopo questa operazione non saranno possibili ulteriori cambiamenti.

Procedure di valutazione del GSE

Il GSE, sempre di concerto con ENEA ed RSE, deve rispettare determinate tempistiche nella valutazione di un progetto standardizzato o a consuntivo.

Il GSE, in seguito all'avvenuta ricezione della domanda, entro 30 giorni deve nominare un responsabile del procedimento ed entro 90 giorni deve trasmettere una comunicazione al soggetto proponente riguardo l'esito della valutazione; nel caso in cui il GSE necessiti informazioni aggiuntive, queste sono fornite dal proponente e successivamente il GSE ha ulteriori 60 giorni per emettere un parere definitivo. Le varie tappe del processo possono essere così riassunte:



Figura 4.4 - Tempistiche di valutazione dei progetti da parte del GSE

Ogni modifica apportata all'intervento rispetto a quanto dichiarato in fase di presentazione dei progetti, deve essere comunicata con la prima richiesta di verifica e certificazione dei risparmi (RC o RS). Se i dati forniti con la RC o RS risultano coerenti con quanto dichiarato in fase di progetto, il GME può emettere i corrispondenti TEE.

Verifica e controllo

Il GSE ha la facoltà di effettuare delle verifiche *in situ* per accertare la conformità del progetto; in particolare viene controllato il rispetto dei requisiti iniziali previsti e viene verificata l'effettiva congruenza tra risparmi dichiarati e risparmi realizzati, utili all'ottenimento dei TEE. Inoltre, anche tutta la documentazione presentata può essere sottoposta a procedura di revisione e controllo. Il GSE può avviare queste operazioni di verifica per tutta la durata della vita utile dell'intervento.

Nel caso di riscontro di violazioni o irregolarità, il GSE può decidere di:

- Adeguare la cifra di TEE riconosciuti all'effettivo valore di risparmi generati dall'intervento;
- Recuperare i TEE emessi in eccesso o l'equivalente valore economico.

Sovrapposizione con progetti relativi al DM 28 dicembre 2012

A causa delle differenze sostanziali tra le due normative, si rende necessaria una distinzione sulla normativa di riferimento per ciascun progetto. In particolare, la normativa precedente viene applicata nei seguenti casi:

- Progetti standardizzati, analitici o a consuntivo approvati prima dell'entrata in vigore del Decreto TEE 2017;
- Progetti a consuntivo in corso di realizzazione, entro 180 giorni dall'entrata in vigore del decreto;
- Progetti standardizzati o analitici, che hanno raggiunto la soglia minima di risparmio o hanno concluso il monitoraggio, entro 180 giorni dall'entrata in vigore del decreto.

4.2 Metodo standardizzato

Il metodo standardizzato è utilizzato per quantificare i risparmi energetici addizionali prodotti dalla realizzazione di un progetto standardizzato (PS), attraverso un algoritmo di calcolo e la misura diretta di un campione rappresentativo dei parametri di funzionamento, sia nella configurazione di base che nella configurazione successiva all'intervento.

Se il PS è caratterizzato da più sotto-interventi, questi devono avere la stessa vita utile per poterli presentare in unico progetto al GSE. L'algoritmo di calcolo si ottiene partendo dai risultati ottenuti sul campione rappresentativo ed estendendoli all'intero progetto.

È contestualmente presentato l'elenco delle PS realizzabili, con i corrispondenti valori aggiornati di vita utile:

Tabella 4.5 - Tipologie di interventi per la richiesta di titoli [40]

Tipologia di intervento	Vita Utile [anni]	Tipologia CB	
		Tipo I	Altro tipo
Settore industriale			
Installazione di impianti di produzione di energia termica	10		X
Installazione di sistemi per il trattamento degli effluenti gassosi	10		X
Installazione di generatori di aria calda	10		X
Installazione di componenti per il recupero di calore, qualora non tecnicamente possibile nella situazione ex ante, anche a servizio di reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento	7		X
Installazione di sistemi di ricompressione meccanica del vapore	7		X
Installazione di essiccatori	10	X	X
Installazione di bruciatori rigenerativi	7		X
Installazione motori elettrici	7	X	X
Installazione di forni di cottura	10	X	X
Installazione di forni di fusione	10	X	X
Installazione di forni di pre-riscaldamento	10	X	X
Installazione di sistemi radianti ad alta temperatura per la climatizzazione degli ambienti in ambito industriale	10		X
Installazione di impianti di produzione dell'aria compressa	7	X	
Installazione di sistemi di power quality	7	X	
Installazione di gruppi frigo e pompe di calore, ivi compresi gli impianti di surgelazione e refrigerazione	7	X	X
Installazione o retrofit di sistemi per l'illuminazione	7	X	
Recupero energetico nei sistemi di rigassificazione del GNL	10	X	X
Installazione di impianti a Ciclo Rankine Organico (ORC) in assetto non cogenerativo e non alimentati da calore prodotto da impianti di produzione di energia elettrica	10	X	
Settore reti servizi e trasporti			
Efficientamento di reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento esistenti	10		X

Posa reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento	10		X
Installazione di caldaie a servizio di reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento	10		X
Acquisto flotte di mezzi di trasporto a trazione elettrica, gas naturale, GNL, GPL, ibride o a idrogeno	10	X	X
Efficientamento energetico di mezzi di trasporto alimentati a combustibili fossili ivi compreso il trasporto navale	7	X	X
Efficientamento reti elettriche, del gas e idriche	10	X	X
Installazione motori elettrici	7	X	
Realizzazione di CED	7	X	
Efficientamento di CED	7	X	
Realizzazione di stazioni radio base e di rete fissa	7	X	
Efficientamento di stazioni radio base e di rete fissa	7	X	
Installazione o retrofit di sistemi per l'illuminazione pubblica	7	X	
Installazione di sistemi di power quality	7	X	
Settore civile			
Installazione di caldaie e generatori di aria calda	10	X	X
Installazione di impianti di gruppi frigo e pompe di calore per la climatizzazione degli ambienti	7	X	X
Isolamento termico di superfici disperdenti opache degli edifici	10	X	X
Retrofit e nuova realizzazione di "edifici a energia quasi zero"	10	X	X
Installazione o retrofit di sistemi per l'illuminazione privata	7	X	
Misure comportamentali			
Adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti	3	X	X
Adozione di sistemi di analisi dati sui consumi di singoli impianti, utenze e veicoli	3	X	X
Adozione iniziative finalizzate all'utilizzo di veicoli a basse emissioni	3	X	X

I consumi ante-intervento corrispondono alle misure effettuate per un periodo di almeno 12 mesi antecedente alla realizzazione del progetto, con campionamento almeno giornaliero.

In casi particolari (ad esempio per progetti che producono un elevato risparmio o per i quali un determinato periodo di misura è rappresentativo del consumo annuale), è possibile

effettuare misure per un periodo inferiore a 12 mesi ed utilizzarle per ottenere una stima del consumo energetico annuale. Per validare l'ammissibilità al metodo standardizzato, il progetto deve dimostrare di poter produrre almeno 5 tep di risparmi energetici addizionali nei 12 mesi del periodo di monitoraggio. [48]

Terminato il periodo di monitoraggio, entro al massimo 120 giorni, deve essere presentata la Richiesta di verifica e certificazione Standardizzata dei risparmi (RS).

Il periodo di rendicontazione dei risparmi corrisponde agli anni di vita utile dell'intervento: il periodo di vita utile viene considerato avviato in concomitanza con l'avvio del programma di misura e comunque entro 36 mesi dalla data di avvio di realizzazione del progetto. Esistono inoltre ulteriori requisiti di ammissibilità esclusivamente per i progetti standardizzati: si deve poter dimostrare la replicabilità del progetto in un contesto simile e la non convenienza economica dell'installazione di misuratori per singoli interventi.

In relazione alla precedente normativa, per gli interventi che al 04/04/2017 hanno raggiunto la soglia minima ma con data di avvio del progetto successiva, per un intervento standardizzato non è più possibile presentare RVC-S ma esclusivamente PS.

In fase di presentazione di un progetto standardizzato, devono essere forniti i seguenti documenti ed informazioni:

- Informazioni relative al soggetto proponente ed al soggetto titolare, se diverso dal primo;
- Informazioni relative al luogo fisico in cui viene realizzato l'intervento
- Schede tecniche;
- Copia della diagnosi energetica (se presente);
- Dichiarazione degli eventuali contributi economici di cui l'intervento già usufruisce;
- Documentazione che attesti che il progetto non è stato ancora realizzato alla data di presentazione dell'istanza;
- Solo per società obbligate alla nomina del responsabile per la conservazione e l'uso razionale dell'energia: documentazione che attesti l'avvenuta nomina per l'anno in corso;
- Relazione tecnica di descrizione del progetto, che a sua volta deve indicare almeno:
 - a) Descrizione dettagliata del progetto, dei sotto-interventi e dei principali parametri di funzionamento che consentono una misura dei consumi;
 - b) Tipologia e settore di intervento;

- c) Individuazione dei confini del progetto e descrizione delle modalità di misura dei consumi energetici, dei risparmi ottenuti e dei conseguenti risparmi di energia primaria;
- d) Valori numerici dei consumi ante-intervento e stima dei consumi post-intervento;
- e) Ipotesi compiute per la standardizzazione dei risparmi conseguiti (solo nel caso di PS);
- f) Stima dei costi sostenuti per realizzare l'intervento di efficientamento;
- g) Modello di rendicontazione (algoritmo), che costituirà la base delle successive RS [48].

Infine, in fase di presentazione della RS, il proponente deve trasmettere, oltre a documentazione conforme con quanto dichiarato in fase di PS, anche i seguenti documenti:

- Matricola dei misuratori installati;
- Matricole/codici identificativi dei principali componenti installati;
- Documentazione attestante la data di prima attivazione del progetto

Nell'ambito dei progetti standardizzati, particolare importanza è rivestita dalla scelta del Campione Rappresentativo (CR) per la valutazione dei consumi ex-ante ed ex-post. Per determinarlo è necessario individuare appositi parametri rappresentativi dei consumi, che sono appunto indicati, in base alla tipologia di progetto, nelle schede tecniche standardizzate approvate con il DM.

4.3 Metodo a consuntivo

Il metodo a consuntivo consente di quantificare i risparmi energetici addizionali prodotti da Progetti a Consuntivo (PC). Mentre i progetti standardizzati riprendono le caratteristiche della precedente normativa applicando vincoli di accesso più forti, i progetti a consuntivo subiscono delle forti modifiche, risultando una sorta di sintesi tra le precedenti metodologie standard ed analitiche. Il metodo impone una misurazione puntuale di tutte le grandezze caratteristiche sia nella configurazione ex-ante che nella configurazione ex-post: in questo modo si determina il consumo di baseline; in mancanza di dati completi sulla configurazione ex-ante, il consumo di baseline è assunto pari al consumo di riferimento, ottenuto in funzione delle tecnologie di mercato esistenti ed assimilabili all'intervento. Allo stesso modo, per nuovi impianti per cui non sono ovviamente disponibili dati di consumo, quest'ultimo viene

considerato pari al consumo di riferimento. In generale, nell'ottica di una visione conservativa dei risparmi prodotti, viene assunto:

$$C_{BASELINE} = \min\{C_{ex-ante}; C_{rif}\} \quad (4.4)$$

L'intervento deve dimostrare di aver prodotto almeno 10 tep di risparmio nel periodo di monitoraggio, che deve essere almeno annuale.

Come per i PS, anche in questo caso è accettato un intervallo minore di 12 mesi in casi particolari di elevato risparmio energetico prodotto: si passa a 6 mesi o a 3 mesi se il progetto genera rispettivamente almeno 5.000 o 10.000 CB. Terminato il monitoraggio, il proponente ha 120 giorni per presentare la Richiesta di verifica e certificazione a Consuntivo (RC). La documentazione da fornire rispecchia i termini stabiliti per le PS (ad eccezione ovviamente delle ipotesi per standardizzazione dei risparmi conseguiti), e lo stesso vale per le tempistiche di riferimento, che possono essere così riassunte:

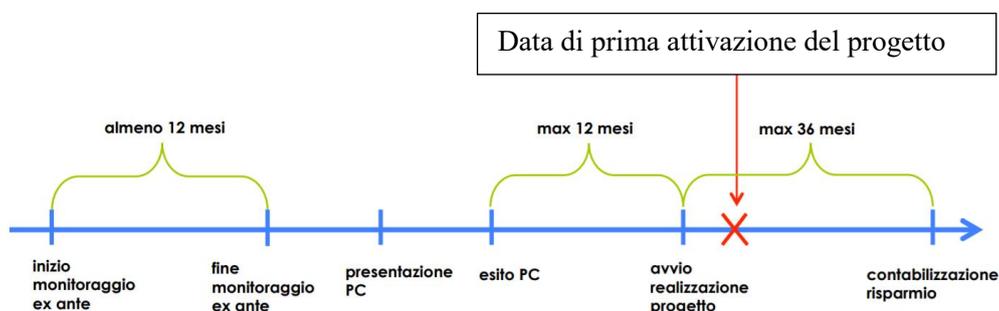


Figura 4.5 - Tempistiche di riferimento per progetti a consuntivo

La parte più complessa dei PC è rappresentata dalla determinazione dei risparmi energetici addizionali prodotti. Innanzitutto, deve essere fornita una descrizione dettagliata del programma di misura, che indichi gli strumenti utilizzati per misurare ogni grandezza con un opportuno codice progressivo. Inoltre, per ogni punto di misura bisogna indicare:

- Numerazione progressiva;
- Unità di misura del parametro misurato;
- Criterio di determinazione: descrivere se la misura è stata effettuata in modo diretto o derivato, ovvero a partire da misure effettuate in altri punti su grandezze della stessa tipologia: se la grandezza è stata ottenuta in modo diretto bisogna fornire l'informazione sulla tipologia dello strumento di misura, mentre nel caso in cui la grandezza sia stata ottenuta in modo derivato, bisogna fornire contestualmente il criterio di derivazione;
- Eventuali osservazioni

Un esempio di schematizzazione del programma di misura è dato dalla tabella seguente:

Tabella 4.6 - Esempio di schematizzazione del programma di misura [44]

Punti di misura energia di alimentazione		1	2
Fluido			
Q (portata)		Misurato/derivato	Misurato/derivato
Strumento			
Osservazioni Strumento (presenza di eventuale correttore, ...)			

Punti di misura energia termica		3	4	5
Fluido				
M (massa)		Misurato/derivato	Misurato/derivato	Misurato/derivato
Temperatura		Misurato/derivato	Misurato/derivato	Misurato/derivato
Pressione		Misurato/derivato	Misurato/derivato	Misurato/derivato
Entalpia		Misurato/derivato	Misurato/derivato	Misurato/derivato
Energia termica				
Totalizzatore o misura derivata				
Osservazioni strumento				

Punti di misura energia elettrica		6	7
Energia elettrica prodotta		Misurato/derivato	Misurato/derivato
Energia elettrica prelevata dalla rete		Misurato/derivato	Misurato/derivato

Devono essere forniti anche schemi elettrici, termici e schemi a blocchi, che riportino i principali processi e le variabili di input ed output dell'intervento, le modalità di generazione, le proprietà termodinamiche e la posizione degli strumenti di misura. Inoltre, si devono determinare le variabili operative del processo, che influenzano i valori di consumo energetico.

In questo modo si possono determinare il consumo di baseline ed il consumo post-intervento. I consumi vengono così schematizzati in due tabelle identiche, una riguardante i consumi ante-intervento ed una riguardante i consumi ex-post. La tabella può essere così presentata:

Tabella 4.7 - Schema di rendicontazione dei consumi

Intervallo di misurazione	consumo energia elettrica [kWh]	consumo energia termica (kWh)	Produzione (t)	Variabile operativa X_1	Variabile operativa X_2
01/01/2017					
02/01/2017					
...					

Il proponente deve quindi fornire un adeguato algoritmo di calcolo dei risparmi di energia primaria conseguibili, che effettui delle opportune conversioni dei consumi finali in energia primaria in funzione delle modalità di generazione/approvvvigionamento dei vettori energetici.

Il proponente deve anche fornire il modello di rendicontazione che utilizzerà per le successive RC. Infine, per una valutazione economica dell'investimento, il proponente deve fornire una stima dei costi associati all'intervento, determinati da: [49]

- Costi di progettazione;
- Costi di macchinari, impianti ed attrezzature, costi di installazione;
- Costi di opere murarie;
- Costi dei programmi informatici utilizzati per le attività produttive e gestionali dell'impresa, oltre al monitoraggio dei consumi energetici;
- Oneri finanziari e costi indiretti.

4.3.1 Comparazione tra normativa esistente e nuova normativa

In generale, la normativa prodotta con il DM 11 gennaio 2017 ha portato numerose novità rispetto alla precedente, focalizzandosi in particolare su una migliore organizzazione delle pratiche. Le sue caratteristiche derivano infatti dalle osservazioni e dalle problematiche riscontrate nel quadriennio 2013-2016. Sono state giustamente eliminate le schede analitiche, che ormai producevano una quota molto bassa di TEE, con una normalizzazione delle procedure per pratiche standardizzate ed a consuntivo.

Infatti la nuova normativa prevede una descrizione più dettagliata della documentazione da fornire e del metodo di rendicontazione dei risparmi, rendendo molto semplice individuare delle eventuali irregolarità. L'eliminazione del coefficiente τ inoltre consente una normalizzazione dei progetti ed ha portato conseguentemente ad una riduzione degli obiettivi in termini di titoli da ottenere (nel quadriennio 2013-2016 il valor medio di τ è stato pari a 2,9). Questi procedimenti, sebbene comportino una funzione di regolarizzazione del meccanismo, rendono al tempo stesso più complessa la presentazione delle proposte: per questo motivo sono state abbassate le soglie minime di accesso.

Inoltre, l'elevata complessità delle procedure da seguire rende quasi impossibile una presentazione dei progetti da parte di soggetti non specializzati nel settore e rafforza il ruolo delle ESCO come soggetti proponenti. In questo senso, l'adozione del contratto tipo permette di definire meglio le responsabilità in fase di presentazione delle domande, svolgendo una funzione di tutela per le ESCO stesse.

La prospettiva generale è che questo irrigidimento dei criteri di accesso comporterà in un primo momento una riduzione della domanda, rendendo necessaria l'assimilazione della normativa da parte delle imprese, ma permetterà in seguito un innalzamento della qualità del

mercato. Probabilmente, a risentire maggiormente di questi cambiamenti saranno gli interventi di piccola taglia, anche se per questi ultimi è possibile l'accesso ad altre forme di incentivazione, come le detrazioni fiscali ed il conto termico. La definizione di una guida operativa chiara, in relazione ai progetti ammissibili, alle loro caratteristiche ed al calcolo di consumi e risparmi, consentirà di ridurre sensibilmente il numero di rigetti, soprattutto delle proposte a consuntivo, che rappresentava un problema importante con la precedente normativa. Infatti, proprio l'utilizzazione di misure complementari alla nuova normativa (non soltanto guide operative, ma anche incontri tecnici, riunioni ecc.) permetterà effettivamente di mettere in moto il sistema.

4.4 Risultati TEE 2017-2018

Per la descrizione dei risultati dei TEE nell'ultimo anno, si fa riferimento al rapporto annuale sui certificati bianchi recentemente pubblicato dal GSE.

In virtù dei tempi di ricezione ed applicazione della nuova normativa, le metodologie di valutazione sono ancora quelle relative al DM 28 dicembre 2012. Il ricorso alle procedure esistenti è stato anzi accentuato dalla possibilità di utilizzare ancora per gli ultimi mesi il coefficiente τ . Nel 2017 sono state presentate in totale 5.695 richieste, mentre in relazione ad i progetti approvati sono stati riconosciuti 5.807.831 TEE, che hanno generato un risparmio di 1.921.666 tep. Contestualmente alla pubblicazione del nuovo decreto, sono stati inoltre presentati 177 progetti a consuntivo (PC), che rappresentano ovviamente una quota ancora minoritaria. In generale, i volumi in relazione alla metodologia di valutazione sono così suddivisi:

Tabella 4.8 - Numero di progetti approvati nel periodo gennaio-dicembre 2017 [50]

Tipologia di progetto	N° progetti presentati	TEE per i progetti approvati
RVC-S	2.324	2.134.256
RVC-A	1.197	138.725
RVC-C	1.811	3.534.850
PPPM	363	

Metodologie di valutazione per l'anno 2017

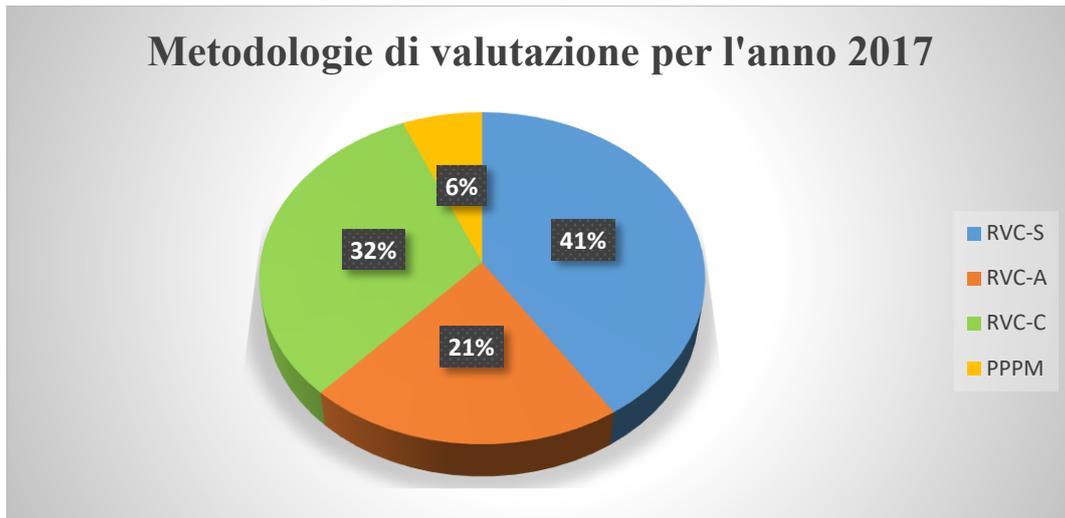


Grafico 4.2 - Suddivisione per tipologia di progetto

Rispetto agli anni precedenti, si nota una netta diminuzione delle richieste effettuate con metodologia standardizzata, a fronte di un forte incremento delle RVC-C, riguardanti PPPM precedentemente approvate. Una quota importante è inoltre rappresentata dalle RVC-A, principalmente per poter proporre le ultime pratiche già avviate attraverso questa metodologia, prima della sua eliminazione con la nuova normativa. Sempre in questo contesto è interessante infatti analizzare l'andamento mensile del riconoscimento di titoli:

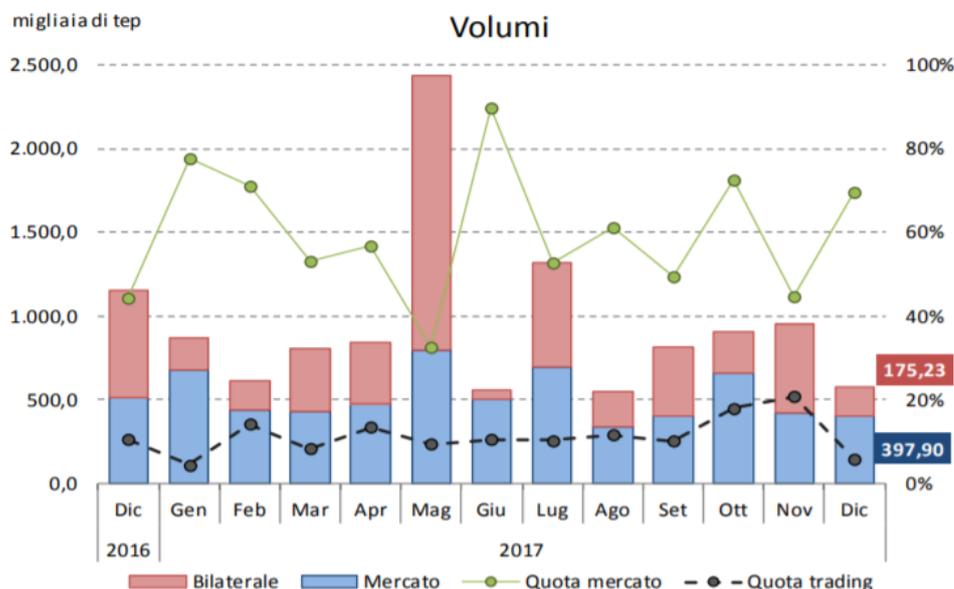


Grafico 4.3 - Andamento mensile del riconoscimento di titoli

Si ha infatti una forte impennata nel riconoscimento dei titoli a maggio 2017, in quanto a ridosso della conclusione dell'anno d'obbligo. In relazione ai settori di intervento si può notare la netta prevalenza delle domande nei settori IND-T, CIV-FC ed IND-FF che rappresentano rispettivamente il 33,4%, il 17% ed il 19,8% dei titoli totali:

Tabella 4.9 - Numero di TEE rilasciati per settore nel 2017

Categoria di intervento	TEE rilasciati	Incidenza %
Civile		
CIV-ELET	1.163	0,02%
CIV-FC	984.735	16,96%
CIV-GEN	55.352	0,95%
CIV-ICT	73	0,00%
CIV-INF	90.106	1,55%
CIV-T	657.215	11,32%
Sub Totale settore civile	1.788.644	30,80%
Illuminazione		
IPRIV-NEW	20.492	0,35%
IPRIV-RET	8.454	0,15%
IPUB-NEW	69.319	1,19%
IPUB-RET	120.174	2,07%
Sub Totale Illuminazione	218.439	3,76%
Industria		
IND-E	516.295	8,89%
IND-FF	1.147.493	19,76%
IND-GEN	14.318	0,25%
IND-T	1.938.367	33,38%
Sub Totale settore Industriale	3.616.473	62,27%
Reti e trasporti		
RETI	30.597	0,53%
TRASP	153.678	2,65%
Sub Totale Reti e Trasporti	184.275	3,17%
Totale	5.807.831	

Infine, in relazione alle tipologie di soggetti proponenti è ancora netta la prevalenza delle SSE, anche se con una leggera flessione rispetto al passato. Si passa infatti da valori superiori al 95% del 2016 a circa il 92% del 2017, con una crescita della quota delle società con obbligo di energy manager (SEM), che arrivano a coprire circa il 4% del totale:

Tabella 4.10 - Richieste presentate dai vari soggetti proponenti

Tipologia di soggetto proponente	N° progetti presentati	Incidenza [%]
SSE	5.267	92,5
SEM	221	3,9
DG	99	1,7
EMV	78	1,4
DE	25	0,4
SSGE	5	0,1

Per quanto riguarda il 2018, in mancanza dei rapporti statistici mensili del GSE più aggiornati sul numero di TEE riconosciuti, si fa riferimento ai dati riferiti alle singole sessioni di scambio dei titoli, ottenibili dal sito del GME, dal quale è possibile scaricare un pacchetto dati in formato Excel. I dati aggiornati all'ultima sessione forniscono questi risultati:

Tabella 4.11 - Risultati Gennaio 2018 [51]

Data sessione	Quantità di TEE scambiati
Gennaio 2018	457.350
Febbraio 2018	148.030
Marzo 2018	273.937
Totale	879.317

Come prevedibile, vi è una forte riduzione rispetto allo stesso periodo dell'anno precedente, nel quale era stato scambiato il seguente volume di titoli:

Tabella 4.12 - Risultati Gennaio 2017 [51]

Data sessione	Quantità di TEE scambiati
Gennaio 2017	673.857
Febbraio 2017	435.140
Marzo 2017	429.529
Totale	1.538.526

4.5 Mercato dei TEE: analisi economica

Come anticipato nel capitolo 3, lo scambio di TEE può avvenire sul mercato dedicato gestito dal GME oppure attraverso transazioni bilaterali.

Per partecipare al mercato dei titoli, i soggetti devono presentare al GME domanda di ammissione e sottoscrivere un contratto di adesione, che indica gli obblighi del contraente, i servizi del GME ed i corrispettivi da versargli.

Il mercato è organizzato secondo opportune sessioni, in cui il GME svolge il ruolo di controparte centrale per la regolazione delle transazioni, e la contrattazione si svolge tramite negoziazione continua. In questo senso, il GME si impegna a fornire agli operatori del mercato le seguenti informazioni: [52]

- a) Prezzo e quantità delle proposte immesse sul mercato e non ancora abbinate;
- b) Prezzo delle ultime tre transazioni eseguite nella sessione;
- c) Prezzo minimo e massimo della sessione;
- d) Prezzo di riferimento della sessione precedente a quella in corso;
- e) Volume scambiato nella sessione.

Le regole del mercato dei TEE impongono l'organizzazione di almeno una sessione di mercato a settimana nel periodo febbraio-maggio di ciascun anno, ed almeno una sessione al mese nei restanti periodi dell'anno [53].

Il valore dei titoli ammessi alla contrattazione è pari ad un tep (1 tep risparmiato = 1 TEE rilasciato). I prezzi dei TEE non sono costanti, in quanto, come per qualsiasi transazione economica, sono regolati dai valori di domanda ed offerta: tuttavia le tendenze annuali mostrano una crescita dei prezzi intorno al 31 maggio di ogni anno, data ultima per l'adempimento degli obblighi dei soggetti obbligati. Inoltre, il mercato dei TEE è per certi versi un mercato atipico rispetto ai classici mercati, innanzitutto per la questione delle quote minime imposte ai soggetti obbligati, ma anche per la mancanza di chiarezza sul valore dei TEE e per l'impossibilità di fare previsioni accurate sugli andamenti futuri, a causa dell'eccessiva volatilità dei prezzi. In particolare, per fare chiarezza bisogna distinguere tra:

- **Domanda di TEE:** le imprese corrispondenti ai soggetti obbligati spesso non hanno la possibilità o non ritengono profittevoli investimenti sull'efficienza energetica atti a coprire completamente gli obblighi imposti dall'autorità, e per questo motivo acquistano TEE generati da altri soggetti sul mercato dei titoli;
- **Offerta di TEE:** i soggetti proponenti presentano richiesta per il rilascio dei titoli attraverso le diverse metodologie, e possono poi vendere i TEE ottenuti sul mercato.

È molto interessante valutare l'andamento storico dei prezzi dei TEE sul mercato:

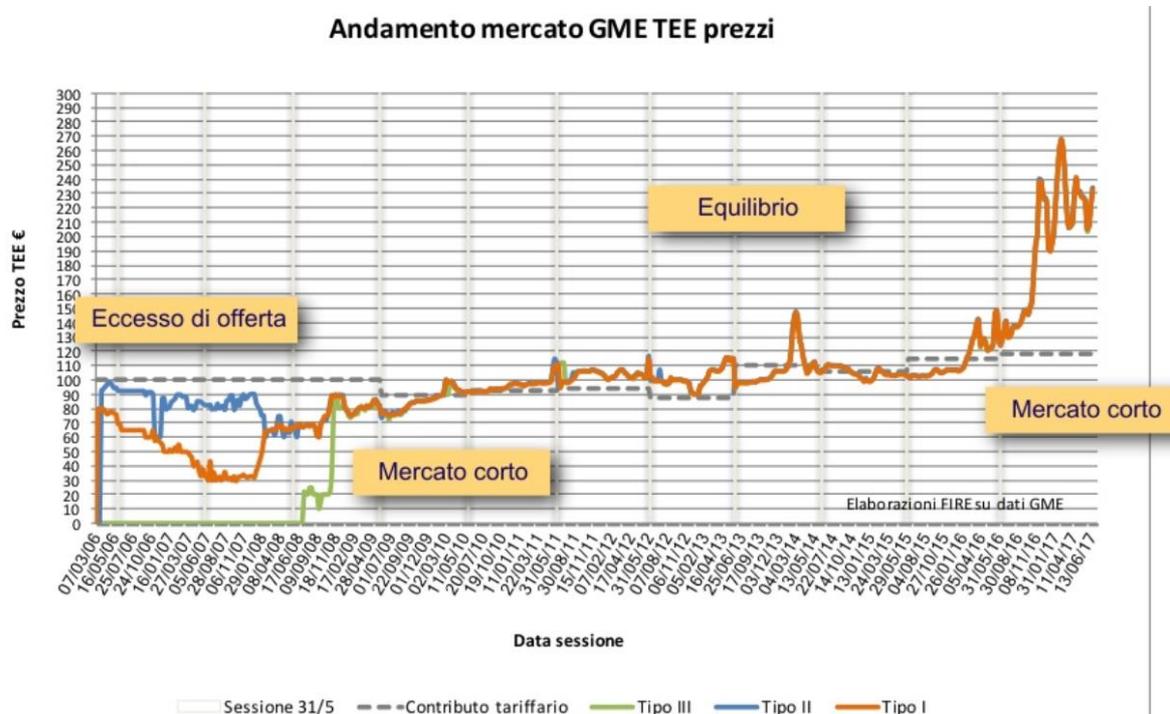


Grafico 4.4 - Andamento del prezzo dei titoli dal 2006 al 2017 [54]

È possibile distinguere principalmente 3 fasi:

1) Eccesso di offerta

In una prima fase (corrispondente circa al periodo 2006-2009), la normativa non eccessivamente restrittiva per l'ottenimento dei TEE, oltre all'assenza della condizione di addizionalità, ha favorito il rilascio di un numero molto elevato di titoli. Basti pensare che le lampade compatte fluorescenti (in seguito eliminate dalla lista degli interventi di efficientamento per la mancanza di addizionalità) hanno contribuito al rilascio del 60% di questi titoli. Questo ha provocato un eccesso di offerta di titoli e, conseguentemente, un abbassamento dei prezzi rispetto al riferimento di 100 €/TEE, raggiungendo nel 2007 picchi minimi, per i titoli di tipo I, di circa 30 €/TEE. Si riporta nella figura seguente l'andamento dei prezzi nella prima metà del 2009:



Grafico 4.5- Andamento dei prezzi dei TEE nel primo semestre 2009 [55]

2) Equilibrio

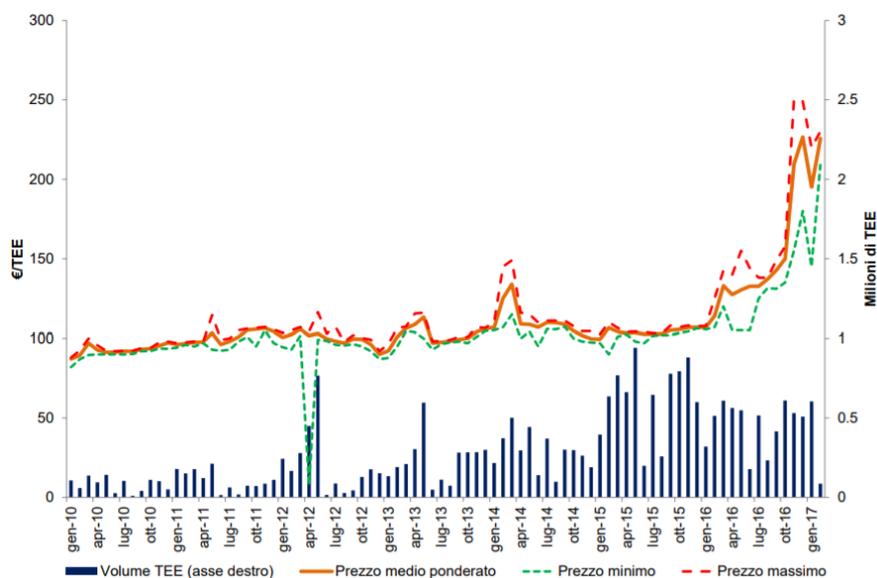


Grafico 4.6 - Andamento dei prezzi dei TEE nel periodo 2010-2016 [56]

Nel periodo compreso tra il 2010 e l'inizio del 2016 si è invece avuta una fase di equilibrio, principalmente spiegabile con la standardizzazione del mercato, che è stato da un lato depresso dall'introduzione dell'addizionalità, ma dall'altro incentivato dall'introduzione del coefficiente τ e dal cosiddetto risparmio di tep virtuali. Il risultato è stato dunque che in questa fase il prezzo dei TEE è variato all'interno di un range molto limitato, tra i 90 ed i 110 €/TEE, con una media complessiva di circa 100 €/TEE. L'unica eccezione è stata rappresentata dal mese di Marzo 2014, in cui si è avuto un picco locale di 150 €/TEE.

3) Mercato corto

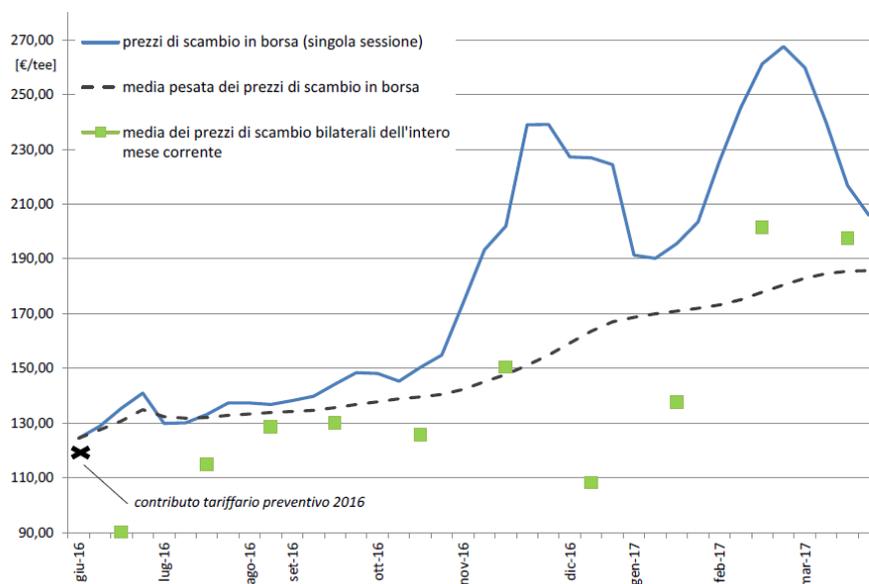


Grafico 4.7 - Andamento dei prezzi dei TEE nel periodo 2016-17 [21]

La terza fase è iniziata nel febbraio 2016, quando è stata nuovamente superata la soglia dei 110 €/TEE, ma senza rientrare nel range come accaduto dopo il picco di marzo 2014.

La tendenza è chiara e significativa: è stata superata per la prima volta la soglia dei 200 €/TEE ed a partire da ottobre 2016 i prezzi sono sempre stati al di sopra del picco registrato a marzo 2014. Questi rialzi hanno inoltre portato ad una maggiore uniformità dei prezzi nel corso dell'anno, senza registrare valori molto più alti della media in corrispondenza del mese di maggio.

Il netto cambiamento dei prezzi dei TEE può essere spiegato con un ragionamento puramente economico relativo all'equilibrio di mercato: se l'offerta diminuisce ma la domanda rimane costante, il prezzo sale. Negli ultimi anni infatti si è verificata una diminuzione dell'offerta di titoli, sia per le ragioni legate all'addizionalità esposte precedentemente, sia per la non-

cumulabilità con altri incentivi statali. Questa decisione ha ovviamente portato i soggetti proponenti di interventi nei settori del solare termico, fotovoltaico, isolamento termico degli edifici, caldaie a condensazione (che avevano precedentemente trainato il mercato dei titoli) a dover scegliere tra i certificati bianchi e le detrazioni fiscali del 50-65%, prediligendo spesso queste ultime. Anche la restrizione alla richiesta di incentivi solo per progetti già avviati ha ulteriormente depresso il mercato. In questo senso, la seguente figura è altamente esplicativa:

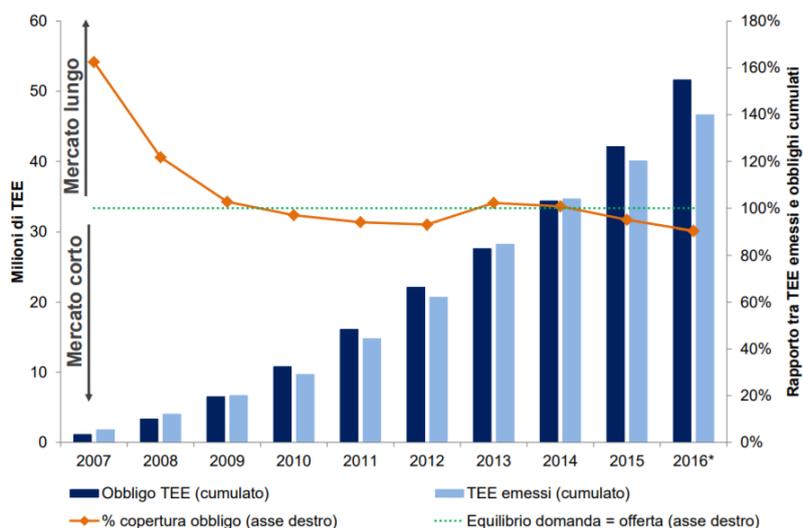


Grafico 4.8 - Evoluzione dei risultati del meccanismo [56]

Nei primi anni del meccanismo, l'eccesso di offerta ha creato una situazione di mercato lungo, consentendo un facile raggiungimento degli obblighi (copertura addirittura superiore al 150%). Successivamente si è avuta una situazione di equilibrio per alcuni anni, ed a partire dal 2015 si può chiaramente notare una differenza sostanziale tra il numero di TEE emessi e l'obbligo di TEE: si è instaurata una tendenza decrescente in termini di percentuale di copertura degli obblighi, comportando l'aumento dei prezzi.

In realtà sono emerse anche altre spiegazioni plausibili, nell'ambito del mondo dei TEE, legate all'andamento dei prezzi dei titoli: sono state infatti ipotizzate possibili speculazioni da parte di soggetti non obbligati per alzare i prezzi dei titoli, o da parte di soggetti obbligati per incrementare il contributo tariffario. In un'analisi di benchmark condotta nel gennaio 2017 tra diversi operatori del mercato dei TEE, è stata chiesta loro la spiegazione ai trend crescenti dei prezzi. Il risultato mostra che anche tra gli operatori non c'è un'opinione unica e condivisa: il 44% sostiene come ragione strutturale il mercato corto, mentre il 25% spiega il rialzo con le speculazioni (per il 19% di soggetti non obbligati, per il 6% di soggetti obbligati). Un ulteriore 25% crede che la causa sia un mix tra le precedenti [56].

Le eventuali tendenze speculative potrebbero però essere smentite dall'analisi della seguente figura:

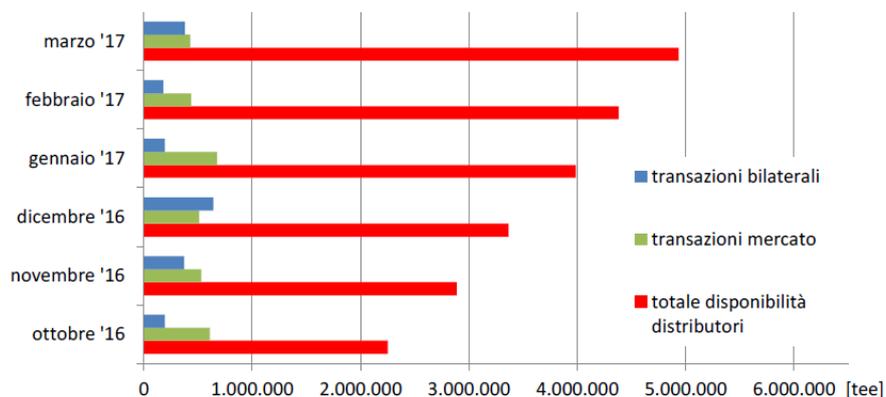


Grafico 4.9 - Suddivisione delle tipologie di transazione [21]

Si può notare infatti che la somma tra i TEE disponibili per i distributori in un dato mese ed i TEE scambiati sul mercato nello stesso mese, corrisponda alla disponibilità di TEE dei distributori del mese successivo. Questo indica che i TEE scambiati sul mercato sono principalmente destinati a coprire le quote dei soggetti obbligati, e non sono acquistati da speculatori (soggetti non obbligati) con il fine di rivenderli.

Le transazioni bilaterali presentano comunque dei prezzi nettamente inferiori rispetto alle transazioni di mercato: basti pensare che per l'anno 2016, mentre sul mercato dei titoli è stato raggiunto un picco di 240 €/TEE nel mese di novembre, nelle transazioni bilaterali non è mai stato superato il valore limite di 160 €/TEE, e ci sono stati prezzi addirittura inferiori alla soglia di 100 €/TEE nei mesi di aprile e maggio.

Analogamente a quanto fatto per i risultati globali del meccanismo, anche per l'analisi dei prezzi nel periodo relativo agli anni d'obbligo 2017-2018, si fa riferimento ai dati estrapolati dal GME in formato Excel [51], in relazione a tutte le sessioni disponibili per questi due anni (ultimo dato aggiornato al 13/03/2018). Per ogni sessione sono analizzati il prezzo minimo ed il prezzo massimo registrati negli scambi tra tutte le tipologie di titoli, ed il prezzo medio ponderato, ottenuto come funzione del prezzo medio per tipologia di titolo mediato sulla quota di quella determinata tipologia sul totale di TEE scambiati. Dal grafico seguente si può notare come il prezzo dei TEE sia continuato a crescere per tutto il 2017 e per le prime sessioni del 2018, mostrando un trend di crescita quasi lineare del prezzo medio, sfondando per la prima volta il muro dei 300 €/TEE ad ottobre 2017 e non scendendo più al di sotto di quel valore. Sono addirittura stati raggiunti picchi superiori ai 450 €/TEE e la tendenza sembra non fermarsi.

Andamento prezzi dei TEE

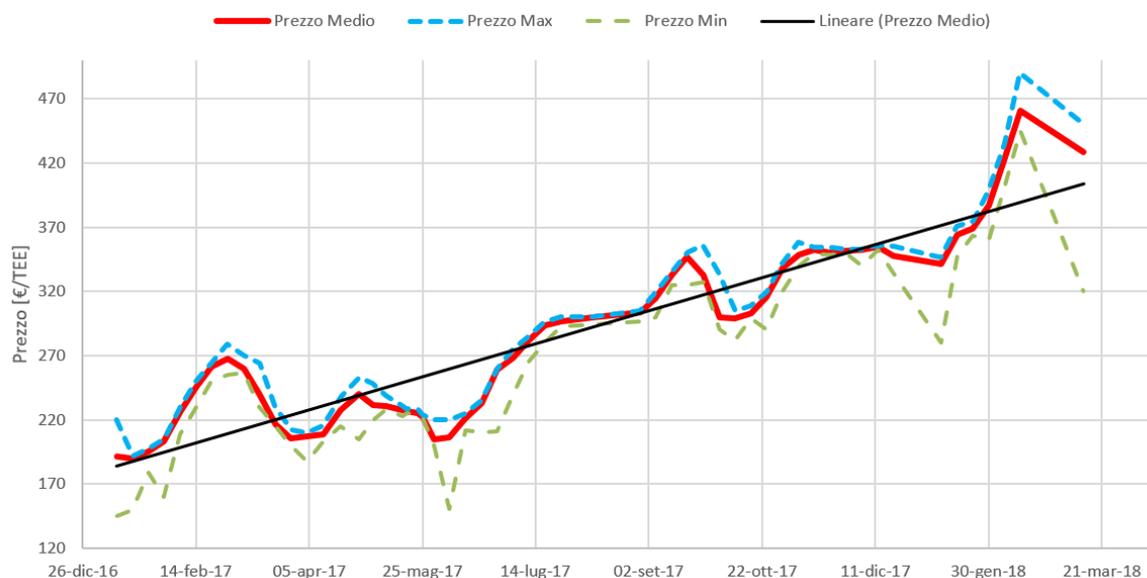


Grafico 4.10 - Andamento del prezzo dei titoli estrapolato dai dati GME

Per avere un'idea più chiara, nella seguente tabella sono riportati i dati ottenuti del prezzo minimo, massimo e medio per ogni mese. Il prezzo medio mensile è ottenuto mediando il prezzo medio delle diverse sessioni:

Tabella 4.13 - Valori mensili di riferimento dei prezzi dei titoli

Mese	Prezzo Min. [€/TEE]	Prezzo Max. [€/TEE]	Prezzo Medio [€/TEE]
Gen-17	145	220	195,16
Feb-17	208,95	279	249,95
Mar-17	200	270	230,60
Apr-17	187,66	253	221,07
Mag-17	200	248	224,20
Giu-17	151	260	230,09
Lug-17	240	300	285,05
Ago-17	294,5	304,8	301,72
Set-17	300	356	331,82
Ott-17	282	341,99	311,14
Nov-17	340,1	358	350,76
Dic-17	334	356	351,65
Gen-18	280	375	358,24
Feb-18	400	489,9	441,57
Mar-18	320,01	450	428,76

La sensazione per il futuro è che la tendenza all'aumento dei prezzi continuerà, e si potrebbero raggiungere valori in €/TEE impensabili solo alcuni mesi fa. In seguito, quando la nuova normativa verrà completamente recepita ed assimilata dalle imprese operanti nel settore, si potrà verificare una fase di stabilizzazione, a patto che il mercato non sia attraversato da movimenti speculativi. La leggera flessione dei prezzi registrata nell'ultima sessione di Marzo 2018 può essere un'indicazione in tal senso.

In generale, l'obiettivo è quello di risolvere tutti i problemi a livello normativo che potrebbero in qualche modo deprimere i soggetti volontari a presentare domanda per l'ottenimento dei titoli (da un punto di vista economico, anche il riconoscimento dei contributi in 10 anni piuttosto che 5 o 8 può essere un ostacolo), in modo da aumentarne la disponibilità e riequilibrare il mercato (e conseguentemente i prezzi). Il meccanismo dei TEE è infatti ancora profittevole e lo dimostrano le valutazioni sul tempo di ritorno dell'investimento (PBT: Pay-Back Time):

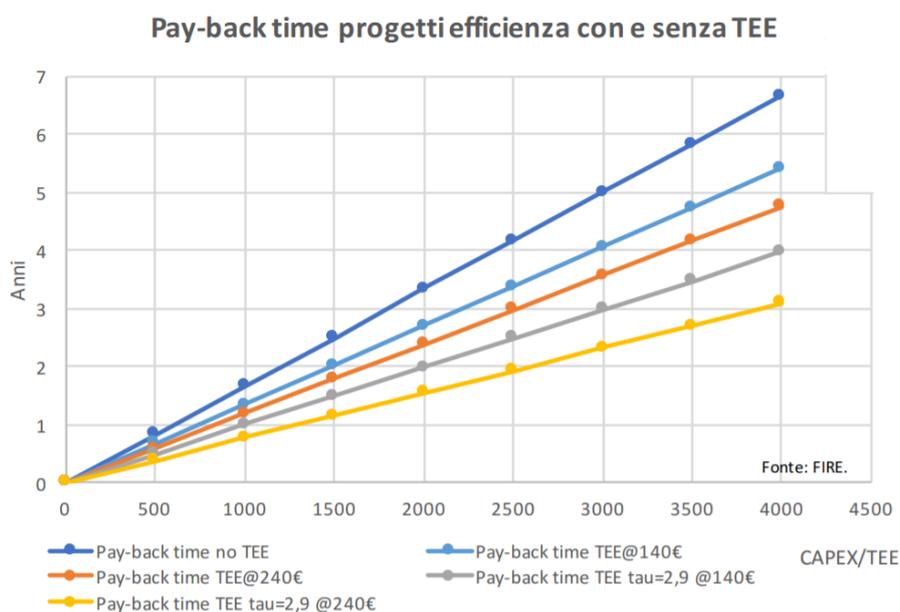


Grafico 4.11 - Scenario Pay-Back time con e senza richiesta dei titoli [57]

L'intervento di efficientamento con TEE permette di rientrare prima dall'investimento rispetto al caso senza TEE e l'incentivo risulta ancora più importante per parametri come il VAN ed il TIR (il PBT risente dell'innalzamento della vita utile dell'intervento).

5. EFFICIENZA ENERGETICA: COGENERAZIONE AD ALTO RENDIMENTO ED ALTRE FORME DI INCENTIVAZIONE

5.1 Efficienza energetica in Italia

Il settore dell'efficienza energetica ha da sempre rappresentato una delle eccellenze italiane: secondo l'ACEEE (*American Council for an Energy Efficient Economy*), nel 2016 l'Italia era al quarto posto nel mondo nella classifica dei paesi più virtuosi in termini di emissioni di CO₂, al secondo ed al primo posto tra le economie più avanzate per quanto riguarda rispettivamente l'efficienza energetica e la cogenerazione [58].

Il sistema americano assegna un punteggio a seconda degli interventi di efficientamento compiuti, ed in questa speciale classifica l'Italia risulta seconda, a pari merito con il Giappone, dietro alla sola Germania.

Tabella 5.1 - Risultati in termini di efficienza energetica per vari paesi del mondo [59]

National efforts (25 points)			Buildings (25 points)			Industry (25 points)			Transportation (25 points)		
Country	Score	Rank	Country	Score	Rank	Country	Score	Rank	Country	Score	Rank
Germany	21	1	Germany	19.5	1	Germany	21	1	India	16	1
Japan	19	2	US	18.5	2	Japan	20.5	2	Italy	16	1
France	18	3	China	18	3	UK	19.5	3	Japan	16	1
Canada	17	4	France	18	3	Italy	19.5	3	China	15	4
US	16.5	5	Spain	17.5	5	South Korea	18.5	5	France	15	4
China	16	6	Canada	17.5	5	France	16.5	6	South Korea	14	6
Italy	16	6	Italy	17	7	Indonesia	16	7	UK	14	6
Spain	16	6	UK	16	8	Netherlands	16	7	Brazil	13	8
UK	15.5	9	Australia	15.5	9	Taiwan	16	7	Spain	13	8
Netherlands	15	10	Netherlands	15	10	Spain	15.5	10	Germany	12	10
Poland	15	10	Turkey	15	10	China	15	11	Netherlands	12	10
South Korea	14.5	12	Poland	15	10	US	14.5	12	Poland	12	10
Taiwan	13	13	South Korea	14.5	13	Turkey	14	13	US	12	10
Australia	13	13	Taiwan	13	14	India	13.5	14	Canada	11	14
India	11.5	15	Japan	13	14	Canada	13.5	14	Russia	11	14
Russia	11	16	Mexico	11	16	Thailand	13	16	Turkey	11	14
Thailand	8.5	17	South Africa	11	16	Poland	11.5	17	Thailand	10	17
Indonesia	8	18	India	7.5	18	Mexico	11.5	17	Mexico	9	18
South Africa	8	18	Brazil	6.5	19	Russia	10	19	South Africa	9	18
Brazil	7	20	Russia	6	20	Brazil	6	20	Taiwan	9	18
Turkey	6.5	21	Indonesia	5.5	21	Australia	5.5	21	Indonesia	8	21
Mexico	5.5	22	Saudi Arabia	5	22	South Africa	5	22	Australia	7	22
Saudi Arabia	2.5	23	Thailand	5	22	Saudi Arabia	4	23	Saudi Arabia	4	23

I dati mostrano in particolare la forte posizione dell'Italia per l'efficientamento nei settori dell'industria e dei trasporti.

A livello dei trasporti, vengono apprezzati il valore molto basso del consumo medio di carburante per passeggero (38,6 mpg = 6,09 l/100km), l'indice VMT (miglia percorse per

capita) che risulta essere il più basso in Europa, e l'elevato tasso di investimenti per il trasporto ferroviario, più elevato rispetto agli investimenti sul trasporto stradale.

A livello industriale, i punti di forza sono rappresentati dagli ambiziosi obiettivi di risparmio energetico, dall'obbligo della nomina di energy manager per il raggiungimento di questi obiettivi in relazione alle imprese con forti consumi, e lo sviluppo di periodici energy audits.

In particolare, in relazione al tema centrale in esame in questo elaborato, viene sottolineato come la creazione di un mercato dedicato all'efficienza energetica attraverso il meccanismo dei certificati bianchi (che vede l'Italia tra i principali paesi promotori), sia uno strumento fondamentale per il raggiungimento delle quote di risparmio nel settore dell'industria, che non a caso risulta essere il più importante in termini di numero di TEE prodotti. L'Italia è inoltre uno dei paesi con la più grande capacità di impianti cogenerativi installati.

A livello di riqualificazione energetica degli edifici, sono apprezzati i requisiti regionali obbligatori in merito al raggiungimento di definiti livelli minimi di efficienza energetica.

Esistono tuttavia delle opportunità di miglioramento, principalmente relative ad una scala nazionale: l'Italia ha infatti ridotto la sua intensità energetica solo del 9% tra il 2000 ed il 2013. A questo proposito, bisogna ricordare che l'Italia, in relazione ad altri stati, partiva già da livelli importanti di efficienza e pertanto migliorarla risulta più complesso.

Le cifre del GSE a livello nazionale, relative al 2016, confermano queste posizioni:



Figura 5.1 - Risultati dell'incentivazione all'efficienza energetica in Italia [58]

Oltre al meccanismo dei certificati bianchi, esistono infatti altre forme di incentivazione, come la Cogenerazione ad Alto Rendimento (CAR), il Conto Termico e le detrazioni fiscali per la realizzazione di determinati interventi.

5.2 Cogenerazione ad Alto Rendimento (CAR)

La cogenerazione è un sistema di produzione combinata di energia elettrica ed energia termica (calore), in impianti che utilizzano la stessa fonte di energia primaria. Infatti, per la produzione di energia elettrica si utilizzano ad esempio centrali termoelettriche, che in assetto

di generazione esclusivamente elettrico, disperdono in ambiente energia termica non utile alla generazione elettrica, in quanto a temperatura non sufficientemente elevata. Invece per la produzione di energia termica si utilizzano caldaie per la conversione dell'energia primaria dei combustibili (“energia pregiata”) in energia termica di basso valore termodinamico.

Risulta dunque logico combinare i due processi: poiché l'energia termica richiesta da un'utenza a scopo di riscaldamento o per taluni processi produttivi è normalmente a bassa temperatura, si può quindi pensare di utilizzare l'energia di scarto di un ciclo di produzione di energia elettrica per soddisfare le richieste di calore. In questo modo, a partire dalla stessa quantità di energia primaria, è possibile fornire all'utenza due forme diverse di energia. Il processo può essere schematizzato in modo molto semplificato attraverso la figura seguente:

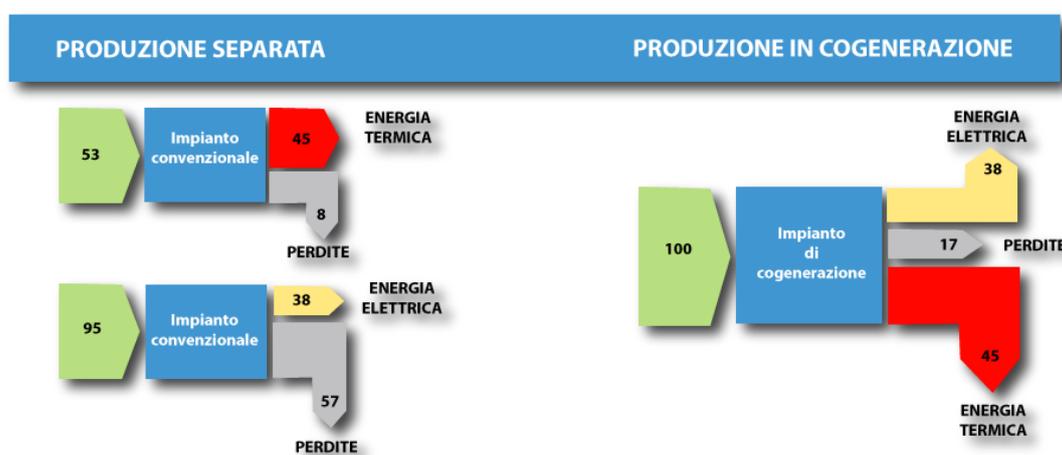


Figura 5.2 - Principio fisico alla base della cogenerazione [60]

A titolo di esempio, con riferimento alla figura, nel caso di produzione separata, si ha bisogno di 53 unità di energia primaria per la produzione di 45 unità di energia termica (supponendo un rendimento di conversione di circa l'85%), e di 95 unità di energia primaria per la produzione di 38 unità di energia elettrica (rendimento del 40%), per un totale di 148 unità di energia primaria necessarie. Con la produzione in cogenerazione invece, inserendo 100 unità di energia primaria, si possono produrre contemporaneamente i fabbisogni richiesti: le perdite passano così dal 44% al 17%. Infatti, uno dei punti fondamentali della cogenerazione è rappresentato proprio dal risparmio energetico, che ne consente l'inserimento nel meccanismo dei certificati bianchi.

Conseguentemente, è possibile ottenere anche un risparmio economico ed una riduzione dell'impatto ambientale degli impianti, a causa della diminuzione delle emissioni e della minor dipendenza dai combustibili fossili. Tuttavia, bisogna realizzare delle più ampie

valutazioni di stampo energetico-economico relative alle risorse da utilizzare per la realizzazione di questi impianti, studiandone l'effettiva convenienza.

Il calore di scarto del ciclo di produzione di energia elettrica può essere utilizzato sia in ambito civile che in ambito industriale, sotto forma di vapore, acqua calda o surriscaldata, aria calda. In generale, le utenze che più si adattano ad impianti di cogenerazione sono quelle che presentano una domanda circa costante di energia elettrica e termica, come ad esempio piscine, ospedali, case di cura e centri commerciali.

A livello industriale, i processi di cogenerazione sono già sviluppati attraverso l'utilizzo dei cicli combinati cogenerativi:

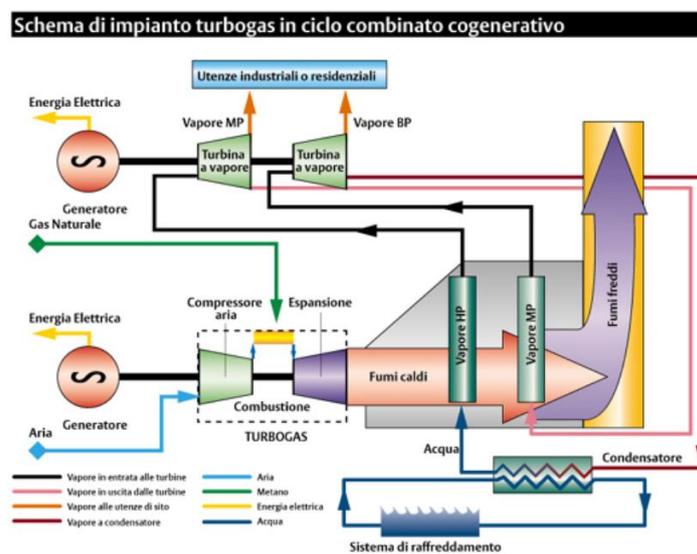


Figura 5.3 - Schema di un ciclo combinato cogenerativo [61]

Il primo processo è un ciclo Joule-Brayton per la produzione di energia elettrica a partire dal gas naturale. I gas caldi in uscita da questo ciclo vengono quindi fatti passare in uno scambiatore di calore dove sono utilizzati per riscaldare l'acqua di un ciclo Rankine a vapore, permettendo un'ulteriore produzione di energia elettrica (ciclo combinato). Infine, viene sfruttata l'energia termica posseduta dal vapore in uscita dal secondo ciclo per alimentare la richiesta di calore per processi industriali o per riscaldamento (cogenerazione). Questa operazione implica ovviamente un grande incremento in termini di rendimento complessivo: se infatti un ciclo a gas ha singolarmente un rendimento del 35-38% (con valori ancora più bassi per un ciclo a vapore), con il ciclo combinato si arriva al 50-60% ed in assetto cogenerativo si supera l'80%. La cogenerazione è invece meno estendibile al settore residenziale e terziario, sia per la forte variabilità dei carichi, sia per la realizzazione di

adeguate reti di distribuzione del calore. Risulta quindi praticabile in genere presso città/agglomerati caratterizzati da elevata densità edilizia.

Una variante della cogenerazione è rappresentata dalla trigenerazione, in cui il calore viene utilizzato anche per produrre, attraverso macchine frigorifere ad assorbimento, acqua refrigerata per il condizionamento o per i processi industriali. Un impianto di quadrigenerazione permette invece di produrre contemporaneamente acqua calda, vapore, elettricità ed energia frigorifera.

A livello residenziale è più diffusa la micro-cogenerazione (micro-CHP): partendo dagli stessi principi della cogenerazione, li applica con modalità inverse.

Infatti, un impianto di micro-cogenerazione produce principalmente calore, mentre l'energia elettrica è un prodotto di scarto: tuttavia, a causa della forte variabilità giornaliera della domanda di energia elettrica, spesso può verificarsi una situazione di sovra-produzione [62].

L'elettricità prodotta in eccesso è quindi venduta alla rete elettrica, attraverso un meccanismo di scambio sul posto, che riprende le modalità utilizzate con il fotovoltaico.

5.2.1 Accesso al regime di CAR

Con il DM 5 settembre 2011 è stato introdotto il regime di sostegno alla cogenerazione ad alto rendimento, attraverso il riconoscimento di certificati bianchi.

Per definire la CAR, è utilizzato l'indice PES (*Primary Energy Saving*), che quantifica il risparmio di energia primaria che è possibile ottenere con la produzione combinata di energia elettrica e termica, rispetto alla produzione separata delle stesse quantità. In termini pratici la CAR viene definita come:

- La produzione combinata di energia elettrica e termica che permette di ottenere un risparmio di energia primaria di almeno il 10% rispetto alla produzione separata;
- La produzione combinata di energia elettrica e termica attraverso unità di piccola cogenerazione o micro-cogenerazione (cioè con potenze inferiori rispettivamente a 1 MW e 50 kW), che comporti un risparmio di energia primaria.

In particolare, i risparmi si riferiscono esclusivamente alle quantità di energia elettrica prodotta ed energia associata al combustibile qualificabili come cogenerative. Infatti, come da normativa (DM 4 agosto 2011, in riferimento alla direttiva 2004/8/CE), l'energia elettrica classificabile come cogenerativa è quella prodotta attraverso:

- Unità di produzione combinata di energia elettrica e calore con turbina a vapore a contropressione, turbina a gas con recupero termico, motore a combustione interna, microturbine, motori Stirling e celle a combustibile se dette unità presentano un rendimento di primo principio annuo almeno pari al 75%;
- Unità di produzione combinata di energia elettrica e calore a ciclo combinato con recupero di calore e con turbina a condensazione con estrazione di vapore se dette unità presentano un rendimento di primo principio annuo almeno pari all'80% [63].

L'analisi di tutti i parametri che consentono di ottenere la qualifica di CAR è esposta nelle Linee Guida sulla Cogenerazione ad Alto Rendimento [64]. In particolare, per calcolare il parametro finale di riferimento, ovvero il PES, si devono seguire principalmente 4 passaggi:

1. Determinazione dei confini dell'unità di cogenerazione

Devono essere individuati tutti i flussi di energia entranti ed uscenti dal sistema attraverso opportuni sistemi di misura installati sui confini individuati. Solo per unità di micro-cogenerazione le misure possono essere sostituite da valori certificati precedentemente approvati dal GSE. In questo modo si può determinare la produzione di energia cogenerativa: per l'energia termica si riportano di seguito alcuni esempi riguardanti modalità di utilizzo che sono o meno riconosciute come cogenerative:

Tabella 5.2 - Modalità di utilizzo riconosciute come cogenerative [65]

MODALITÀ DI UTILIZZO DELL'ENERGIA TERMICA	
Utilizzo del calore in processi industriali	Dispersione del calore nell'ambiente senza alcun impiego
Utilizzo del calore per il riscaldamento o raffreddamento degli ambienti (anche mediante rete di distribuzione del calore)	Calore utilizzato per consumi interni dell'unità di cogenerazione
Utilizzo diretto di gas esausti, provenienti da un motore primo appartenente all'unità di cogenerazione, ai fini di un processo di essiccazione ovvero ai fini di riscaldamento diretto	Energia termica utilizzata da un dispositivo posto a valle dell'unità di cogenerazione, ai soli fini della produzione di energia elettrica

2. Determinazione del rendimento globale

Il rendimento globale di un sistema cogenerativo è definito come rapporto tra l'energia elettrica ed il calore cogenerativo prodotti e l'energia di alimentazione:

$$\eta_g = \frac{E + H_{chp}}{F} \quad (5.1)$$

Dove:

- E: energia elettrica prodotta;
- H_{chp}: energia utile prodotta da cogenerazione

- F: energia termica in input (energia del combustibile o di gas caldi o vapore provenienti da un altro processo)

Le condizioni già esposte precedentemente possono essere riassunte dalla seguente tabella:

Tabella 5.3 - Valori minimi di rendimento globale per diversi sistemi

Tipo unità	η globale $\geq 0,75$	η globale $\geq 0,80$
		Turbina a vapore a contropressione
	Turbina a gas con recupero di calore	
	Motore a combustione interna	Turbina a condensazione con estrazione di vapore
	Microturbine	
	Motori Stirling	
	Pile a combustibile	

3. Calcolo dell'energia elettrica da cogenerazione

Se i valori di rendimento sono maggiori o uguali ai valori limite, allora tutta l'energia elettrica prodotta è considerata come cogenerativa. Se invece i requisiti di rendimento non vengono interamente rispettati, si divide virtualmente l'impianto in due sottosistemi: uno cogenerativo (CHP) che soddisfa i requisiti, e l'altro non cogenerativo (NON CHP):

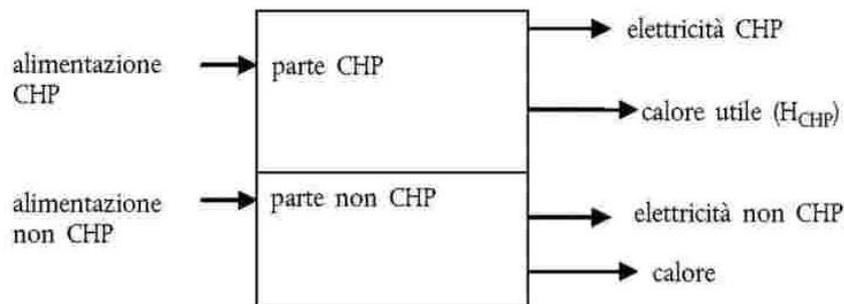


Figura 5.4 - Schema di suddivisione dell'impianto

Si può ricavare:

$$E_{chp} = H_{chp} \cdot C_{eff} \quad (5.2)$$

Dove E_{chp} ed H_{chp} sono le quantità di energia elettrica e termica prodotte in assetto cogenerativo, mentre C_{eff} è un parametro che rappresenta il rapporto energia/calore effettivo. Calcolando C_{eff} si può ottenere E_{chp} : questo valore deve essere confrontato con l'energia elettrica prodotta nel periodo di riferimento, e l'energia elettrica prodotta da cogenerazione è assunta pari al minimo tra questi due parametri.

3a) Calcolo di C_{eff} e dimensionamento dell'impianto CHP virtuale per impianti senza apporto di energia da fonti non cogenerative

Si supponga che l'impianto non riesca dunque a rispettare i vincoli imposti dalla tabella 5.3, è possibile distinguere due casi:

1) Per impianti che devono rispettare il vincolo $\eta_g \geq 75\%$:

Si impone la condizione:

$$\bar{\eta}_{globale}(75\%) = \frac{E_{chp} + H_{chp}}{F_{chp}} \quad (5.3)$$

E dunque:

$$C_{eff} = \frac{\eta_{nonchp,E}}{\bar{\eta}_{globale} - \eta_{nonchp,E}} \quad (5.4)$$

Il termine $\eta_{nonchp,E}$ rappresenta il rendimento elettrico dell'unità non cogenerativa e si trova come:

$$\eta_{nonchp,E} = \frac{E}{F} \quad (5.5)$$

Trovato il valore di C_{eff} e sostituendolo nell'equazione (5.2), è possibile trovare il valore E_{chp} di elettricità prodotta in regime cogenerativo, e come valori complementari:

$$E_{nonchp} = E - E_{chp} \quad (5.6)$$

$$F_{nonchp,E} = \frac{E_{nonchp}}{\eta_{nonchp,E}} \quad (5.7)$$

L'equazione (5.7) rappresenta la quantità di energia in input che non partecipa alla cogenerazione. Finalmente si può ottenere:

$$F_{chp} = F - F_{nonchp,E} \quad (5.8)$$

Ovvero la quantità di energia in input che partecipa al processo cogenerativo.

2) Per impianti che devono rispettare il vincolo $\eta_g \geq 80\%$:

Questi requisiti devono essere rispettati da due tipologie di impianti:

- Cicli combinati con turbina a gas, caldaia di recupero e turbina a vapore (a sola estrazione di vapore o con estrazione di vapore e condensazione)
- Turbina a condensazione con estrazione di vapore

Per cicli combinati con turbina a sola estrazione di vapore il calcolo di C_{eff} è esattamente uguale a quanto esposto al punto 1).

Se invece la turbina a vapore prevede anche la condensazione il calcolo è differente. Infatti, quando si ha spillamento di vapore dalla turbina per alimentare con energia termica un altro processo, si ha di fatto una riduzione della quantità di vapore che passa in turbina: a fronte di un recupero di energia termica, si ha dunque una minore produzione di energia elettrica. Per tener conto di questo aspetto, si introduce un coefficiente β (kWh_e/kWh_t) che rappresenta la

mancata produzione di un'unità di energia elettrica per ogni unità di energia termica estratta.

Il coefficiente β è funzione di:

- Taglia della turbina (cresce all'aumentare della taglia);
- Condizioni di immissione ed estrazione del vapore;
- Pressione del condensatore

Se la turbina ha multiple estrazioni, si può calcolare un β globale:

$$\beta = \frac{\sum_{i=1}^n \beta_i \cdot H_{i_{chp}}}{\sum_{i=1}^n H_{i_{chp}}} \quad (5.9)$$

Con riferimento all'equazione (5.3) ed imponendo il vincolo del rendimento globale superiore all'80% si ottiene l'espressione di C_{eff} :

$$C_{eff} = \frac{\eta_{nonchp,E} - \beta \cdot \bar{\eta}_{globale}}{\bar{\eta}_{globale} - \eta_{nonchp,E}} \quad (5.10)$$

Dove:

$$\eta_{nonchp,E} = \frac{E + \beta \cdot H_{chp}}{F} \quad (5.11)$$

3b) Calcolo di C_{eff} e dimensionamento dell'impianto CHP virtuale per impianti con apporto di energia da fonti non cogenerative

Rispetto al caso precedente, questi impianti presentano un'ulteriore caratteristica di ottimizzazione: una parte dell'energia termica in input (H_{chp}) è fornita da un sistema cogenerativo, e si va ad aggiungere all'energia termica fornita dalle altre fonti (H_{nonchp}).

Questo implica ovviamente un aumento del rendimento globale, poiché l'apporto di energia da fornire attraverso fonti esterne diminuisce. Il rendimento globale può infatti essere calcolato come:

$$\eta_{globale} = \frac{E + H_{chp}}{F - F_{nonchp,H}} \quad (5.12)$$

Anche in questo caso, se non vengono rispettati i criteri del rendimento globale del 75% o dell'80%, il sistema viene suddiviso in una parte cogenerativa ed una parte non-cogenerativa.

4) Calcolo del PES (Primary Energy Saving)

Infine l'ultimo parametro per verificare la possibilità di aderire al riconoscimento di CAR è proprio il PES, calcolabile come:

$$PES = \left(1 - \frac{1}{\frac{\eta_{t_{CHP}}}{\eta_{t_{RIF}}} + \frac{\eta_{e_{CHP}}}{\eta_{e_{RIF}}}} \right) \quad (5.13)$$

Dove:

- η_{eRIF} : rendimento della produzione separata di energia elettrica;
- η_{eCHP} : rendimento della produzione in assetto cogenerativo di energia elettrica;
- η_{tRIF} : rendimento della produzione separata di energia termica;
- η_{tCHP} : rendimento della produzione in assetto cogenerativo di energia termica.

I valori del rendimento per la produzione separata di energia elettrica e termica sono riportati negli allegati IV e V del DM 5 settembre 2011 e sono definiti per tipologia di combustibile [66]. Sono inoltre forniti periodici aggiornamenti dei valori in virtù dell'evoluzione tecnologica. Ad esempio, per la produzione di energia elettrica l'ultima revisione risale al *Regolamento Commissione Ue 2015/2402/Ue* che ha fissato i seguenti valori:

Tabella 5.4 - Rendimenti aggiornati per produzione di energia elettrica [67]

Categoria	Tipo di combustibile	Anno di costruzione			
		Antecedente al 2012	2012-2015	Dal 2016	
Solidi	S1	Carbon fossile compresa antracite, carbone bituminoso, carbone sub-bituminoso, coke, semicoke, coke di petrolio	44,2	44,2	44,2
	S2	Lignite, mattonelle di lignite, olio di scisto	41,8	41,8	41,8
	S3	Torba, mattonelle di torba	39,0	39,0	39,0
	S4	Biomassa secca fra cui legna e altri tipi di biomassa solida compresi pellet e mattonelle di legno, trucioli di legno essiccati, scarti in legno puliti e asciutti, gusci e noccioli d'oliva e altri noccioli	33,0	33,0	37,0
	S5	Altri tipi di biomassa solida compresi tutti i tipi di legno non inclusi in S4 e liquame nero e marrone.	25,0	25,0	30,0
	S6	Rifiuti urbani e industriali (non rinnovabili) e rifiuti rinnovabili/biodegradabili	25,0	25,0	25,0
Liquidi	L7	Olio combustibile pesante, gasolio, altri prodotti petroliferi	44,2	44,2	44,2
	L8	Bioliquidi compresi biometanolo, bioetanolo, biobutanolo, biodiesel e altri bioliquidi	44,2	44,2	44,2
	L9	Liquidi residui, compresi rifiuti biodegradabili e non rinnovabili (inclusi sego, grasso e trebbie)	25,0	25,0	29,0
Gassosi	G10	Gas naturale, GPL, GNL e biometano	52,5	52,5	53,0
	G11	Gas di raffineria, idrogeno e gas di sintesi	44,2	44,2	44,2
	G12	Biogas da digestione anaerobica, gas da impianti di trattamento di acque reflue e gas di discarica	42,0	42,0	42,0
	G13	Gas di cokeria, gas di altoforno, gas da estrazioni minerarie e altri gas di recupero (escluso il gas di raffineria)	35,0	35,0	35,0
Altri	O14	Calore di scarto (compresi i gas di scarico ad alta temperatura e i prodotti da reazioni chimiche esotermiche)			30,0
	O15	Energia nucleare			33,0
	O16	Energia solare termica			30,0
	O17	Energia geotermica			19,5
	O18	Altri combustibili non menzionati			30,0

In particolare, per la produzione separata di energia elettrica sono applicati opportuni fattori di correzione in punti percentuali per tener conto dell'influenza della zona climatica e delle perdite di rete. Se sono presenti diverse modalità di produzione del calore si effettua una media ponderata. Il PES deve infine rispettare i seguenti requisiti:

Tabella 5.5 - Requisiti minimi per il PES

Taglia Unità	PES
>1 MW _e	≥ 10 %
Unità di piccola cogenerazione (>50 kW _e ≤ 1MW _e)	> 0
Unità di micro cogenerazione (≤ 50 kW _e)	> 0

Per quanto riguarda i rendimenti in ambito cogenerativo, vale semplicemente:

$$\eta_{eCHP} = \frac{E_{chp}}{F_{chp}} \quad (5.14)$$

$$\eta_{tCHP} = \frac{H_{chp}}{F_{chp}} \quad (5.15)$$

5.2.2 Calcolo degli incentivi per sistemi che hanno ottenuto il riconoscimento CAR

Agli impianti di cogenerazione che hanno ottenuto la qualifica di CAR sono riconosciuti degli incentivi sotto forma di certificati bianchi di tipo II, rilasciati per periodi da 5 a 15 anni:

- 5 anni solari per unità di cogenerazione entrate in esercizio tra il 1 aprile 1999 ed il 6 marzo 2007;
- 10 anni solari, a partire dal 1° gennaio dell'anno successivo all'entrata in esercizio, se questa si è verificata dopo il 6 marzo 2007;
- 15 anni solari, sempre con entrata in esercizio dopo il 6 marzo 2007 ed a partire dal 1° gennaio dell'anno successivo, per impianti abbinati a reti di teleriscaldamento.

Nel primo caso il GSE rilascia un numero di certificati bianchi pari al 30% di quello previsto per le altre due tipologie. Il valore dell'incentivo dipende dal risparmio conseguito con un sistema di cogenerazione ad alto rendimento, rispetto alla produzione separata di energia elettrica e termica, e pertanto richiede il calcolo del parametro:

$$RISP = \frac{E_{chp}}{\eta_E} + \frac{H_{chp}}{\eta_T} - F_{chp} \quad (5.16)$$

Dove:

- *RISP*: risparmio di energia primaria in MWh;
- η_E : rendimento medio convenzionale del parco di produzione elettrica italiano, assunto pari a 0,46;
- η_T : rendimento medio convenzionale del parco di produzione termica italiano, assunto pari a 0,82 in caso di uso diretto dei gas di scarico ed a 0,9 in caso di produzione di acqua calda o vapore.

Si può quindi calcolare il numero di certificati bianchi riconosciuti come:

$$CB = 0,086 \cdot RISP \cdot K \quad (5.17)$$

Dove K è un coefficiente di armonizzazione che dipende dalla potenza elettrica installata dell'unità di cogenerazione, i cui valori sono riassunti nella seguente tabella:

Tabella 5.6 - Valori del parametro K in funzione della potenza elettrica

Valore di K	Potenza elettrica
1	$P_e > 100 \text{ MW}_e$
1,1	$80 \text{ MW}_e < P_e \leq 100 \text{ MW}_e$
1,2	$10 \text{ MW}_e < P_e \leq 80 \text{ MW}_e$
1,3	$1 \text{ MW}_e < P_e \leq 10 \text{ MW}_e$
1,4	$P_e \leq 100 \text{ MW}_e$

Anche per i certificati bianchi ottenuti tramite cogenerazione ad alto rendimento è prevista la non-cumulabilità con altri incentivi statali, ad eccezione di:

- Accesso a fondi di garanzia o fondi di rotazione;
- Incentivi pubblici in conto capitale inferiori al 40% del costo dell'investimento per interventi fino a 200 kW di potenza installata;
- Incentivi pubblici in conto capitale inferiori al 30% del costo dell'investimento per interventi fino 1 MW di potenza installata;
- Incentivi pubblici in conto capitale inferiori al 20% del costo dell'investimento per interventi di potenza installata superiore ad 1 MW;
- Accesso alla detassazione dal reddito di impresa degli investimenti in macchinari e apparecchiature.

Una volta ottenuti i certificati bianchi di tipo II-CAR, questi possono essere sia utilizzati dai soggetti obbligati per raggiungere le rispettive quote di risparmio energetico, sia essere scambiati sul mercato dei titoli. In alternativa, l'operatore può richiedere al GSE di ritirare i titoli ottenuti: in questo senso vige una fondamentale differenza rispetto al meccanismo tradizionale dei certificati bianchi in quanto il prezzo di ritiro viene fissato al momento dell'entrata in esercizio dell'impianto di cogenerazione, e rimane costante per tutto il periodo di incentivazione dello stesso.

5.2.3 Presentazione delle richieste al GSE

Per la presentazione di richieste per l'ottenimento di TEE legati alla CAR, esiste un portale dedicato messo a disposizione del GSE chiamato RICOGE.

La richiesta di riconoscimento di CAR può essere presentata:

- In qualunque periodo dell'anno per progetti a preventivo, ovvero riguardanti unità di cogenerazione non ancora in esercizio o entrate in esercizio nello stesso anno solare;
- Dal 1° gennaio al 31 marzo di ogni anno per progetti a consuntivo, ovvero riguardanti unità di cogenerazione entrate in esercizio almeno nell'anno solare precedente.

Tra i principali documenti richiesti dal GSE si annoverano lo schema generale di funzionamento, gli schemi elettrici e termici dell'impianto ed una relazione tecnica. Per l'accesso ai certificati bianchi la prima richiesta deve essere effettuata entro il quarto anno solare dall'entrata in esercizio, pena il rigetto. È da notare comunque, rispetto ai certificati bianchi tradizionali, la possibilità di presentare richiesta anche dopo l'entrata in esercizio dell'impianto. Per quanto riguarda la presentazione delle richieste successive al primo consuntivo, i principi generali vengono specificati in un documento apposito pubblicato recentemente dal GSE, che descrive la documentazione necessaria e le modalità di caricamento [68]. In particolare, se rispetto alla situazione iniziale non sono state apportate modifiche dall'operatore né sono stati riscontrati malfunzionamenti, non devono essere caricati nuovi documenti se non quelli generati automaticamente dal portale RICOGE, e bisogna inserire solo i dati energetici relativi alla produzione. Se invece si sono verificate modifiche all'impianto o ai metodi di calcolo dei dati energetici, queste vanno comunicate al GSE attraverso una modifica dei documenti presenti sul portale o il caricamento dei documenti aggiornati.

5.2.4 Risultati della CAR

Con riferimento all'anno di produzione 2015, la seguente tabella mostra i dati di produzione di energia elettrica, energia elettrica cogenerativa ed energia termica, in riferimento alle diverse tecnologie riconosciute nell'ambito della CAR:

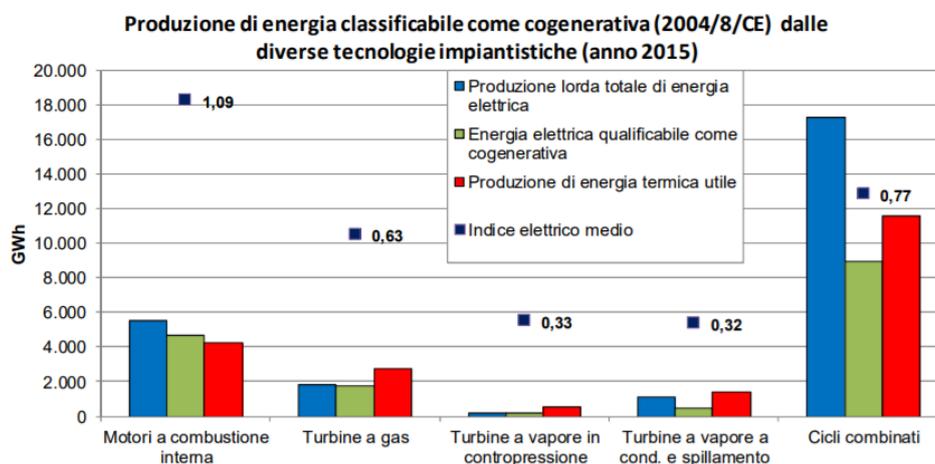


Grafico 5.1 - Produzione di energia cogenerativa nel 2015 [69]

I dati mostrano che nel 2015 sono stati prodotti, in assetto cogenerativo, 22,1 TWh di calore utile e 16,9 TWh di energia elettrica cogenerativa, che a fronte di una produzione nazionale di energia elettrica di 270,7 TWh nello stesso anno, hanno rappresentato circa il 6,2% del totale. I prezzi di ritiro del GSE dei certificati bianchi di tipo CAR negli ultimi anni sono stati pari a:

Tabella 5.7 - Prezzo di ritiro dei certificati di tipo CAR negli ultimi anni [69]

Anno	Prezzo di ritiro [€/TEE]
2011	93,68
2012	86,98
2013	110,27
2014	105,83
2015	114,83

Inoltre la CAR consente di ottenere un risparmio annuo di circa 8,5 TWh di energia (pari a circa 0,74 Mtep).

5.3 Il conto termico

Il conto termico è uno strumento di incentivazione per il settore privato e per la Pubblica Amministrazione (PA), finalizzato alla realizzazione di interventi di piccole dimensioni per l'incremento dell'efficienza energetica e per la produzione di energia termica da fonti rinnovabili. La legislazione di riferimento è costituita dal DM 28 dicembre 2012 (lo stesso decreto della normativa esistente dei certificati bianchi), aggiornato con il DM 16 febbraio 2016 [70].

Il GSE, responsabile della gestione del meccanismo, prevede una quota totale di incentivazione di 900 milioni di euro, di cui 700 destinati a privati ed imprese e 200 destinati alla PA [71]. Gli incentivi sono da intendersi erogabili fino ad esaurimento della quota totale prevista. Il principale obiettivo del Conto Termico è quello di rendere più convenienti da un punto di vista economico gli interventi di efficientamento, come la riqualificazione energetica degli edifici, attraverso progetti che permettano di ridurre i consumi, rientrando dall'investimento iniziale in tempi non troppo lunghi.

Il decreto di aggiornamento del 2016 ha consentito di ampliare la lista di interventi oggetto di incentivazione del Conto Termico, per tener conto sia dell'evoluzione tecnologica che dell'evoluzione normativa (es: aggiornamento delle linee guida per la certificazione energetica degli edifici). Inoltre sono state innalzate le dimensioni minime per l'accessibilità al meccanismo.

Come per i titoli di efficienza energetica, anche per il Conto Termico le richieste possono non essere presentate direttamente dal soggetto titolare, ma per conto dello stesso da parte di una ESCO. Un'importante differenza risiede invece nella possibilità di richiedere l'incentivo anche dopo la conclusione dell'intervento, tramite l'accesso diretto (se l'intervento deve ancora essere realizzato si parla di accesso a prenotazione). La modalità di accesso tramite registri è stata invece eliminata con l'aggiornamento della normativa. Il Conto Termico fa riferimento a due principali categorie di intervento:

- 1) Incremento dell'efficienza energetica degli edifici esistenti tramite:
 - a) Coibentazione di pareti e serrature;
 - b) Sostituzione dei serramenti;
 - c) Sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale con caldaie a condensazione;
 - d) Installazione di schermature solari;
 - e) Trasformazione degli edifici esistenti in "edifici a energia quasi zero" (nZEB, *nearly Zero Energy Building*);
 - f) Sostituzione di sistemi per l'illuminazione d'interni e delle pertinenze esterne con sistemi efficienti;
 - g) Installazione di tecnologie di gestione e controllo automatico (Building Automation)
- 2) Sostituzione di impianti esistenti per la climatizzazione invernale con impianti alimentati da fonti rinnovabili o con sistemi ad alta efficienza mediante:
 - a) Pompe di calore, per climatizzazione o produzione di acqua calda sanitaria;
 - b) Caldaie, stufe, camini e termocamini alimentati a biomassa;
 - c) Impianti solari termici per la climatizzazione o la produzione di acqua calda sanitaria, anche abbinati a tecnologia solar cooling;
 - d) Scaldacqua a pompa di calore;
 - e) Impianti ibridi a pompa di calore per la climatizzazione invernale

La PA può presentare richiesta per entrambe le categorie, mentre i privati esclusivamente per la seconda. Ad ogni modo, analizzando la lista aggiornata è possibile notare, soprattutto in comparazione con la precedente, la presenza di numerosi interventi altamente innovativi e tecnologici (es: nZEB, solar cooling), a testimonianza del forte indirizzo di modernizzazione del sistema. Gli incentivi sono calcolati per la categoria 1 come funzione dei limiti percentuali e dei massimali di costo, mentre per la categoria 2 dipendono da parametri fisici come la taglia dell'impianto, la zona climatica o la produzione di energia termica.

In particolare, il Conto Termico fissa degli incentivi che variano tra il 40% ed il 65% della spesa sostenuta, a seconda della tipologia di intervento:

- Fino al 40% per gli interventi di isolamento termico, realizzazione di coperture, ottimizzazione delle chiusure per ridurre le perdite di calore, installazione di schermature ecc.;
- Fino al 50% per gli interventi di isolamento termico nelle zone climatiche E/F (quota che può essere innalzata fino al 55% se l'intervento è associato all'installazione di un altro impianto, come caldaia a condensazione, pompe di calore, solare termico);
- Fino al 65% per la demolizione e ricostruzione di edifici nZEB;
- Fino al 65% per la sostituzione di impianti tradizionali con impianti a pompe di calore, caldaie ed apparecchi a biomassa, sistemi ibridi a pompe di calore ed impianti solari termici.

Una volta definito l'importo dell'incentivo, questo può essere erogato in 1, 2 o 5 rate annuali, a seconda della tipologia e delle dimensioni dell'intervento, per una durata compresa tra i 2 ed i 5 anni, a seguito di un contratto privato stipulato tra il GSE ed il soggetto responsabile.

Per incentivi fino a 5.000 €, i privati possono richiedere il pagamento in un'unica soluzione, mentre questa opzione è possibile per la PA per qualsiasi importo. Anche il Conto Termico, come i TEE, è cumulabile esclusivamente con incentivi non statali per i privati, mentre per le PA è accettato il cumulo con incentivi statali, a patto che la somma dei contributi del Conto Termico e di altri incentivi non superi il 100% delle spese ammissibili. Inoltre finanzia il 50% delle spese per la Diagnosi Energetica per i privati ed il 100% per le PA.

5.3.1 Risultati del Conto Termico

Il meccanismo del Conto Termico ha visto negli ultimi anni un numero crescente di adesioni ed un incremento importante in particolare nel 2016, con un numero di richieste superiore dell'81% rispetto ai dati registrati l'anno precedente. Nella seguente tabella sono esposti i dati 2013-2016:

Tabella 5.8 - Risultati Conto Termico 2013-2016 [58]

PERIODO	ACCESSO DIRETTO		PRENOTAZIONE		REGISTRI		TOTALE	
	N. richieste contrattualizzate	Incentivo riconosciuto [mln €]	N. richieste ammesse	Incentivo riconosciuto [mln €]	N. richieste ammesse	Incentivo riconosciuto [mln €]	N. richieste	Incentivo riconosciuto [mln €]
2013-2014	7.720	23,8	15	0,2	29	4,8	7.764	28,8
2015	7.842	31,6	4	0,2	17	3,3	7.863	35,1
2016	9.861	35,0	53	8,0	-	-	9.914	43,0
2013-2016	25.423	90,4	72	8,4	46	8,1	25.541	106,8

Allo stesso tempo, si può notare come la quota totale incentivata al 2016, pari a 106,8 milioni di €, è ancora ben lontana dal totale di 900 milioni, mostrando che il sistema del Conto

Termico ha un forte potenziale per un ulteriore sviluppo. Sul sito internet del GSE è presente il contatore del Conto Termico, ovvero uno strumento per visualizzare i risultati ottenuti, riportando ad esempio il numero totale di richieste pervenute al GSE, la percentuale di richieste ammesse e la quota totale di incentivi impegnati. Il contatore viene aggiornato mensilmente e riporta principalmente i dati relativi alle procedure effettuate con Accesso Diretto, a causa della percentuale molto bassa del numero di richieste su prenotazione. Inoltre, per ogni anno viene fissato un valore massimo di spesa annua cumulata, definito come sommatoria degli incentivi che il GSE si impegna a riconoscere per le sole rate relative all'anno in corso: per il 2018 il totale risulta pari a 61 milioni di €, di cui 53,7 per i privati e 7,5 per le PA [72]. Gli ultimi dati forniti dal contatore, aggiornati al 1 marzo 2018, riportano un totale di 224 milioni di € di incentivi riconosciuti in accesso diretto (262 milioni di incentivi totali impegnati), di cui il 71% per privati ed il 29% per la pubblica amministrazione. È inoltre indicato il numero di richieste attribuibili alle singole tipologie di intervento, riassunte dai due seguenti grafici:

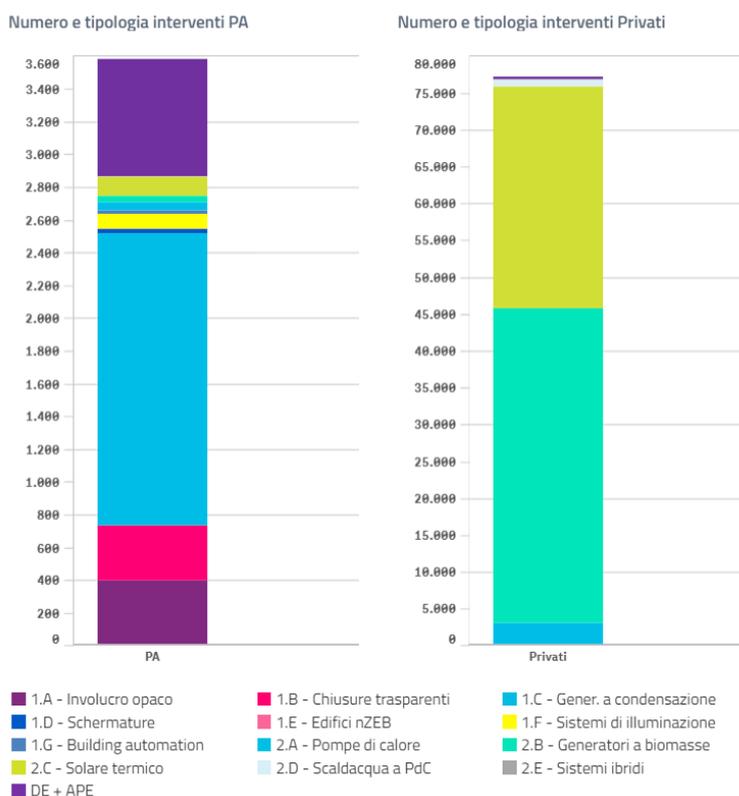


Grafico 5.2 - Numero di richieste per tipologia di intervento [73]

Si può notare, per gli interventi realizzati in ambito PA, una netta prevalenza della tipologia 2.A, relativa alle pompe di calore; presentano quote importanti anche gli interventi relativi all'involucro opaco, alle chiusure trasparenti, alla realizzazione di Diagnosi Energetiche ed ottenimento di Attestati di Prestazione Energetica (DE+APE).

Nel settore privato invece, la maggior parte degli interventi riguardano i generatori a biomasse ed il solare termico.

Volendo trarre un bilancio conclusivo, si può affermare che il Conto Termico sia gestito in modo tale da favorire una crescita equilibrata senza eccessi, evitando quanto accaduto con il Conto Energia del fotovoltaico, per il quale si è registrato un numero sproporzionato di incentivi, buona parte dei quali sono stati in seguito revocati dal GSE in seguito a verifiche e controlli. Con l'aggiornamento della normativa realizzato nel 2016, si è posto l'obiettivo di un incremento graduale dell'accesso al Conto Termico, permettendo così al meccanismo di soddisfare completamente la richiesta di incentivi. Il Conto Termico rappresenta infatti un altro strumento fondamentale per il raggiungimento degli obiettivi del Pacchetto Clima 20-20-20 in termini di risparmio di energia primaria in tep e di riduzione delle emissioni di CO₂, anche se il suo contributo è ancora minoritario rispetto ad altri sistemi.

5.4 Programma PREPAC

Il PREPAC, pubblicato con il DM 16 settembre 2016, è il Programma di Riqualficazione Energetica della Pubblica Amministrazione Centrale, che si propone di riqualficare almeno il 3% annuo della superficie utile del patrimonio edilizio pubblico, nell'ambito degli obiettivi europei di miglioramento dell'efficienza energetica. Gli interventi ammessi al meccanismo riflettono in buona parte la lista degli interventi riguardanti il Conto Termico; ad ogni modo, l'ENEA ha pubblicato delle opportune linee guida [74].

Sono stati stanziati dei fondi totali corrispondenti a 355 milioni di € per il periodo 2014-2020, di cui 25 milioni per l'anno 2014 e 55 milioni/anno dal 2015 al 2020. I risultati pubblicati dal Ministero dello Sviluppo Economico nella "*Relazione annuale sull'efficienza energetica*" mostrano che nel periodo 2014-2015 sono stati presentati 68 progetti per un totale di circa 73 milioni di €, mentre nel 2016 il programma ha riguardato 32 progetti, per un totale di circa 60 milioni di € [75]. Per accedere agli incentivi, le proposte devono essere presentate entro il 15 luglio di ogni anno e riguardano interventi ancora da realizzare.

5.5 Detrazioni fiscali

Un'ultima misura di incentivazione dell'efficienza è rappresentata dalle detrazioni fiscali per il risparmio energetico. Questo sistema, noto anche come Ecobonus, rappresenta un'agevolazione fiscale, sotto forma di detrazioni fiscali (dall'Irpef o dall'Ires) in

dichiarazione dei redditi, per soggetti che realizzano interventi di riqualificazione energetica in edifici di loro proprietà. La detrazione ha un tetto massimo di 100.000 € per la riqualificazione energetica di edifici esistenti, 60.000 € per interventi sull'involucro degli edifici e 30.000 € per la sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale. Originariamente pari al 65% della spesa complessiva, la detrazione è stata modificata con la legge di Bilancio 2018 ed è ora pari a:

- 50% per le spese di sostituzione di infissi e schermature;
- 0% per installazione di caldaia di classe B;
- 50% per installazione di caldaia a condensazione di classe A;
- 65% per installazione di caldaia a condensazione di classe A, accompagnata da installazione di sistemi di termoregolazione evoluti [76].

La detrazione può essere eccezionalmente aumentata al 70% delle spese sostenute per interventi di efficientamento che interessino almeno il 25% dell'involucro edilizio, ed al 75% per interventi su parti comuni degli edifici che migliorino sia le prestazioni estive che invernali degli stessi. Questa ulteriore incentivazione può comunque essere erogata entro un limite massimo di 40.000 euro. L'Ecobonus rappresenta una quota importante nel sistema dell'efficienza energetica: nel solo 2016 sono pervenute oltre 360.000 richieste, riguardando un totale di 3,3 miliardi di € di investimenti e generando un risparmio di circa 95 ktep, in crescita rispetto agli 85,7 ktep ottenuti nel 2014. I dati effettivi noti per l'anno 2015 mostrano la seguente suddivisione degli investimenti:

Tabella 5.9 - Numero di pratiche per tipologia di intervento [75]

Tipologia di intervento	N° pratiche	Spesa [mln €]	Risparmio [ktep]
Riqualificazione globale	3.551	185,49	5,8
Interventi sull'involucro edilizio	22.591	701,76	24,8
Sostituzione infissi	181.414	1.297,55	36,8
Schermature solari	47.673	97,94	1,1
Pannelli solari per acqua calda	10.611	69,01	3,8
Impianti di climatizzazione invernale	70.120	531,65	13,4
TOTALE	335.960	2.883,40	85,7

5.6 Confronto tra i meccanismi di incentivazione dell'efficienza energetica

Negli ultimi anni i diversi strumenti di incentivazione hanno contribuito ad un forte miglioramento dell'efficienza energetica del nostro paese, anche se con quote estremamente diverse. In merito ai risparmi energetici annuali in tep infatti, la seguente tabella mostra i risultati ottenuti nel periodo 2011-2016 ed attesi per il 2020:

Tabella 5.10 - Ripartizione delle quote di risparmio tra i vari strumenti di incentivazione [13]

Settore	Certificati Bianchi	Detrazioni fiscali*	Conto Termico	Decreto Legislativo 192/05*	Ecoincentivi e Regolamenti Comunitari*	Altre misure**	Risparmio energetico		Obiettivo raggiunto
							Conseguito 2016	Atteso al 2020	
Residenziale	0,69	1,56	-	0,91	-	0,02	3,19	5,14	62,1%
Terziario	0,15	0,02	0,003	0,05	-	-	0,21	1,72	12,3%
Industria	2,16	0,03	-	0,09	-	-	2,28	7,14	31,9%
Trasporti	-	-	-	-	1,61	0,10	1,71	6,05	28,3%
Totale	3,01	1,60	0,003	1,05	1,61	0,12	7,40	20,05	36,9%

Si può notare come la quota maggioritaria sia nettamente rappresentata dai certificati bianchi (circa il 40,7 %), anche se con percentuali inferiori rispetto a quanto preventivato in fase di definizione degli obiettivi. Altre quote importanti sono quelle delle detrazioni fiscali (21,6%) e degli interventi legati al Decreto Legislativo 192/05 sul rendimento energetico dell'edilizia.

Il rapporto sulle attività 2016 del GSE, permette infine di effettuare un confronto sul rapporto costo-efficacia dei singoli mezzi di incentivazione. In particolare, per ogni meccanismo si valutano il costo necessario per il risparmio di un tep ed il costo per evitare l'emissione di una tonnellata di CO₂. I dati sono presentati per le diverse tipologie di intervento relative ad ogni sistema di incentivazione, per cui per ragioni di semplicità nella seguente tabella si riportano esclusivamente le medie globali ottenute:

Tabella 5.11 - Costo per tep risparmiato e CO₂ evitata per i vari meccanismi [58]

Tipologia di incentivo	Costo tep risparmiato [€/tep]	Costo CO ₂ evitata [€/tCO ₂]
Certificati bianchi	115	35,7
Conto termico	250	96,6
Detrazioni fiscali	878	325,4

Si notano dei valori nettamente minori, in termini di costo, per i certificati bianchi rispetto alle altre 2 tipologie di incentivazione (in particolare le detrazioni fiscali hanno un rapporto costo-efficacia quasi 8 volte superiore rispetto ai certificati bianchi). Va però ricordato che questi dati si riferiscono al 2015 per certificati bianchi (valore del contributo tariffario per quell'anno), ed al 2014 per le detrazioni fiscali, quindi non tengono conto del forte incremento del prezzo dei titoli verificatosi negli ultimi 2 anni.

6. PRESENTAZIONE DEI CASI STUDIO: RICHIESTE AL GSE PER L'OTTENIMENTO DEI TITOLI

In quest'ultimo capitolo verranno presentati tre casi studio reali affrontati nell'ambito dell'attività svolta presso la società Energon Trade S.r.l., relativi alla presentazione di proposte al GSE per l'ottenimento di TEE, per conto di tre aziende operanti nella regione Piemonte. Per ragioni di privacy e di tutela dei dati sensibili, non saranno riportati i nomi delle aziende e le città delle rispettive sedi, ma esclusivamente i settori di operazione. Per rendere più semplice la descrizione, le aziende saranno presentate rispettivamente con il nome di impresa A, impresa B ed impresa C.

6.1 Impresa A: presentazione di RVC-A

Il primo caso trattato ha riguardato la presentazione della prima Richiesta di Verifica e Certificazione, secondo metodologia Analitica (RVC-A), per un'azienda operante nel settore della produzione di alimenti per animali. L'azienda ha due sedi, una in Piemonte dedicata alla produzione di alimenti secchi e sede della società, l'altra in Puglia dedicata alla produzione di alimenti umidi, e si è sempre contraddistinta per l'utilizzazione di tecnologie all'avanguardia per soddisfare le richieste dei clienti.

L'impianto principale, oggetto di questo studio, è caratterizzato da una superficie di 50.000 m², con una capacità produttiva massima di 100.000 tonnellate all'anno. L'azienda ha avviato negli ultimi anni diversi progetti per l'automatizzazione e la modernizzazione delle linee di produzione, e tra questi rientra un intervento di efficientamento energetico che ha portato all'avviamento della procedura RVC-A. In particolare, questa analisi si propone di determinare i risparmi energetici derivanti dall'installazione di 6 inverter sulle linee 11 e 22 del forno dello stabilimento di produzione. Infatti la modulazione della portata con inverter consente una notevole riduzione dei consumi rispetto alla precedente modulazione con serranda, poiché mentre i sistemi tradizionali elettro-meccanici intervengono direttamente sulla portata d'aria introducendo delle perdite di carico, i sistemi elettronici di regolazione variano la frequenza e la tensione in funzione della portata d'aria, mantenendo l'efficienza energetica del sistema. Per la descrizione dell'intervento si è fatto riferimento alla normativa di settore in materia di certificati bianchi, ovvero al D. Lgs 28/12/12: la categoria di intervento è la IND-E, ovvero i processi industriali nell'ambito di sistemi di azionamento efficienti (motori, inverter, ecc.), automazione ed interventi di rifasamento. In particolare,

l'intervento in questione riguarda l'installazione di sistemi elettronici di regolazione di frequenza (inverter) in motori elettrici operanti sui sistemi di ventilazione, corrispondente alla scheda tecnica 32E, reperibile nell'allegato del decreto ministeriale e di seguito riportata:

Scheda tecnica n. 32E – Installazione di sistemi elettronici di regolazione di frequenza (inverter) in motori elettrici operanti sui sistemi di ventilazione.

1. ELEMENTI PRINCIPALI

1.1 Descrizione dell'intervento

Categoria di intervento ¹ :	IND-E) Processi industriali: sistemi di azionamento efficienti (motori, inverter, ecc.), automazione e interventi di rifasamento
Vita Utile ² :	U = 5 anni
Vita Tecnica ² :	T = 15 anni
Settore di intervento:	Industriale, terziario
Tipo di utilizzo:	Sistemi di ventilazione azionati da motori elettrici

1.2 Calcolo del risparmio di energia primaria

Metodo di valutazione ³	Valutazione analitica
Coefficiente di additionalità ²	a = 100 %
Risparmio netto (RN) di energia primaria per ogni singolo ventilatore	
$RN = a \cdot RL = 0,187 \cdot 10^{-3} \cdot \left(\sum_{i=1}^n P_{a,i} \cdot h_i - \sum_{i=1}^n P_{p,i} \cdot h_i \right) \quad (\text{tep})$	
dove:	
<ul style="list-style-type: none"> - P_{a,i} e P_{p,i} sono le potenze elettriche assorbite dal motore in corrispondenza di assegnati regimi di portata nella situazione ante intervento (serranda di regolazione) e con azionamento a velocità variabile (situazione post) (kW); - h_i sono le ore di funzionamento dei motori ai medesimi regimi di portata nel periodo di riferimento⁵; - n ≥ 4. 	
Nella sessione 1.2 dell'Allegato è riportata la procedura per il calcolo di P _{a,i} . Le ore h _i , le potenze P _i e le portate Q _i sono le grandezze oggetto di misura.	
Coefficiente di durabilità ² :	τ = 2,65
Quote dei risparmi di energia primaria [tep] ² :	
Risparmio netto contestuale (RNc)	RNc = RN
Risparmio netto anticipato (RNa)	RNa = (τ - 1) · RN
Risparmio netto integrale (RNI)	RNI = RNc + RNa = τ · RN
Tipi di Titoli di Efficienza Energetica riconosciuti all'intervento ⁴	Tipo I

Figura 6.1 - Scheda tecnica per l'intervento in esame [77]

La vita utile è pari a 5 anni, a fronte di una vita tecnica di 15 anni. L'azione di efficientamento genera TEE di tipo I. Per il calcolo dei risparmi di energia primaria, è stato appunto utilizzato il metodo analitico, coerentemente con quanto indicato dal GME e dal GSE, che consente di

far riferimento alla normativa 2013-2016 per progetti analitici (RVC-A) che al 04/04/2017 hanno concluso il periodo di monitoraggio della prima richiesta.

La scheda tecnica presenta inoltre un allegato che descrive le procedure per il calcolo dei risparmi e la certificazione del raggiungimento della soglia minima (che si ricorda essere, per progetti analitici, pari a 40 tep di energia primaria considerando il τ). Le procedure variano a seconda del fatto che l'impianto sia esistente o di nuova installazione; tuttavia in entrambi i casi sono richiesti i seguenti dati:

- Potenza elettrica $P_{a,i}$, nella situazione ante-intervento, assorbita in corrispondenza di N valori della portata Q_i ;
- Potenza elettrica $P_{p,i}$ nella situazione post-intervento (regolazione tramite inverter), assorbita in corrispondenza dei valori di portata Q_i ;
- Estrapolazione dei consumi energetici nelle configurazioni ante-intervento e post-intervento e calcolo dei risparmi energetici conseguibili

Per la misura della potenza elettrica assorbita nella configurazione ante-intervento, esistono due possibilità:

- 1) Utilizzo dei dati del costruttore, in mancanza della serranda di regolazione (se i dati sono riferiti alla potenza assorbita dal ventilatore, bisogna ricavare la potenza assorbita dal motore elettrico tramite il rendimento dello stesso, ottenibile attraverso un'opportuna tabella);
- 2) Misura diretta, in presenza della serranda di regolazione

L'impianto di produzione dell'impresa A ricade nella categoria 2): si rendono necessarie dunque le misure della potenza elettrica assorbita dal motore per prefissati regimi di portata. Infatti, variando l'apertura della serranda di regolazione, normalmente si registrano i dati per le configurazioni al 100%, 75%, 50% e 25%. Queste misure dovrebbero essere effettuate prima dell'installazione dell'inverter, tuttavia è possibile effettuarle anche dopo adottando degli opportuni accorgimenti:

- Regolazione del variatore di velocità a 50 Hz;
- Azionamento della serranda fino alla lettura della portata desiderata;
- Registrazione della potenza assorbita dal motore per il valore di portata fissato;
- Moltiplicazione del valore di potenza assorbita per il rendimento dell'inverter, ottenibile dalla seguente tabella:

Tabella 6.1 - Rendimento dell'inverter in funzione della potenza [77]

		Rendimento inverter				
		Taglia Inverter (kW)				
Frequenza		>0,1	>1	>10	>100	>1000
50 Hz		88,0%	92,5%	97,0%	98,0%	98,0%

Il calcolo della potenza nei casi intermedi è effettuato per interpolazione.

Successivamente deve essere calcolata la potenza assorbita con l'inverter già installato, a parità di regimi di funzionamento. Infine si può calcolare il risparmio di energia primaria, tenendo conto delle ore di funzionamento per cui è stato utilizzato un determinato valore di portata, costruendo una tabella della tipologia seguente:

Tabella 6.2 - Confronto tra consumi ante-intervento e post-intervento [77]

Portata	Frequenza	Ore anno	Potenza assorbita ante	Energia consumata ante	Potenza assorbita post	Energia consumata post	Risparmio
(l/s)	Hz	h/a	kW	kWh	kW	kWh	kWh
Q ₁	Hz ₁	H ₁	P _{a,1}	E _{a,1} =h ₁ ·P _{a,1}	P _{p,1}	E _{p,1} =h ₁ ·P _{p,1}	R ₁ = E _{a,1} - E _{p,1}
Q ₂	Hz ₂	H ₂	P _{a,2}	E _{a,2} =h ₂ ·P _{a,2}	P _{p,2}	E _{p,2} =h ₂ ·P _{p,2}	R ₂ = E _{a,2} - E _{p,2}
Q ₃	Hz ₃	H ₃	P _{a,3}	E _{a,3} =h ₃ ·P _{a,3}	P _{p,3}	E _{p,3} =h ₃ ·P _{p,3}	R ₃ = E _{a,3} - E _{p,3}
Q ₄	Hz ₄	H ₄	P _{a,4}	E _{a,4} =h ₄ ·P _{a,4}	P _{p,4}	E _{p,4} =h ₄ ·P _{p,4}	R ₄ = E _{a,4} - E _{p,4}
Q _n	Hz _n	H _n	P _{a,n}	E _{a,n} =h _n ·P _{a,n}	P _{p,n}	E _{p,n} =h _n ·P _{p,n}	R _n = E _{a,n} - E _{p,n}

Saranno ora esposte, in riferimento all'impianto in esame, le modalità utilizzate per la misura dei consumi energetici nelle situazioni *ante* e *post* intervento,

6.1.1 Misure sperimentali e calcolo dei risparmi

Per la rilevazione dei consumi energetici ante-intervento, sono state realizzate delle misure sperimentali, calcolando la potenza elettrica assorbita dal motore per prefissati regimi di portata; le misure sono state condotte nel mese di Maggio 2016.

Nel rispetto di quanto suggerito dalla scheda tecnica, sono state condotte prove sperimentali, ciascuna delle quali per almeno 4 valori differenti di portata (variando tra 25%, 50%, 55%, 75% e 100% l'apertura della serranda di regolazione).

Contestualmente, essendo la potenza dei motori elettrici pari a 55 kW, è stato ricavato il rendimento dell'inverter per interpolazione lineare, ottenendo:

$$\eta_{Inv} = \frac{55 - 100}{1 - 100} \cdot (0,97 - 0,98) + 0,98 = 0,975$$

Tenendo conto, per il calcolo della potenza, dell'alimentazione a 380 V, i risultati ottenuti sono riassunti dalle seguenti tabelle:

Ventilatore 1

Tabella 6.3 - Valori sperimentali per ventilatore 1

Apertura serranda [%]	Portata [kg/h]	Portata [m ³ /h]	Corrente [A]	Potenza [kW]	Potenza corretta [kW]
100	24.000	19.920	74	28,12	27,42
75	23.500	19.505	73,5	27,93	27,23
55	-----	-----	-----	-----	-----
50	21.500	17.845	70	26,6	25,94
25	8.000	6.640	44	16,72	16,30

Ventilatore 2

Tabella 6.4 - Valori sperimentali per ventilatore 2

Apertura serranda [%]	Portata [kg/h]	Portata [m ³ /h]	Corrente [A]	Potenza [kW]	Potenza corretta [kW]
100	40.000	33.200	75	28,5	27,79
75	37.500	31.125	72,5	27,55	26,86
55	-----	-----	-----	-----	-----
50	27.500	22.825	63	23,94	23,34
25	12.800	10.624	40	15,2	14,82

Ventilatore 5

Tabella 6.5 - Valori sperimentali per ventilatore 5

Apertura serranda [%]	Portata [kg/h]	Portata [m ³ /h]	Corrente [A]	Potenza [kW]	Potenza corretta [kW]
100	-----	-----	-----	-----	-----
75	51.000	42.330	97	36,86	35,94
55	41.000	34.030	87	33,06	32,23
50	35.500	29.465	79,5	30,21	29,45
25	22.000	18.260	60	22,8	22,23

A partire da queste misure sperimentali sono state ricavate graficamente per ogni ventilatore le curve caratteristiche di interesse, che mettono in relazione la potenza assorbita con la portata. È stato dunque possibile ottenere l'equazione polinomiale caratteristica, da utilizzare per il calcolo della potenza assorbita per i regimi di portata effettivi durante l'anno, in parte diversi da quelli utilizzati nelle misurazioni sperimentali. I grafici ricavati per i 3 ventilatori sono i seguenti:

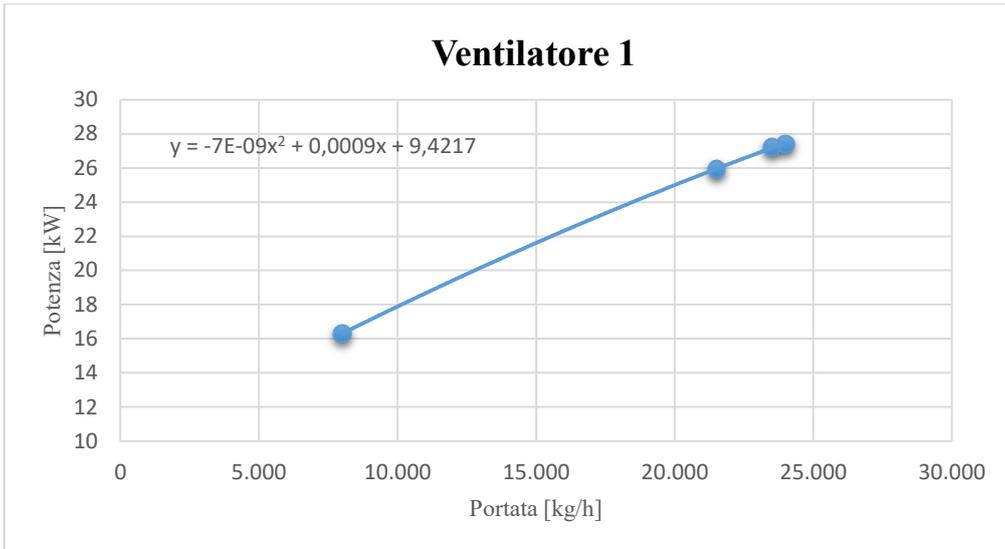


Grafico 6.1 - Potenza assorbita in funzione della portata 1

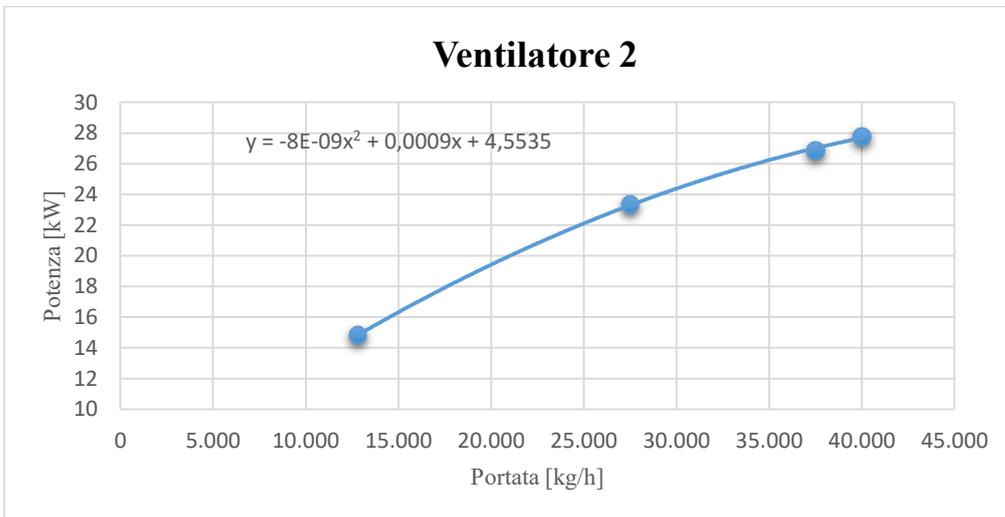


Grafico 6.2 – Potenza assorbita in funzione della portata per ventilatore 2

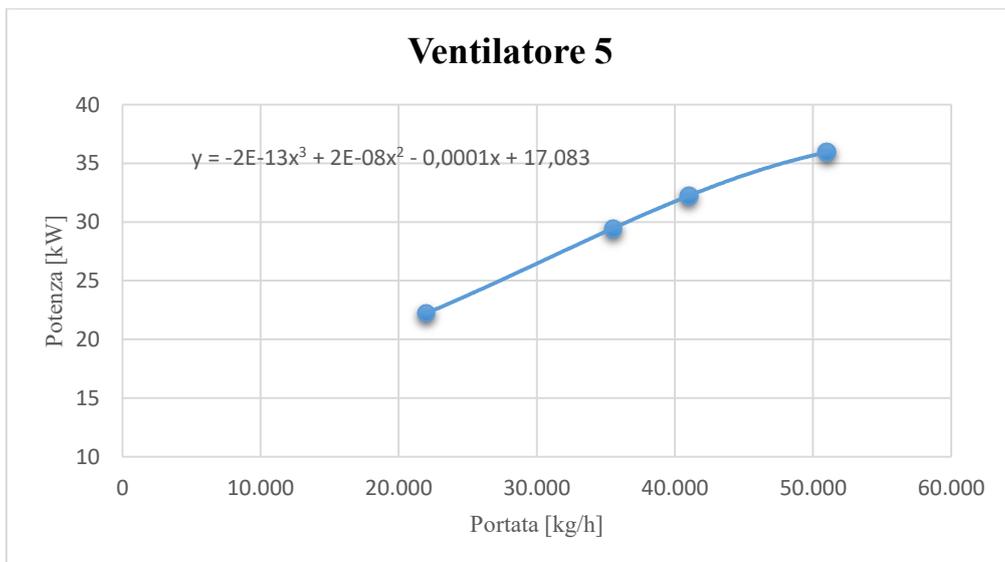


Grafico 6.3 – Potenza assorbita in funzione della portata per ventilatore 5

Per quanto riguarda la misura della potenza con inverter installato, sono state effettuate delle misure sperimentali utilizzando per ogni ventilatore un dato valore di portata e ricavando in maniera proporzionale le potenze assorbite con inverter per le portate di interesse, ovvero quelle effettive durante l'anno. I risultati sperimentali sono i seguenti:

Tabella 6.6 - Misura sperimentale della potenza con inverter installato

N° ventilatore	Portata [kg/h]	Portata [m³/h]	Corrente [A]	Frequenza [Hz]	Potenza [kW]
1	22.000	18.260	11,7	25,11	4,45
2	22.000	18.260	8,00	19,20	3,04
5	40.000	33.200	41,5	37,60	15,77

Conoscendo quindi sia la potenza assorbita ante-intervento con modulazione attraverso serranda di regolazione che quella assorbita post-intervento con modulazione attraverso inverter, è stato possibile calcolare il risparmio di energia elettrica in kWh per i prefissati valori di portata. Nell'allegato I si può trovare lo schema dell'impianto di monitoraggio ed il posizionamento degli strumenti di misura. I risultati per i 6 ventilatori sono mostrati nelle seguenti tabelle (per semplicità di trattazione, in relazione ai consumi di energia, non sono riportate in tabella le cifre decimali ma i valori approssimati all'intero più vicino):

Linea 11- Ventilatore 1

Tabella 6.7 - Consumi di energia per ventilatore 1, linea 11

Portata [kg/h]	Portata [m³/h]	Freq. [Hz]	Ore	Potenza [kW]		Energia [kWh]	
				ANTE	POST	ANTE	POST
24.000	19.920	50	190	26,99	4,85	5.128	922
23.000	19.090	50	116,5	26,42	4,65	3.078	542
20.000	16.600	50	4.634,5	24,62	4,04	114.109	18.732
16.000	13.280	50	52	22,03	3,23	1.146	168
15.000	12.450	50	7	21,35	3,03	149	21
TOTALE			5.000			123.610	20.384

Linea 11- Ventilatore 2

Tabella 6.8 - Consumi di energia per ventilatore 2, linea 11

Portata [kg/h]	Portata [m ³ /h]	Freq. [Hz]	Ore	Potenza [kW]		Energia [kWh]	
				ANTE	POST	ANTE	POST
40.000	33.200	50	190	27,75	5,53	5.273	1050
39.000	32.370	50	116,5	27,49	5,39	3.202	628
36.000	29.880	50	4.634,5	26,59	4,97	123.210	23.055
26.000	21.580	50	52	22,55	3,59	1172	187
25.000	20.750	50	7	22,05	3,45	154	24
TOTALE			5.000			133.012	24.944

Linea 11- Ventilatore 5

Tabella 6.9- Consumi di energia per ventilatore 5, linea 11

Portata [kg/h]	Portata [m ³ /h]	Freq. [Hz]	Ore	Potenza [kW]		Energia [kWh]	
				ANTE	POST	ANTE	POST
20.000	16.600	50	52	21,48	7,89	1.117	410
20.000	16.600	50	7	21,48	7,89	150	55
18.000	14.940	50	190	20,60	7,10	3.913	1.348
18.000	14.940	50	116,5	20,60	7,10	2.400	827
16.000	13.280	50	4.634,5	19,78	6,31	91.688	29.234
TOTALE			5.000			99.268	31.875

Linea 22- Ventilatore 1

Tabella 6.10 - Consumi di energia per ventilatore 1, linea 22

Portata [kg/h]	Portata [m ³ /h]	Freq. [Hz]	Ore	Potenza [kW]		Energia [kWh]	
				ANTE	POST	ANTE	POST
24.000	19.920	50	3.291,5	26,99	4,85	88.837	15.964
24.000	19.920	50	1.172,5	26,99	4,85	31.645	5.687
24.000	19.920	50	318,5	26,99	4,85	8.596	1.545
24.000	19.920	50	93,5	26,99	4,85	2.524	453
22.500	18.675	50	69	26,13	4,55	1.803	314
22.500	18.675	50	55	26,13	4,55	1.437	250
TOTALE			5.000			134.842	24.213

Linea 22- Ventilatore 2

Tabella 6.11 - Consumi di energia per ventilatore 2, linea 22

Portata [kg/h]	Portata [m ³ /h]	Freq. [Hz]	Ore	Potenza [kW]		Energia [kWh]	
				ANTE	POST	ANTE	POST
40.000	33.200	50	3.291,5	27,75	5,53	91.351	18.193
40.000	33.200	50	1.172,5	27,75	5,53	32.541	6.481
40.000	33.200	50	318,5	27,75	5,53	8.839	1.760
40.000	33.200	50	93,5	27,75	5,53	2.595	517
38.000	31.540	50	69	27,20	5,25	1.877	362
38.000	31.540	50	55	27,20	5,25	1.496	289
TOTALE			5.000			138.699	27.602

Linea 22- Ventilatore 5

Tabella 6.12 - Consumi di energia per ventilatore 5, linea 22

Portata [kg/h]	Portata [m ³ /h]	Freq. [Hz]	Ore	Potenza [kW]		Energia [kWh]	
				ANTE	POST	ANTE	POST
22.000	18.260	50	3.291,5	22,43	8,67	73.840	28.549
22.000	18.260	50	1.172,5	22,43	8,67	26.303	10.170
22.000	18.260	50	318,5	22,43	8,67	7.145	2.763
22.000	18.260	50	93,5	22,43	8,67	2.098	811
20.000	16.600	50	69	21,48	7,89	1.482	544
20.000	16.600	50	55	21,48	7,89	1.182	434
TOTALE			5.000			112.049	43.270

Generando dunque dei risparmi di energia elettrica pari a:

Tabella 6.13 - Risparmi di energia per ogni ventilatore

N° Ventilatore	Risparmio di energia [kWh]
Linea 11- Ventilatore 1	103.226
Linea 11- Ventilatore 2	108.069
Linea 11- Ventilatore 5	67.394
Linea 22- Ventilatore 1	110.628
Linea 22- Ventilatore 2	111.097
Linea 22- Ventilatore 5	68.779
Totale	569.193

Considerando un valore del coefficiente di addizionalità pari al 100% ed utilizzando l'opportuno coefficiente di conversione da kWh a tep è possibile calcolare il risparmio netto in termini di energia primaria:

$$RN = 0,187 \cdot 10^{-3} \left[\frac{tep}{kWh} \right] \cdot 569.163 [kWh] = 106,439 tep$$

Inoltre, adottando come da normativa un coefficiente di durabilità τ pari a 2,65 è stato possibile ottenere le quote di risparmio netto anticipato e risparmio netto integrale, riassunte dalla seguente tabella:

Tabella 6.14 - Risparmi di energia primaria

Tipologia di risparmio	Quantità risparmiata [tep]
Risparmio Netto Contestuale (RNC)	106,439
Risparmio Netto Anticipato (RNA)	175,625
Risparmio Netto Integrale (RNI)	282,064

Il progetto di richiesta dei certificati bianchi risulta dunque accettabile, essendo ben al di sopra della soglia minima di 40 tep/anno per i progetti analizzati con metodo analitico.

6.1.2 Date di riferimento per il GSE

Ai fini dell'ammissibilità del progetto nell'ambito del meccanismo dei certificati bianchi, devono essere rispettate alcune scadenze fondamentali, in funzione anche della transizione tra normativa esistente e nuova normativa. Si riportano di seguito le informazioni relative a:

- Data di prima attivazione: 21/10/2015, la data in cui sono stati raggiunti i requisiti minimi per la richiesta di TEE, corrispondente alla data in cui si può considerare di aver realizzato l'intervento, e che lo stesso abbia iniziato a produrre risparmi.
- Periodo Sperimentale: dalla data di prima attivazione e fino al mese di Maggio 2016, mese in cui si sono effettuate le prove sperimentali, sono state condotte campagne di verifica e settaggio della strumentazione installata, al fine di garantirne il corretto funzionamento; in questa fase ha avuto inizio il periodo di monitoraggio e quindi la preparazione dei dati energetici.
- Periodo di monitoraggio: data inizio 24/02/2016, data fine 10/02/2017, periodo di analisi e registrazione dei consumi attraverso apposita strumentazione di misura installata a monte degli inverter.
- Presentazione Progetto: il giorno 26/04/2017 è stato presentato il progetto, nello specifico è stata avanzata richiesta di verifica e certificazione dei risparmi al GSE.

Inoltre, in fase di presentazione della RVC-A e di integrazione della stessa (in seguito alle richieste del GSE), sono stati allegati i seguenti documenti relativi all'impianto:

- Relazione tecnica indicante le caratteristiche tecniche e quantitative dell'intervento realizzato;

- Documento Excel comprensivo dei dati sui consumi, sulle prove sperimentali e sui risparmi conseguiti, sia in termini di energia elettrica che in termini di energia primaria;
- Scheda tecnica degli inverter utilizzati: è stata scelta la tipologia Allen Bradley Power Flex 400, categoria n° 22C-D105A103SERIESA. Questa tipologia di inverter consente di avere flessibilità, risparmio di spazio ed è di facile utilizzo [78];
- Schema dell'impianto di monitoraggio degli inverter: posizionamento degli strumenti di misura. Per ogni inverter è stato posizionato un contatore di energia trifase, ciascuno dei quali collegato tramite cavo bus ad un concentratore dati per la memorizzazione degli stessi. Il tutto viene monitorato da remoto tramite la connessione rete dati interna aziendale.
- Scheda tecnica con descrizione delle modalità di funzionamento del concentratore dati;
- Scheda tecnica del contatore di energia;
- Schema elettrico dell'impianto;
- Documenti attestanti le spese per il sistema di monitoraggio degli inverter;
- Documento attestante l'esito positivo del collaudo dei dispositivi installati;
- Autorizzazione del proprietario alla realizzazione dell'intervento;
- Report riassuntivo sulla suddivisione dei diversi documenti.

6.1.3 Valutazione economica dell'intervento

Nell'ottica della possibile realizzazione dell'intervento di efficientamento, la valutazione economica dello stesso riveste un'importanza fondamentale, in quanto fornisce informazioni sui tempi di ritorno dell'investimento, che normalmente l'azienda ha interesse a non prolungare oltre un periodo di 4-6 anni. In generale, per l'analisi economica si è fatto riferimento, in considerazione della data di attivazione dell'intervento, ai primi sei mesi del 2015 come orizzonte temporale per la raccolta dei dati. Di conseguenza, tutti gli andamenti utilizzati per il calcolo dei parametri necessari sono mediati su questo periodo. Si utilizzano in particolare due indicatori economici per valutare la performance dell'intervento:

- Valore Attuale Netto (VAN): esso esprime il valore attuale dell'investimento in un dato momento, analizzando una serie di flussi di cassa non solo sommandoli ma attualizzandoli sulla base del tasso di rendimento. Il VAN permette di calcolare il beneficio derivante da un progetto, e quindi la sua fattibilità economica; infatti se un

intervento presenta a fine vita un VAN ancora minore di 0, non è conveniente da un punto di vista economico;

- Pay-Back Time (PBT): rappresenta il tempo di ritorno dell'investimento, ovvero il tempo necessario per recuperare la cifra investita inizialmente; in termini matematici il PBT corrisponde quindi al tempo necessario a portare il VAN esattamente a 0.

Il VAN, in maniera molto semplificata, può essere calcolato attraverso la seguente formula:

$$VAN = \sum_{k=0}^n \frac{C_k}{(1+i)^k} \quad (6.1)$$

Dove:

- C_k : rappresenta i flussi di cassa all'anno k ;
- n : rappresenta gli anni di vita dell'investimento;
- i : rappresenta il tasso di interesse;
- k rappresenta l'anno

I flussi di cassa all'anno k sono calcolati a partire da un parametro noto come EBITDA (*Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization*), che rappresenta appunto il bilancio economico relativo all'intervento prima di tener conto dei costi legati all'ammortizzazione ed alla tassazione. L'EBITDA può essere ottenuto semplicemente come:

$$EBITDA = \text{Guadagni annuali} - \text{Costi Operativi} \quad (6.2)$$

Trascurando i costi operativi, l'EBITDA corrisponde dunque ai guadagni annuali generati dall'intervento, ovvero al risparmio economico dovuto ai minori consumi di energia elettrica ed al capitale ottenuto dal riconoscimento dei titoli. Il parametro relativo al risparmio economico si può trovare come differenza tra i costi relativi ai consumi ante e post intervento, dipendenti dai prezzi dell'energia: i dati forniti dall'azienda, mediati su un periodo di 2 anni, hanno permesso di stimare il prezzo dell'energia per la stessa in circa 0,165 €/kWh. Inoltre, per realizzare una previsione il più possibile realistica, si tiene conto dell'aumento del prezzo dell'energia dovuto all'inflazione, che è assunto pari ad un 2% annuo indipendentemente dalla fascia di consumo. Il guadagno relativo ai titoli è invece ottenuto come prodotto tra risparmio netto integrale (in tep) generato dall'intervento ed il prezzo dei titoli sul mercato del GME in relazione al periodo di riferimento utilizzato per l'analisi.

I termini relativi all'ammortamento ed alla tassazione non sono inclusi nel calcolo, per cui i flussi di cassa effettivi all'anno k (FCF: *Free Cash Flow*) possono essere ottenuti come:

$$FCF = EBITDA \quad (6.3)$$

I flussi di cassa calcolati devono però essere attualizzati, e per farlo si utilizza un altro parametro fondamentale, ovvero il tasso di interesse, che viene assunto pari al WACC (*Weighted Average Cost of Capital*). Nella valutazione del tasso di interesse, sarebbe possibile utilizzare anche il *risk free discount rate*, che rappresenta il tasso di ritorno di un investimento con zero rischi. Tuttavia, per un'analisi più realistica, è stato ritenuto più opportuno non considerare l'investimento come privo di rischi ed utilizzare il WACC, che rappresenta il costo medio ponderato del capitale: questo parametro è il tasso di ritorno minimo che un'azienda si aspetta per compensare i differenti investitori e soci terzi, e permette quindi di tener conto della struttura finanziaria dell'investimento (suddivisione tra mezzi propri e debito) [79]. È definibile come:

$$WACC = K_E \cdot \frac{E}{E + D} + K_D \cdot \frac{D}{E + D} \quad (6.4)$$

Dove:

- K_E rappresenta il costo del capitale proprio ed è ottenibile come:

$$K_E = R_f + premio \quad (6.5)$$

Dove:

- R_f corrisponde al *risk free discount rate* sopracitato, associato all'investimento più sicuro da un punto di vista economico che potrebbe essere realizzato in alternativa all'intervento in esame. Per questo motivo, R_f è assunto pari al rendimento dei BTP a 10 anni, ovvero 1,70%; [80]
- Il premio può essere a sua volta trovato come:

$$premio = \beta \cdot EMRP + R_S \quad (6.6)$$

Dove:

- β : rappresenta la performance dell'investimento rispetto al mercato medio ed è assunto pari ad 1;
- EMRP (*Equity Market Risk Premium*): è la differenza tra il tasso di ritorno prodotto attraverso l'investimento sull'intervento in esame ed il tasso di ritorno associato ad un investimento privo di rischio. Il valore mediato è pari a 6,533%; [81]
- R_S (*Small stock premium*), assunto pari a 0
- K_D rappresenta il costo del debito ed è ottenibile come:

$$K_D = IRS + spread \quad (6.7)$$

Dove:

- IRS (*Interest Rate Swap*) rappresenta il tasso di interesse mediato su un determinato intervallo di tempo, pari in questo caso a 10 anni. Il valor medio è pari a 0,784%; [82]
- *Spread*: rappresenta l'incremento del tasso di interesse e dipende dalla capacità dell'investitore di rendere il capitale di debito (maggiore è questa capacità, minore è lo spread)
- D ed E rappresentano il peso relativo del debito e del capitale proprio, assunti rispettivamente uguali al 70% ed al 30% dell'investimento.

Nella seguente tabella sono quindi ricapitolati tutti i valori utilizzati:

Tabella 6.15 - Valori di interesse per il calcolo del WACC

Parametro	Valore
R _f	1,70%
β	1
EMRP	6,53%
R _s	0
K _E	8,2%
IRS	0,78%
Spread	1,30%
K _D	2,1%
E	30%
D	70%

Si ottiene un valore del WACC pari al 3,9%.

Si trovano quindi i flussi di cassa attualizzati all'anno k (DCF: *Discounted Cash Flow*) come:

$$DCF = \frac{FCF}{(1 + WACC)^k} \quad (6.8)$$

Per il progetto in questione, il costo di investimento ammonta a 48.000 €, ai quali va aggiunto un ulteriore costo del 10% per tener conto di lavori di installazione ed imprevisti, per un totale di 52.800 €. Il calcolo del VAN viene realizzato su un periodo di 15 anni, pari agli anni di vita tecnica dell'intervento: ovviamente dopo il quinto anno il parametro legato ai titoli non viene più tenuto in conto nel calcolo dei risparmi. Inoltre, per valutare l'impatto sul bilancio economico derivante dall'eventuale ottenimento dei titoli, è sviluppata un'ulteriore simulazione "senza titoli", per comprendere se l'investimento ha un tempo di ritorno accettabile direttamente grazie alle sue caratteristiche tecniche ed indipendentemente dai TEE. Nelle tabelle seguenti sono riportati i risultati per le simulazioni senza titoli e con titoli:

Tabella 6.16 - Andamento del VAN senza titoli

Anno	EBITDA	DCF	VAN
2017	€ 93.917	€ 90.367	€ 37.567
2018	€ 95.795	€ 88.690	€ 126.256
2019	€ 97.711	€ 87.044	€ 213.300
2020	€ 99.665	€ 85.428	€ 298.728
2021	€ 101.659	€ 83.843	€ 382.571
2022	€ 103.692	€ 82.287	€ 464.858
2023	€ 105.766	€ 80.760	€ 545.618
2024	€ 107.881	€ 79.261	€ 624.880
2025	€ 110.039	€ 77.790	€ 702.670
2026	€ 112.239	€ 76.347	€ 779.017
2027	€ 114.484	€ 74.930	€ 853.946
2028	€ 116.774	€ 73.539	€ 927.486
2029	€ 119.109	€ 72.175	€ 999.660
2030	€ 121.491	€ 70.835	€ 1.070.496
2031	€ 123.921	€ 69.521	€ 1.140.016

Tabella 6.17 - Andamento del VAN con titoli

Anno	Risparmio Consumi	Ricavi TEE	EBITDA	DCF	VAN
2017	€ 93.917	€ 29.270	€ 123.187	€ 118.530	€ 65.730
2018	€ 95.795	€ 29.270	€ 125.065	€ 115.788	€ 181.518
2019	€ 97.711	€ 29.270	€ 126.981	€ 113.118	€ 294.636
2020	€ 99.665	€ 29.270	€ 128.935	€ 110.517	€ 405.153
2021	€ 101.659	€ 29.270	€ 130.928	€ 107.983	€ 513.137
2022	€ 103.692	-	€ 103.692	€ 82.287	€ 595.424
2023	€ 105.766	-	€ 105.766	€ 80.760	€ 676.184
2024	€ 107.881	-	€ 107.881	€ 79.261	€ 755.445
2025	€ 110.039	-	€ 110.039	€ 77.790	€ 833.235
2026	€ 112.239	-	€ 112.239	€ 76.347	€ 909.582
2027	€ 114.484	-	€ 114.484	€ 74.930	€ 984.512
2028	€ 116.774	-	€ 116.774	€ 73.539	€ 1.058.051
2029	€ 119.109	-	€ 119.109	€ 72.175	€ 1.130.226
2030	€ 121.491	-	€ 121.491	€ 70.835	€ 1.201.061
2031	€ 123.921	-	€ 123.921	€ 69.521	€ 1.270.581

I risultati possono essere rappresentati anche graficamente:

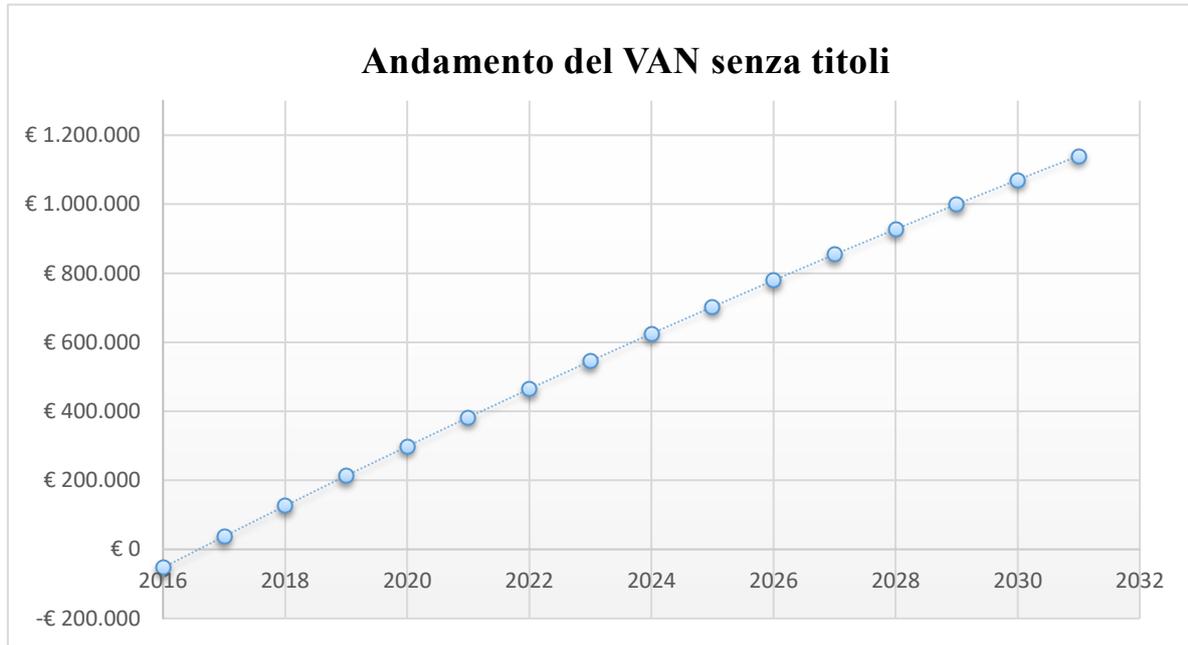


Grafico 6.4- Andamento del VAN senza titoli

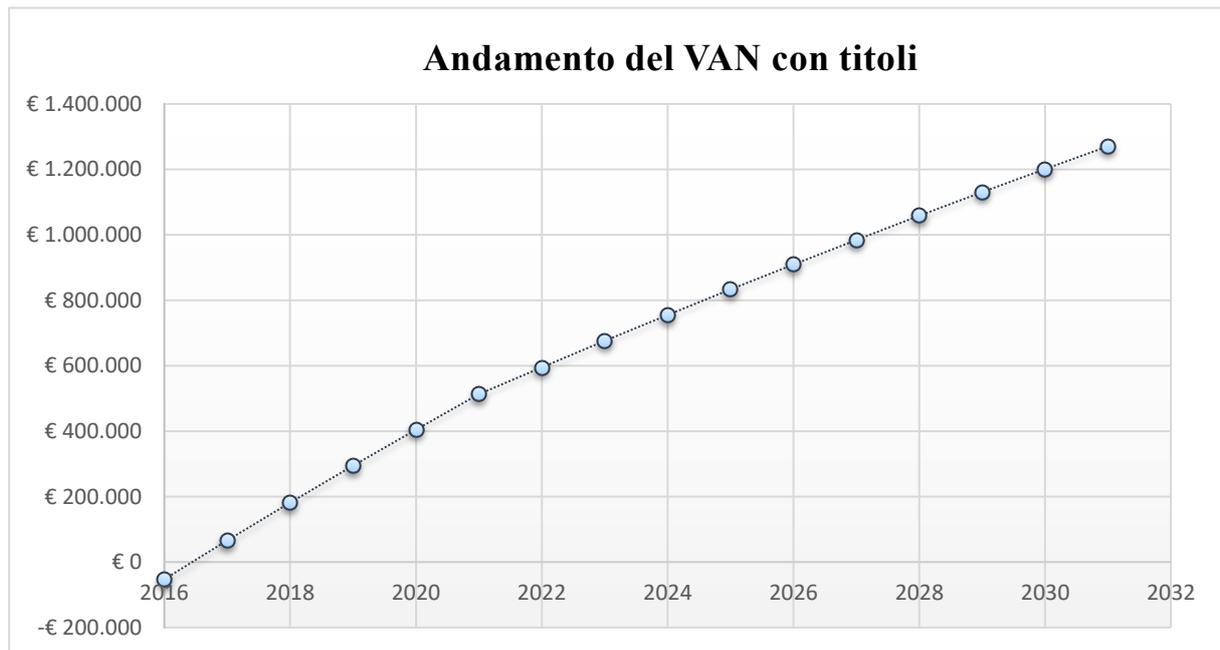


Grafico 6.5 - Andamento del VAN con titoli

Nel caso di investimento senza richiesta di titoli il tempo di ritorno corrisponde a circa 7 mesi, mentre nel caso con titoli scende a circa 5 mesi. In generale, i risultati mostrano che l'intervento di efficientamento è altamente profittevole, in quanto garantisce tempi di ritorno dell'investimento inferiori ad 1 anno, indipendentemente dall'ottenimento dei TEE. Inoltre, la curva di tendenza del caso senza titoli è quasi lineare, mentre il grafico con titoli subisce una chiara diminuzione della pendenza dopo il 5°anno, ovvero l'ultimo disponibile per il

riconoscimento dei TEE. Ovviamente, a fine vita, la richiesta dei TEE consente di ottenere un VAN di oltre 130.000 € superiore rispetto al caso senza titoli.

Inoltre, per valutare l'ipotetico impatto sul VAN dei costi relativi agli ammortamenti ed alla tassazione, è stata realizzata un'ulteriore simulazione, supponendo un valore di tassazione del 23% e che gli ammortamenti siano recuperati nel bilancio annuale per l'intera vita tecnica dell'investimento. In questo caso ovviamente i tempi di ritorno crescono, e diventano pari a 9 mesi per la simulazione senza titoli e 7 mesi per quella con titoli. Il VAN a fine vita presenta un valore inferiore di circa 300.000 € rispetto alla valutazione economica precedente con titoli.

Infine, va ricordato che, in virtù del periodo di riferimento considerato per questo progetto, è stato utilizzato un prezzo medio dei titoli (relativo al primo semestre 2015), ben al di sotto dei valori attuali. Ad esempio, in base agli ultimi rilevamenti, utilizzando un prezzo di 350 €/TEE si avrebbe a fine vita un VAN superiore di oltre 300.000 € rispetto al caso studiato, garantendo un tempo di ritorno minore di 4 mesi.

6.2 Impresa B: presentazione di Progetto a Consuntivo (PC)

Il secondo caso trattato ha riguardato invece la presentazione di un progetto a consuntivo per un'azienda operante nel settore dolciario: l'impresa B, attiva da oltre 50 anni sul territorio italiano, risulta essere una delle più importanti nel nostro paese nel suo ramo di mercato, anche grazie al processo di ampliamento e modernizzazione degli stabilimenti e delle linee produttive avviato negli ultimi anni. In virtù di questo processo si è verificato quindi un forte aumento dei bisogni di energia e si è creata la necessità di un efficientamento dei consumi, da cui l'interesse per l'accesso al meccanismo dei certificati bianchi.

L'impianto in esame è il principale stabilimento produttivo dell'impresa, situato in provincia di Cuneo e già oggetto di un grande programma di retrofit concluso nel 2015.

Il progetto in esame riguarda la sostituzione parziale dei corpi illuminanti utilizzati fino ad ora all'interno degli ambienti lavorativi. L'intervento prevede la sostituzione completa dei corpi illuminanti relativi all'ambiente ufficio, all'officina, al magazzino materie prime e prodotto finito, alla sala lieviti e celle lievitazione, agli spogliatoi, ai locali tecnici, alla sala lavaggio ed alla bussola masante. In particolare, si prevede in larga prevalenza la sostituzione punto a

punto dei corpi illuminanti, vale a dire che nella maggior parte dei casi ciascun corpo illuminante viene sostituito con uno nuovo, installato nella medesima posizione.

Da un punto di vista tecnico, l'intervento prevede il passaggio dai corpi illuminanti preesistenti, ovvero plafoniera a fluorescenza per la quasi totalità degli ambienti e proiettore a ioduri per altri 3 ambienti, con nuovi impianti efficienti di illuminazione rappresentati da proiettori e plafoniere a LED, che hanno un consumo decisamente inferiore e con una vita stimata di 80.000 ore, contro le 10.000 dei sistemi sostituiti.

Il progetto rientra nella categoria d'intervento "Installazione o retrofit di sistemi per l'illuminazione", a cui è assegnato un valore di vita utile pari a 7 anni e che genera certificati bianchi di tipo I. Nelle tabelle 6.18 e 6.19 si riporta la tipologia ed il numero rispettivamente delle lampade da sostituire e di quelle nuove da installare in azienda:

Tabella 6.18 - Lampade esistenti

Quantità	N° Neon	Denominazione lampade	Potenza per Neon [W]
709	2	Plafoniera fluorescenza 2x58W IP65	58
51	1	Proiettore ioduri 250 W IP65	250

Tabella 6.19 - Lampade nuove da installare

Quantità	Denominazione lampade	Potenza [W]
741	Plafoniera LED 1600mm IP66/IP69 Smart[3] GWS3258T	53
41	Proiettore LED IP66 Smart[4] 5+5L GWS4054GS	118

6.2.1 Caratteristiche generali e risultati attesi

Utilizzando i dati di targa (energia elettrica assorbita) delle lampade da dismettere e di quelle da installare, e considerando la parità di ore di funzionamento tra situazione ante operam e post operam, sono stati calcolati i risparmi annuali attesi. Essi sono stati stimati attraverso il seguente algoritmo di calcolo.

$$\text{Risparmi} = \text{Consumo}_{\text{ante}} - \text{Consumo}_{\text{post}} \quad (6.9)$$

Il consumo di energia elettrica ad uso illuminazione nella situazione ante operam è stato stimato calcolando l'energia elettrica assorbita dai differenti gruppi di lampade, e può essere espresso in formula come:

$$\text{Consumo}_{\text{ante}} = \sum_{\text{GRUPPI LAMPADE}} (h_{\text{ante}} \cdot P_{n,l\text{orda},\text{ante}} \cdot N_{\text{ante}}) \quad (6.10)$$

Dove:

- h_{ante} = ore di attività gruppo lampade, determinate dal monitoraggio ante intervento;
- $P_{n,lorda,ante}$ = potenza elettrica lorda (comprensiva delle perdite) assorbita dalla lampada;
- N_{ante} = numero lampade facenti parte dello stesso gruppo

Dalle schede tecniche delle lampade da sostituire si ottiene il valore di potenza elettrica netta assorbita dalle differenti lampade.

Con il supporto della società Gewiss S.p.a., fornitrice dei nuovi sistemi di illuminazione, partendo dalla potenza elettrica netta assorbita dalle lampade, è stata calcolata la potenza elettrica totale assorbita per ciascun tipo di lampada tenendo conto prima dell'obsolescenza del corpo illuminante (perdita di valore nel mercato di un bene, a causa dell'innovazione tecnologica e del progresso tecnico) e poi delle perdite del sistema. In particolare, la situazione ante-intervento prevede un utilizzo di plafoniere a fluorescenza in tutti i locali, ad eccezione dei magazzini, dell'officina e della bussola masante, per i quali si utilizzano proiettori a ioduri. Dunque, la potenza totale richiesta ante-intervento per l'illuminazione, distinta a seconda della tipologia di lampada, è riassunta nella seguente tabella:

Tabella 6.20 - Potenza assorbita ante-intervento

Tipo	Specifiche	Quantità N_{ante}	Potenza Lampada $P_{netta,ante}$ [W]	Potenza lampada [W] (comprensivo obsolescenza)	Potenza totale [kW]	Potenza totale + perdite [kW]
Plafoniera a fluorescenza	2x58 neon	709	116	130	92,17	106
Proiettore a ioduri	1x250 ioduri	51	250	280	14,28	16,42

Per tener conto dell'obsolescenza e delle perdite, sono stati applicati dei coefficienti maggiorativi rispettivamente del 12% e del 15% alla potenza assorbita da ciascuna lampada.

Per la situazione post-intervento, la società Gewiss. S.p.a. ha fornito il prospetto dei dati dichiarati di potenza nominale delle lampade: i dati utilizzati tengono già conto delle perdite. In particolare, sono state installate delle plafoniere LED 1600 mm IP66/IP69 in tutti i locali dell'impianto, ad eccezione del magazzino prodotto finito dove sono stati installati dei proiettori LED. Le schede tecniche dei due prodotti possono essere trovate negli allegati II e III.



Figura 6.2 - Plafoniera LED [83]



Figura 6.3 - Proiettore LED [84]

Tabella 6.21 - Potenza totale assorbita post-intervento

Tipo	Specifiche	Quadro	Quantità N_{post}	Potenza lampada [W] (comprensivo perdite)	Potenza totale [kW]
Plafoniera LED	1600 mm IP66/IP69	Magazzino, officina, ufficio, sala comandi, zona lavaggio	741	53	39,27
Proiettore LED	1x250 ioduri	Magazzino prodotto finito	41	118	4,84

Conoscendo la potenza elettrica totale assorbita ante e post intervento, è possibile dunque calcolare, note le ore di funzionamento, il consumo di energia elettrica totale nei due casi, ed il conseguente risparmio in kWh e quindi in tep e TEE, derivante dall'installazione dei nuovi sistemi efficienti di illuminazione.

In particolare, presso l'impresa B è in funzione un sistema di monitoraggio dei consumi, attraverso il quale è stato possibile calcolare i valori di consumo ante intervento. Essendo i lavori di sostituzione ancora in fase di realizzazione, non è ovviamente stato possibile effettuare il calcolo dei consumi post intervento basato sui consuntivi, e quindi per il calcolo dei risparmi sono state considerate due possibili soluzioni:

- Calcolo risparmi basato sulla differenza tra consumi a consuntivo ante operam e consumi post operam utilizzando i dati di targa;

- Calcolo risparmi basato sui consumi ante e post operam stimati tramite i dati di targa.

Poiché il livello di accuratezza derivante dal monitoraggio ante operam è più alto rispetto a quello che si riscontra con un calcolo basato sulle grandezze di targa, è stato deciso di confrontare le situazioni ante e post operam utilizzando, per entrambe, i dati di targa. Si è ritenuto, infatti, che un risultato ottenuto tramite elaborazioni a consuntivo non fosse relazionabile con i risultati ottenuti dai dati di targa (per cui si ha mancanza di informazioni precise riguardo ore di funzionamento effettive, numero lampade attive, perdite ecc...). Inoltre, i risparmi ottenuti dal confronto dei dati di targa riflettono in modo abbastanza fedele quelli riscontrabili dal confronto dei consuntivi ante e post operam, possibile solo quando sarà disponibile il consuntivo dei consumi dopo la sostituzione delle lampade. In seguito, per le analisi successive, verranno infatti confrontati i consumi ante e post operam, entrambi a consuntivo, e quindi con lo stesso grado di accuratezza.

In relazione alle date di riferimento per la presentazione della richiesta al GSE, si considera:

- Data di fine lavori di installazione: 8 maggio 2017;
- Data di prima attivazione: 8 maggio 2017;
- Data di inizio del periodo di monitoraggio post operam: 8 maggio 2017;

Le date rispettano quanto richiesto dalla normativa, ovvero la possibilità di presentazione di progetti la cui data di avvio dei lavori di realizzazione sia successiva alla data di entrata in vigore del D.M. 11 gennaio 2017, ossia il 04/04/2017, e antecedente al 15/05/2017, data di apertura dell'applicativo informatico per l'invio telematico della richiesta.

Inoltre, il progetto non attinge ad ulteriori contributi economici, rispettando il divieto di non cumulabilità con altri incentivi statali.

6.2.2 Analisi dei consumi secondo i dati di targa

Per il calcolo dei risparmi generati e quindi per la verifica dell'accessibilità al meccanismo si fa riferimento, come detto precedentemente, ai dati di targa per un'analisi più omogenea. Successivamente verrà esposto l'algoritmo di calcolo dei risparmi a consuntivo. Sono stati calcolati innanzitutto i consumi ante intervento secondo le ore/anno dichiarate dall'impresa:

Tabella 6.22 - Consumi ante-intervento

Ambiente	N° lampade	P_A [W]	P_B [W]	P_C [W]	h/anno	Consumo annuale [kWh]
Magazzino interrato + locale ant	123	116	130	149,5	3.840	70.612
Magazzino prodotto finito	18	116	130	149,5	3.840	10.333
Magazzino prodotto finito	41	250	280	322	3.840	50.696
Bussola masante	3	250	280	322	2.430	2.347
Bussola masante (caricabatteria)	1	116	130	149,5	8.760	1.310
Officina	1	250	280	322	30	10
Officina	17	116	130	149,5	8.760	22.264
Officina (esterno)	7	116	130	149,5	3.650	3.820
Magazzino masante	16	116	130	149,5	6.480	15.500
Ufficio officina	2	116	130	149,5	730	218
Magazzino materie prime (corridoio)	56	116	130	149,5	3.888	32.550
Magazzino materie prime (ufficio)	1	116	130	149,5	7.884	1.179
Magazzino materie prime	6	250	280	322	1.620	3.130
Tunnel corridoio protetto + corridoio frigo	32	116	130	149,5	2.920	13.969
Zona lavaggio	2	116	130	149,5	1.680	502
Baia carico materie prime	4	116	130	149,5	1.680	1005
Reparto confezionamento (Confez incarto)	68	116	130	149,5	5.832	59.288
Reparto prod. confez. primario	176	116	130	149,5	5.832	153.452
Sala comandi 1° piano	6	116	130	149,5	5.832	5.231
Sala lieviti	13	116	130	149,5	5.832	11.334
Celle lievitazione (5 celle + stampi)	51	116	130	149,5	30	229
Spogliatoi (sopra bussola masante)	72	116	130	149,5	1.200	12.917
Locali tecnici (cabina 2,3,4, loc.compressore)	44	116	130	149,5	960	6.315

Dove:

- P_A: potenza nominale;
- P_B: potenza comprensiva di obsolescenza;

- P_C : potenza comprensiva di obsolescenza e perdite

Il consumo totale annuo risultante è pari a 478.210 kWh. Successivamente deve essere considerata la questione dell'addizionalità, ovvero dei consumi mediamente ottenuti da lampade ad uso privato per l'illuminazione. Da un'analisi della media di mercato risulta:

Tabella 6.23 – Consumi media di mercato

Ambiente	N° lampade	P_A [W]	P_D [W]	h/anno	Consumo annuale [kWh]
Magazzino interrato + locale ant	123	116	127,6	3.840	60.268
Magazzino prodotto finito	18	116	127,6	3.840	8.820
Magazzino prodotto finito	41	250	275	3.840	43.296
Bussola masante	3	250	275	2.430	2.005
Bussola masante (caricabatteria)	1	116	127,6	8.760	1.118
Officina	1	250	275	30	8
Officina	17	116	127,6	8.760	19.002
Officina (esterno)	7	116	127,6	3.650	3.260
Magazzino masante	16	116	127,6	6.480	13.230
Ufficio officina	2	116	127,6	730	186
Magazzino materie prime (corridoio)	56	116	127,6	3.888	27.782
Magazzino materie prime (ufficio)	1	116	127,6	7.884	1.006
Magazzino materie prime	6	250	275	1.620	2.673
Tunnel corridoio protetto + corridoio frigo	32	116	127,6	2.920	11.923
Zona lavaggio	2	116	127,6	1.680	429
Baia carico materie prime	4	116	127,6	1.680	857
Reparto confezionamento (Confez incarto)	68	116	127,6	5.832	50.603
Reparto prod. confez. primario	176	116	127,6	5.832	130.973
Sala comandi 1° piano	6	116	127,6	5.832	4.465
Sala lieviti	13	116	127,6	5.832	9.674
Celle lievitazione (5 celle + stampi)	51	116	127,6	30	195
Spogliatoi (sopra bussola masante)	72	116	127,6	1.200	11.025
Locali tecnici (cabina 2,3,4, loc.compressore)	44	116	127,6	960	5.390

Dove P_D è il valore di potenza assorbita comprensiva delle perdite. Ovviamente in questo caso

non emergono questioni legate all'obsolescenza in quanto questi valori sono rappresentativi della tecnologia attuale. Il consumo totale risulta essere in questo caso pari a 408.188 kWh.

Infine i dati per il caso post intervento risultano essere:

Tabella 6.24 - Consumi post-intervento

Ambiente	N° lampade	P_E [W]	h/anno	Consumo annuale [kWh]
Magazzino interrato + locale ant	123	53	3.840	25.033
Magazzino prodotto finito	18	53	3.840	3.663
Magazzino prodotto finito	41	118	3.840	18.578
Bussola masante	10	53	2.430	1.288
Bussola masante (caricabatteria)	5	53	8.760	2.321
Officina	10	53	30	16
Officina	10	53	8.760	4.643
Officina (esterno)	7	53	3.650	1.354
Magazzino masante	16	53	6.480	5.495
Ufficio officina	2	53	730	77
Magazzino materie prime (corridoio)	56	53	3.888	11.540
Magazzino materie prime (ufficio)	1	53	7.884	418
Magazzino materie prime	15	53	1.620	1.288
Tunnel corridoio protetto + corridoio frigo	32	53	2.920	4.952
Zona lavaggio	2	53	1.680	178
Baia carico materie prime	4	53	1.680	356
Reparto confezionamento (Confez incarto)	68	53	5.832	21.019
Reparto prod. confez. primario	176	53	5.832	54.401
Sala comandi 1° piano	6	53	5.832	1.855
Sala lieviti	13	53	5.832	4.018
Celle lievitazione (5 celle + stampi)	51	53	30	81
Spogliatoi (sopra bussola masante)	72	53	1.200	4.579
Locali tecnici (cabina 2,3,4, loc.compressore)	44	53	960	2.239

Dove P_E rappresenta la potenza assorbita comprensiva di perdite. Il consumo totale è significativamente ridotto rispetto ai casi precedenti e risulta pari a 169.392 kWh.

Confrontando i valori di consumo totale annuale per le 3 configurazioni, si può notare che, a fronte di una differenza non troppo marcata tra la tecnologia attuale di mercato e la tecnologia esistente nell'impianto dell'impresa B, l'intervento di efficientamento si posiziona su valori completamente diversi di consumo, rappresentando dunque una vera e propria innovazione ed apportando la richiesta addizionalità. Questa stessa conclusione può essere ottenuta dal calcolo numerico dei risparmi:

Tabella 6.25 - Risparmi di energia primaria

Tipologia di risparmi	Risparmi totali [kWh]	Risparmi totali [tep]	TEE generati
<i>Effettivi</i>	308.818	57,75	57,75
<i>Addizionali</i>	238.796	44,65	44,65

L'intervento supera abbondantemente la quota minima di 10 tep di risparmi richiesta per l'accesso al meccanismo.

6.2.3 Algoritmo di calcolo dei risparmi a consuntivo

Un'analisi più accurata dei risparmi richiede un confronto dei consumi a consuntivo (disponibile solo dopo l'avvio del periodo di monitoraggio post intervento): in questa sezione sarà pertanto esposto l'algoritmo di calcolo dei risparmi a consuntivo e la metodologia per il calcolo del consumo di baseline. Poiché l'intervento consiste nella sostituzione prevalentemente punto a punto delle lampade preesistenti con nuove lampade a LED, l'illuminamento medio complessivo nella nuova configurazione sarà prevedibilmente diverso del valore ante operam. Occorre quindi individuare un parametro specifico, attraverso cui definire il valore di baseline. È stato dunque scelto come parametro il consumo orario per lux ottenuto sul piano di lavoro. Tale parametro, indicato come C_{BASE} è stato calcolato per la situazione ante operam utilizzando i dati forniti dal sistema di monitoraggio. Successivamente alla data di prima attivazione, lo stesso sistema sarà utilizzato per rilevare i consumi post intervento e per il confronto con quelli ante operam.

Calcolo di C_{BASE}

Il sistema di misura e monitoraggio è stato installato presso l'azienda ad ottobre 2014.

Benché il monitoraggio non sia iniziato nello stesso istante per tutti i gruppi di lampade interessate dall'intervento, si hanno a disposizione circa due mesi di rilevamenti relativi alla situazione ante operam. In questo periodo sono state selezionate le settimane che mostravano

un andamento più regolare dei consumi rilevati, e su queste settimane è stata elaborata la settimana-tipo per ogni quadro elettrico considerato.

Sulla base dei rilevamenti orari, la settimana-tipo è stata ottenuta mediando i valori corrispondenti alle singole ore di ciascun diverso giorno: il consumo relativo alla prima ora del primo lunedì disponibile è stata mediata con la prima ora del secondo lunedì, del terzo lunedì ecc. Ora per ora sono stati ottenuti valori medi di consumo, considerando sempre giorni “omonimi” (lunedì mediato con gli altri lunedì, martedì con i martedì ecc.).

Una volta noto l’andamento dei consumi nella settimana-tipo, è possibile definire in modo preciso le effettive ore di lavoro giornaliere relative ai differenti quadri monitorati.

Utilizzando i valori di consumo su base oraria considerati per l’elaborazione della settimana-tipo, è stato calcolato, per ogni quadro, il consumo medio giornaliero. Dividendo tale consumo per il numero effettivo di ore giornaliere lavorate dal relativo gruppo lampade si ottiene un valore in kWh/h. Ogni quadro controlla un gruppo lampade adibito all’illuminazione di un preciso ambiente produttivo.

Poiché, come detto, le condizioni di illuminamento pre e post intervento saranno prevedibilmente diverse, occorre un aggiustamento che evidenzi il consumo specifico per lux sul piano di lavoro, in modo da poter adattare i consumi di baseline all’effettivo illuminamento nella situazione post intervento. Per far ciò si divide il valore di consumo orario per il livello di illuminamento relativo ai singoli ambienti produttivi interessati dall’intervento. In questo modo si ottiene un valore di consumo specifico orario e per lux, ovvero un valore in kWh/(h·lux). Dunque tale valore, calcolato per ciascun gruppo di lampade, sarà la baseline rappresentativa della situazione ante intervento, cioè il consumo specifico orario per lux, indicato con C_{BASE} . In Tabella 6.26 si riportano i valori ottenuti:

Tabella 6.26 - Consumo specifico di base

Ambiente	N° lampade	Consumo [kWh/anno]	Giorni/anno	h/giorno	Consumo [kWh/h]	Illuminamento [lx]	Consumo [kWh/h·lx]
Magazzino interrato + locale ant.	123	70.612	240	16	18,39	126	0,146
Magazzino prodotto finito	18	10.333	240	16	2,69	88	0,031
Magazzino prodotto finito	41	50.696	240	16	13,20	88	0,150
Bussola masante	3	2.347	270	9	0,97	92	0,010
Bussola masante (caricabatteria)	1	1.310	365	24	0,15	92	0,002
Officina	1	10	30	1	0,33	353	0,001
Officina	17	22.264	365	24	2,54	353	0,007
Officina (esterno)	7	3.820	365	10	1,05		
Magazzino masante	16	15.500	270	24	2,39	102	0,023
Ufficio officina	2	218	365	2	0,30	307	0,001
Magazzino materie prime (corridoio)	56	32.550	270	16	7,53	166	0,045
Magazzino materie prime (ufficio)	1	1.179	365	24	0,13	166	0,001
Magazzino materie prime	6	3.130	270	12	0,97	166	0,006
Tunnel corridoio protetto + corridoio frigo	32	13.969	365	10	3,83	244	0,016
Zona lavaggio	2	502	300	8	0,21	119	0,002
Baia carico materie prime	4	1.005	300	8	0,42	167	0,003
Reparto confezionamento (Confez incarto)	68	59.288	270	24	9,15	191	0,048
Reparto prod. confez. primario	176	153.452	270	24	23,68	215	0,110
Sala comandi 1° piano	6	5.231	270	24	0,81	103	0,008
Sala lieviti	13	11.334	270	24	1,75	500	0,003
Celle lievitazione (5 celle + stampi)	51	229	30	1	7,63	667	0,011
Spogliatoi (sopra bussola masante)	72	12.917	300	4	10,76	194	0,055
Locali tecnici (cabina 2,3,4, loc.compressore)	44	6.315	300	4	5,26		

E con riferimento ad i locali tecnici:

Tabella 6.27 - Consumo specifico di base dei locali tecnici

Ambiente	N° lampade	Consumo [kWh/anno]	Giorni/anno	h/giorno	Consumo [kWh/h]	Illuminamento [lx]	Consumo [kWh/h·lx]
Locali tecnici centrale termica+ autoclave	15	2.153	300	4	1,79	624	0,003
Locali tecnici cabina 4	4	574	300	4	0,48	470	0,001
Locali tecnici cabina 3	12	1.722	300	4	1,44	454	0,003
Locali tecnici compressore	5	718	300	4	0,60	315	0,002
Locale tecnici cabina 2 (8 lampade)	8	1.148	300	4	0,96	463	0,002

In seguito, per la certificazione dei risparmi a consuntivo, verrà utilizzato il seguente algoritmo di calcolo:

- 1) Conteggio ore mensili effettive di attività ex-post per ciascun quadro [h]: H_{POST} , colonna A tabella 6.28;
- 2) Consuntivazione consumi mensili ex-post tramite il sistema di monitoraggio per ciascun quadro [kWh/mese]: $C_{mese,POST}$, colonna B tabella 6.28;
- 3) Misura tramite luxmetro del livello di illuminamento ex-post corrispondente a ciascun quadro [lx]: I_{POST} , colonna C tabella 6.28;
- 4) Inserimento valore di consumo specifico (baseline) per ciascun quadro [kWh/(h·Lx)]: C_{BASE} , colonna D tabella 6.28;

- 5) Calcolo dei consumi mensili che si sarebbero verificati nelle condizioni di consumo ex-ante, considerano le ore effettive di attività ex-post ed il livello di illuminamento ex-post [kWh/mese]:

$$C_{mese,BASE} = C_{ante} \cdot h_{POST} \cdot I_{POST} \quad (6.11)$$

corrispondente alla colonna E della tabella 6.28;

- 6) Calcolo dei risparmi mensili per ciascun quadro [kWh/mese]:

$$R_{mese,quadro} = C_{mese,BASE} - C_{mese,POST} \quad (6.12)$$

corrispondente alla colonna F della tabella 6.28;

- 7) Calcolo del risparmio mensile totale, somma dei risparmi relativi ai singoli quadri [kWh/mese]:

$$R_{mese} = \sum_{quadri} R_{mese,quadro} \quad (6.13)$$

corrispondente alla colonna G della tabella 6.28;

- 8) Inserimento dei risparmi mensili nella tabella di rendicontazione dei risparmi annuali:

R_{mese} , colonna H tabella 6.29;

- 9) Calcolo dei risparmi mensili in termini di tep/mese mediante fattore di conversione f_E :

$$R_{mese} \left[\frac{tep}{mese} \right] = f_E \left[\frac{tep}{kWh} \right] \cdot R_{mese} \left[\frac{kWh}{mese} \right]$$

corrispondente alla colonna L della tabella 6.29;

- 10) Calcolo dei risparmi annui [tep/anno]:

$$R_{anno} = \sum_{i=1}^{12} R_{mese}$$

corrispondente alla colonna M della tabella 6.29;

- 11) Calcolo dei titoli a cui si ha diritto con l'equivalenza tep/TEE: colonna N, tabella 6.29;

Le tabelle a cui fa riferimento l'algoritmo sono mostrate nelle pagine seguenti.

Tabella 6.28 - Rendicontazione dei risparmi

Ambiente	Ore mensili lavorate A [h]	Consumo consuntivo mese B [kWh/mese]	Illuminamento medio misurato C [lx]	Baseline ex-ante D [kWh/h·lx]	Consumo mensile ex-ante E=A*C*D [kWh/mese]	Risparmio mensile per ambiente F=E-B [kWh/mese]	Risparmio mensile totale G=∑F [kWh/mese]
Magazzino interrato + locale ant							
Magazzino prodotto finito							
Magazzino prodotto finito							
Bussola masante							
Bussola masante (caricabatteria)							
Officina							
Officina							
Officina (esterno)							
Magazzino masante							
Ufficio officina							
Magazzino materie prime (corridoio)							
Magazzino materie prime (ufficio)							
Magazzino materie prime							
Tunnel corridoio protetto + corridoio frigo							
Zona lavaggio							
Baia carico materie prime							
Reparto confezionamento (Confez incarto)							
Reparto prod. confez. primario							
Sala comandi 1° piano							
Sala lieviti							
Celle lievitazione (5 celle + stampi)							
Spogliatoi (sopra bussola masante)							
Locali tecnici (cabina 2,3,4, loc.compressore)							

Tabella 6.29 - Rendicontazione dei risparmi

Mese	Risparmio mensile H [kWh/mese]	Fattore di conversione I [tep/kWh]	Risparmio mensile in tep L= H·I [tep/mese]	Risparmio annuale in tep M= $\sum L$ [tep/anno]	Titoli di efficienza energetica TEE N=M [TEE]
Gennaio		0,187·10⁻³			
Febbraio					
Marzo					
Aprile					
Maggio					
Giugno					
Luglio					
Agosto					
Settembre					
Ottobre					
Novembre					
Dicembre					

Contestualmente alla presentazione della richiesta, è stata presentata in allegato la seguente documentazione, richiesta dal GSE:

- Relazione tecnica descrittiva degli interventi;
- Schemi elettrici corrispondenti sia alla situazione ex-ante che alla situazione ex-post;
- File Excel di riepilogo dei consumi e delle condizioni operative per il calcolo dei risparmi;
- Documentazione attestante le caratteristiche tecniche dei sistemi e delle tecnologie che costituiscono il progetto di efficienza energetica ed il progetto di riferimento;
- Documentazione comprovante che il progetto proposto non è ancora stato realizzato alla data di presentazione dell'istanza;
- Copia del documento d'identità del soggetto proponente e visura aggiornata del soggetto titolare (in quanto classificabile come persona giuridica).

6.2.4 Valutazione economica dell'intervento

Per la valutazione economica di questo intervento, si utilizzano le stesse ipotesi considerate nel primo caso. In particolare, il periodo di riferimento è rappresentato in questo caso dall'anno 2016, sul quale sono mediati i valori di interesse. I parametri necessari per il calcolo del WACC sono riassunti nella seguente tabella: [81, 82, 85]

Tabella 6.30 - Parametri necessari per il calcolo del WACC

Parametro	Valore
R_f	1,40%
β	1
EMRP	8,58%
R_S	0
K_E	10,0%
IRS	0,52%
Spread	1,30%
K_D	1,8%
E	30%
D	70%

Si ottiene un valore del WACC pari al 4,3%.

Il costo di investimento è invece pari a 96.000 €, determinato dal costo delle lampade, dell'impianto di monitoraggio e del software. Al costo di investimento vanno aggiunti i costi

di installazione, pari a 25 €/lampada, più un costo del 5% sul totale per tener conto degli imprevisti. I vari termini sono riassunti dalla seguente tabella:

Tabella 6.31 – Voci per la determinazione del costo di investimento

Voce di costo	Valore [€]
Costo di investimento	96.000
Costo di installazione (25 €/lampada x 782 lampade)	19.550
Costo ante-imprevisti	115.550
Costo imprevisti (5% costo ante-imprevisti)	5.778
Totale	121.328

Nella valutazione dei risparmi economici necessari per il calcolo del VAN, viene tuttavia considerato un termine ulteriore rispetto al primo caso.

Le lampade a LED hanno infatti una durata di vita (80.000 ore per la plafoniera e 120.000 ore per il proiettore) nettamente superiore rispetto alle lampade tradizionali in sostituzione, che richiedono un intervento di manutenzione dopo circa 10.000 ore. Considerando la durata media delle ore di funzionamento annuali dei corpi illuminanti, si suppone che l'intervento di manutenzione sia effettuato ogni 2 anni, con un costo di 3 €/lampada per le plafoniere a fluorescenza e di 10 €/lampada per i proiettori a ioduri. Il mancato costo di manutenzione derivante dall'installazione dei LED viene incluso nel calcolo del risparmio economico annuale. I TEE vengono riconosciuti per il periodo di vita utile dell'intervento, pari a 7 anni, mentre il VAN viene calcolato fino alla fine della vita tecnica (10 anni). Infine, si ricorda che per l'impresa B il costo stimato dell'energia, in base alle informazioni fornite, è pari a 0,155 €/kWh. I risultati ottenuti sono mostrati dalle seguenti tabelle:

Tabella 6.32 – Andamento del VAN senza titoli

Anno	Risparmio Economico	Manutenzione	EBITDA	DCF	VAN
2017	€ 47.867	€ 1.319	€ 49.185	€ 47.171	-€ 74.157
2018	€ 48.824	€ 1.319	€ 50.143	€ 46.119	-€ 28.038
2019	€ 49.801	€ 1.319	€ 51.119	€ 45.091	€ 17.053
2020	€ 50.797	€ 1.319	€ 52.115	€ 44.086	€ 61.139
2021	€ 51.813	€ 1.319	€ 53.131	€ 43.105	€ 104.244
2022	€ 52.849	€ 1.319	€ 54.167	€ 42.145	€ 146.389
2023	€ 53.906	€ 1.319	€ 55.224	€ 41.208	€ 187.597
2024	€ 54.984	€ 1.319	€ 56.302	€ 40.291	€ 227.888
2025	€ 56.084	€ 1.319	€ 57.402	€ 39.395	€ 267.283
2026	€ 57.205	€ 1.319	€ 58.524	€ 38.520	€ 305.803

Tabella 6.33 - Andamento del VAN con i titoli

Anno	Risparmio Economico	Ricavi TEE	Manutenzione	EBITDA	DCF	VAN
2017	€ 47.867	€ 6.573	€ 1.319	€ 55.758	€ 53.474	-€ 67.853
2018	€ 48.824	€ 6.573	€ 1.319	€ 56.716	€ 52.164	-€ 15.689
2019	€ 49.801	€ 6.573	€ 1.319	€ 57.692	€ 50.889	€ 35.200
2020	€ 50.797	€ 6.573	€ 1.319	€ 58.688	€ 49.647	€ 84.847
2021	€ 51.813	€ 6.573	€ 1.319	€ 59.704	€ 48.437	€ 133.285
2022	€ 52.849	€ 6.573	€ 1.319	€ 60.740	€ 47.260	€ 180.544
2023	€ 53.906	€ 6.573	€ 1.319	€ 61.797	€ 46.112	€ 226.657
2024	€ 54.984	-	€ 1.319	€ 56.302	€ 40.291	€ 266.948
2025	€ 56.084	-	€ 1.319	€ 57.402	€ 39.395	€ 306.343
2026	€ 57.205	-	€ 1.319	€ 58.524	€ 38.520	€ 344.863

E graficamente:

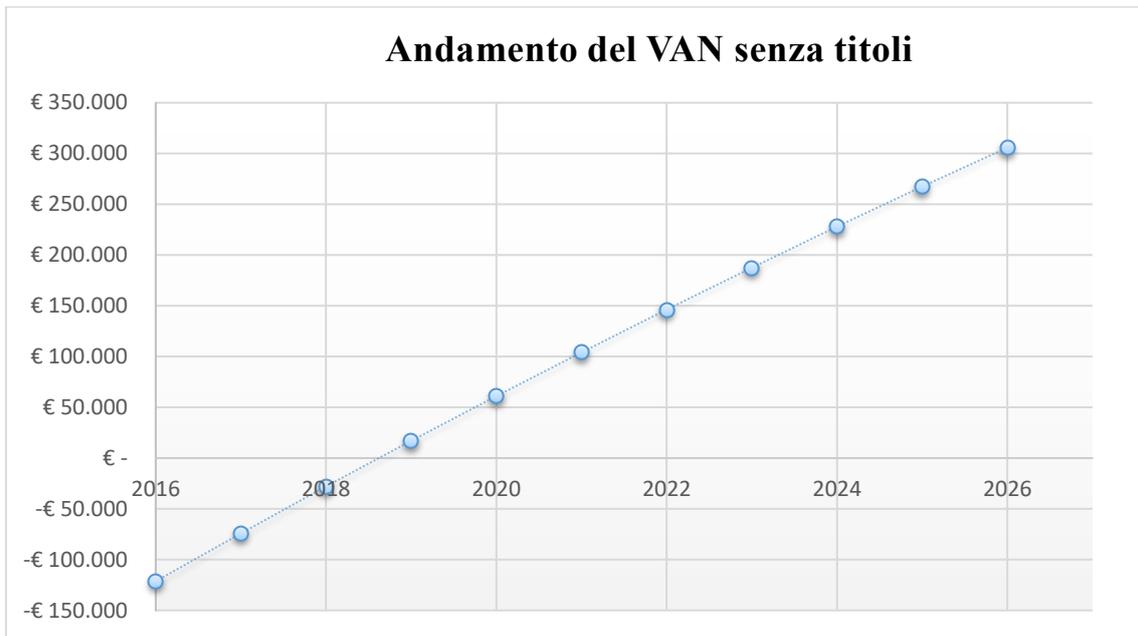


Grafico 6.6 - Andamento del VAN senza titoli

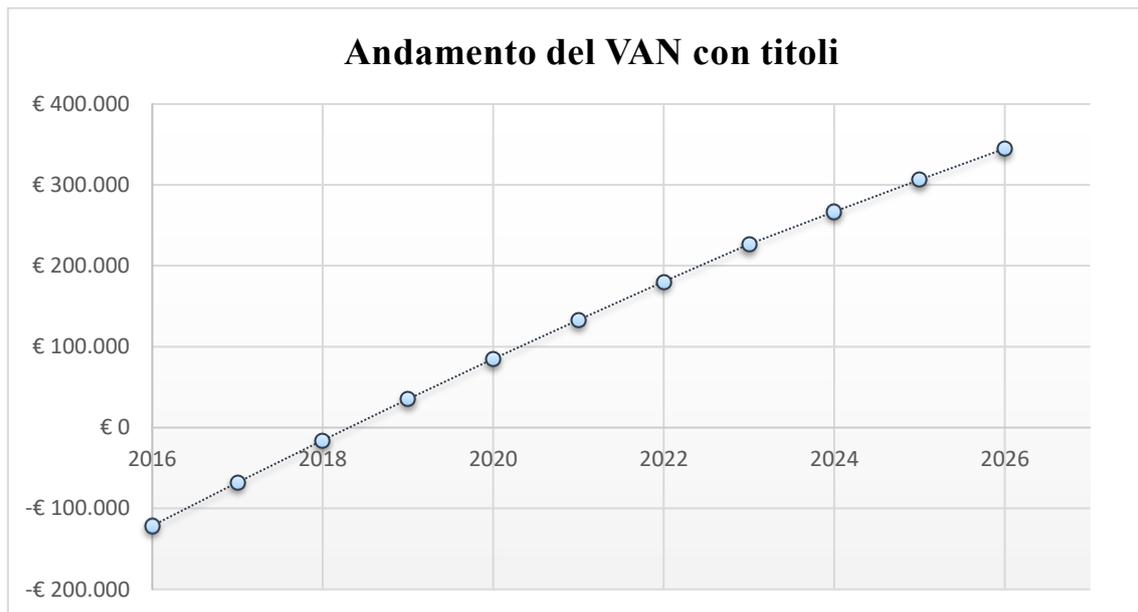


Grafico 6.7 - Andamento del VAN con titoli

Il tempo di ritorno dell'investimento corrisponde in questo caso a circa 2 anni e 7 mesi per la simulazione senza titoli ed a circa 2 anni e 4 mesi per la simulazione con titoli, che inoltre consente di ottenere un VAN a fine vita di quasi 40.000 € più elevato.

Rispetto al progetto dell'impresa A, questo intervento presenta tempi di ritorno decisamente più alti, sia a causa del maggior costo di investimento, sia a causa dei minori risparmi annuali generati. Questa differenza era prevedibile, in quanto gli interventi attuali che riguardano

l'installazione di inverter in sostituzione dei precedenti sistemi di regolazione, consentono di recuperare l'investimento in tempi veramente brevissimi, ed un PBT superiore ad 1 anno sarebbe stato da considerare anzi eccessivo.

Tenendo conto dei costi legati agli ammortamenti ed alla tassazione, i tempi di ritorno salgono a circa 3 anni e 4 mesi per la simulazione senza titoli ed a circa 2 anni e 11 mesi per la simulazione con titoli.

Anche in questo caso la convenienza economica derivante dall'utilizzo dei titoli sarebbe amplificata considerando i prezzi attuali, piuttosto che quelli utilizzati per la simulazione (relativi all'anno 2016). Infatti, fissando sempre un valore di 350 €/TEE, il tempo di ritorno scende a circa 2 anni, con un VAN a fine vita maggiore di oltre 50.000 € rispetto al caso base.

6.3 Impresa C: presentazione di PPPM

Il terzo caso, per il quale è stata seguita in maniera più approfondita la fase di richiesta dei titoli piuttosto che l'analisi tecnica, ha riguardato la presentazione di una PPPM per un'azienda operante nel settore dello stampaggio a caldo dell'acciaio, il cui impianto principale ha sede in provincia di Torino. L'impresa C ha realizzato nel corso degli anni diversi investimenti sui propri sistemi produttivi, tra cui un grande ampliamento nel 1981, a cui hanno fatto seguito ulteriori ampliamenti fino ad arrivare alle attuali dimensioni che vedono due stabilimenti, per un totale di 8.500 m² coperti. Parallelamente, anche i macchinari hanno subito un importante rinnovamento, oggi infatti l'impresa C può contare su 7 linee tra presse e magli per un totale, in termini di capacità, di circa 30.000 ton/anno di materiale trasformato.

La notevole esperienza ed il continuo miglioramento tecnologico dell'azienda consentono di soddisfare in qualità, competenza e puntualità la varia ed esigente clientela di diversi settori, tra i quali: produzione autocarri, trattori e macchine agricole, oleodotti, piattaforme offshore, macchine eoliche e componenti vari. Le linee di produzione tra presse e magli sono tutte servite con forni per il riscaldamento ad induzione con controllo delle temperature, stampaggio ed estrusione con fori fino a 300 mm di altezza, quattro laminatoi per la produzione di anelli fino a 600 mm di diametro, collaudi in linea e finali eseguiti con i più moderni metodi di controllo,

per un totale di oltre 3 milioni di pezzi stampati all'anno, per circa 27.000 ton di materiale trasformato.

L'intervento in esame riguarda lo smantellamento del forno della linea di produzione n°300 e l'installazione di un nuovo forno di recente concezione. Nello specifico l'intervento consiste nella sostituzione dell'anima del forno, ovvero nell'opera di rifacimento del corpo dell'impianto, con re-impiego delle bobine ad induzione pre-esistenti: di fatto vengono recuperate le bobine (a due sezioni) di lunghezza totale 1676 mm del forno nella situazione ante-operam. In particolare, per la valutazione dell'intervento si fa riferimento alla categoria IND-T, con una vita utile di 5 anni, una vita tecnica di 20 anni ed un τ pari a 3,36. I dati di targa dei forni in esame sono i seguenti:

Tabella 6.34 – Caratteristiche del forno sostituito e del forno nuovo

	Forno sostituito	Forno nuovo
Marca	CEFI	CEFI
Modello	FC15	FC15
Anno di produzione	1994	2016
Assorbimento elettrico	600 kW (2,4 kHz)	600 kW (2,4 kHz)
Producibilità	1750 kg/h	1770 kg/h

In relazione alle date di riferimento per la presentazione della richiesta al GSE si considera:

- Data di prima attivazione del progetto: 27/12/2016
- Data prevista per l'inizio del periodo di monitoraggio: 01/01/2017

6.3.1 Programma di misura

Il programma di misura è così articolato:

1. Valutazione dei consumi specifici del precedente forno tramite i relativi consumi di energia elettrica assorbita ed i kg di materiale prodotto. Il forno oggetto della sostituzione è dotato di contatore dedicato di energia elettrica. La produzione è definita dal totale dei kg di materiale lavorato, rilevati dai file contenenti le schede di avanzamento della produzione forniti dai responsabili di reparto nonché addetti al controllo di processo e contabilità. Il periodo di contabilizzazione ex ante è: 1 gennaio 2014 - 30 settembre 2016.

2. Le misurazioni ex post saranno condotte con la stessa strumentazione, e riguarderanno anch'esse i consumi di energia elettrica e i kg di materiale prodotto. Il risparmio energetico

sarà dato dalla differenza dei consumi specifici [tep/t] ex ante – ex post, moltiplicata per la produzione post [t].

3. I dati di consumo di energia elettrica e i dati relativi alla produzione saranno aggregati su base mensile. Il risparmio per il quale sono richiesti i relativi TEE sarà relativo ad un'intera annualità.

Per la definizione della baseline il consumo specifico è stato calcolato usando a riferimento il parametro impiegato nel settore, ovvero il totale delle tonnellate di acciaio prodotte. Nel periodo di baseline (dal 01/01/2014 al 30/09/2016), il consumo specifico del forno sostituito, calcolato sul totale delle t di acciaio prodotte, è risultato pari a 524 kWh/t. Nella tabella seguente lo storico mensile della produzione dello stabilimento, relativamente all'anno 2014, suddiviso per linee produttive:

Tabella 6.35 - Dati di produzione dell'impresa C

ENERGY DRIVER: DATI PRODUZIONE										
MESE	ANNO	ATTIVITA' PRINCIPALI [kg]						TOTALE PRODUZIONE		Cs Specifico EE [kWh/kg]
		LINEA 215	LINEA 300	LINEA 3000	LINEA 325	LINEA 360	LINEA 4000	[kg]	[n° pz]	
Gennaio	2014	15.891	99.882	789.001	57.696	280.891	942.477	2.185.838	198.601	0,802
Febbraio	2014	47.553	90.426	756.602	169.084	368.854	855.146	2.287.665	251.453	0,800
Marzo	2014	46.334	128.132	995.754	141.565	521.008	913.477	2.746.270	305.217	0,763
Aprile	2014	31.881	125.322	1.046.227	104.295	386.438	914.415	2.608.578	264.661	0,754
Maggio	2014	28.459	104.631	874.262	129.315	313.059	838.722	2.288.448	237.015	0,793
Giugno	2014	20.687	78.462	882.811	74.445	262.399	875.989	2.194.793	196.489	0,771
Luglio	2014	39.731	72.656	922.239	108.801	255.607	683.057	2.082.091	222.180	0,791
Agosto	2014	15.942	33.142	199.270	19.898	72.803	-	341.055	54.000	1,029
Settembre	2014	25.697	62.942	761.021	90.102	148.327	745.560	1.833.649	161.180	0,808
Ottobre	2014	34.474	52.805	769.269	55.388	177.671	830.048	1.919.655	180.818	0,778
Novembre	2014	30.261	56.081	643.292	70.072	233.630	430.784	1.464.120	151.856	0,795
Dicembre	2014	19.197	69.194	486.496	57.347	159.685	212.313	1.004.232	113.416	0,857
TOTALE 2014		356.107	973.675	9.126.244	1.078.008	3.180.372	8.241.988	22.956.394	2.336.886	0,791

Di seguito invece, i dati relativi al solo forno sostituito (LINEA 300):

Tabella 6.36 - Dati relativi alla linea 300

LINEA 300					
MESE	ANNO	DATI PRODUZIONE		Consumo di EE (kWh)	Cs_ante [kWh/t]
		N°Pz	Kg		
Gennaio	2014	37.787	99.882	52.070	521
Febbraio	2014	32.313	90.426	49.870	552
Marzo	2014	50.637	128.132	69.270	541
Aprile	2014	53.396	125.322	66.630	532
Maggio	2014	40.256	104.631	57.670	551
Giugno	2014	28.464	78.462	40.130	511
Luglio	2014	32.153	72.656	39.150	539
Agosto	2014	11.558	33.142	18.190	549
Settembre	2014	22.658	62.942	33.690	535
Ottobre	2014	19.909	52.805	27.050	512
Novembre	2014	20.622	56.081	31.280	558
Dicembre	2014	24.484	69.194	33.900	490
Gennaio	2015	15.902	41.970	22.690	541
Febbraio	2015	13.795	38.042	20.230	532
Marzo	2015	17.199	45.490	24.150	531
Aprile	2015	18.939	41.239	22.510	546
Maggio	2015	16.696	45.493	23.850	524
Giugno	2015	20.784	47.411	24.970	527
Luglio	2015	17.045	43.267	22.870	529
Agosto	2015	560	1.457	730	501
Settembre	2015	31.788	91.569	46.610	509
Ottobre	2015	18.912	32.207	20.810	646
Novembre	2015	29.415	103.161	39.960	387
Dicembre	2015	4.063	8.131	4.510	555
Gennaio	2016	18.353	47.655	23.850	500
Febbraio	2016	9.164	25.467	12.750	501
Marzo	2016	21.290	45.603	24.960	547
Aprile	2016	19.920	40.949	22.150	541
Maggio	2016	12.798	29.772	15.450	519
Giugno	2016	18.142	38.535	21.890	568
Luglio	2016	19.288	49.088	24.400	497
Agosto	2016	5.370	9.002	4.490	499
Settembre	2016	19.995	44.103	24.050	545
SUB-TOTALE		723.655	1.843.286	966.780	524

Tale valore è inferiore alla media di mercato individuata, pari a 650 kWh/t [86], pertanto si può assumere come baseline il valore rilevato nell'anno di misurazioni ex ante. Di seguito l'estratto del citato Rapporto dell'APAT:

Forni ad induzione

I forni ad induzione sono costituiti da un avvolgimento primario, che viene alimentato dalla rete, e da un circuito secondario, rappresentato dalla carica metallica che si vuole fondere, in cui avviene la trasformazione dell'energia elettrica in calore, per effetto Joule di resistenza alle correnti indotte. L'energia è trasmessa dal primario al secondario per induzione elettromagnetica. Possono essere a bassa o alta frequenza. I forni ad induzione sono largamente usati nella produzione delle leghe non ferrose e delle ghise speciali. Quelli ad alta frequenza sono usati anche per la fabbricazione di acciai speciali ad alto tenore di lega. La capacità dei forni ad alta frequenza è, in generale, limitata a massimi di 3 t. Le capacità più comuni vanno da 100 kg a 1000 kg. Il consumo di energia per la fusione si aggira sui 650 kWh per tonnellata di acciaio a fronte di un bisogno teorico di soli 375 kWh per fondere e portare a 1600° C una tonnellata di ferro.

Figura 6.4 - Consumo di energia dei forni ad induzione [86]

Poiché il consumo di baseline considerato è già più basso di quello della media mercato, si può assumere addizionalità pari ad 1. L'algoritmo utilizzato è il seguente:

$$R = (CS_{\text{baseline}} - CS_{\text{post}}) \cdot P_{\text{post}} \cdot F_{\text{conv}} \cdot \tau \quad (6.14)$$

Dove:

- R= risparmio energetico [kWh];
- $CS_{\text{baseline}} = 524$ kWh/t (sulla base di consumi e produzioni del periodo 01/01/14-30/09/16);
- $CS_{\text{post}} =$ consumo specifico ex post [kWh/t];
- $P_{\text{post}} =$ materiale in ingresso al forno [t];
- $F_{\text{conv}} =$ fattore di conversione $0,187 \cdot 10^{-3}$ tep/kWh;
- $\tau = 3,36$ (IND-T)

Una simulazione condotta con i seguenti dati:

- $CS_{\text{post}} = 410$ kWh/t (stima in base ai dati di targa del nuovo forno)
- kg di acciaio prodotti: 900.000 kg (produzione annuale prevista)

Fornisce un risparmio stimato su base annuale di $R = 19$ Tep pari a circa 65 TEE di tipo I, considerando il τ . Di seguito la tabella di rendicontazione mensile della produzione del forno, dei relativi consumi e dei risparmi generabili sia in termini di kWh sia in TEE:

Tabella 6.37 - Rendicontazione mensile dei risparmi

Mese	P_{post}	C_p	CS_{post}	$CS_{baseline}$	R	F_{conv}	τ	TEE
Colonna	C	D	$E = \frac{D}{C} * 1000$	F	$G = (E - F) * C / 1000$	H	I	$TEE = G * H * I$
gen-17								
feb-17								
mar-17								
...								

Dove:

C_p : consumo di energia elettrica post-intervento [kWh/mese];

6.3.2 Strumentazione di misura

In relazione alla strumentazione ed alle modalità di misurazione, l'energia elettrica assorbita dal forno (sia quello sostituito che quello nuovo) viene rilevata dal contatore marca ISKRA, modello D31CT, codice Cod. 99 02031. Riguardo alla quantità di acciaio prodotto dal forno sostituito, il peso viene stabilito sulla base dei pezzi lavorati, il cui numero viene registrato dall'amministrazione con apposite schede di rendicontazione. Le esigenze produttive richiedono che, per ogni tipologia prodotta, i pezzi siano tutti uguali tra loro, quindi il reparto manutenzione conosce il peso di ciascun pezzo e lo comunica all'amministrazione.

6.3.3 Valutazione economica dell'intervento

Anche per la valutazione economica dell'intervento di efficientamento realizzato dall'impresa C si usa come anno di riferimento il 2016. Il valore ottenuto per il WACC è dunque pari al 4,3%. Il costo totale di investimento è pari a 129.500 € ed i risparmi sono calcolati secondo le stesse modalità utilizzate nei 2 casi precedenti. Il prezzo dell'energia è stimato, grazie ai dati forniti dall'azienda, in 0,160 €/kWh. I risultati per le simulazioni con e senza titoli sono i seguenti:

Tabella 6.38 – Simulazione senza titoli

Anno	EBITDA	DCF	VAN
2017	€ 16.486	€ 15.811	-€ 113.689
2018	€ 16.816	€ 15.466	-€ 98.223
2019	€ 17.152	€ 15.130	-€ 83.093
2020	€ 17.495	€ 14.800	-€ 68.293
2021	€ 17.845	€ 14.478	-€ 53.816
2022	€ 18.202	€ 14.162	-€ 39.653
2023	€ 18.566	€ 13.854	-€ 25.800
2024	€ 18.937	€ 13.552	-€ 12.248
2025	€ 19.316	€ 13.257	€ 1.009
2026	€ 19.702	€ 12.968	€ 13.977
2027	€ 20.097	€ 12.686	€ 26.663
2028	€ 20.498	€ 12.409	€ 39.072
2029	€ 20.908	€ 12.139	€ 51.211
2030	€ 21.327	€ 11.875	€ 63.085
2031	€ 21.753	€ 11.616	€ 74.701
2032	€ 22.188	€ 11.363	€ 86.064
2033	€ 22.632	€ 11.115	€ 97.179
2034	€ 23.085	€ 10.873	€ 108.053
2035	€ 23.546	€ 10.636	€ 118.689
2036	€ 24.017	€ 10.405	€ 129.094

Tabella 6.39 - Simulazione con titoli

Anno	Risparmi economici	Ricavi TEE	EBITDA	DCF	VAN
2017	€ 16.486	€ 9.531	€ 26.017	€ 24.951	-€ 104.549
2018	€ 16.816	€ 9.531	€ 26.347	€ 24.232	-€ 80.316
2019	€ 17.152	€ 9.531	€ 26.683	€ 23.536	-€ 56.780
2020	€ 17.495	€ 9.531	€ 27.026	€ 22.863	-€ 33.917
2021	€ 17.845	€ 9.531	€ 27.376	€ 22.210	-€ 11.707
2022	€ 18.202	-	€ 18.202	€ 14.162	€ 2.455
2023	€ 18.566	-	€ 18.566	€ 13.854	€ 16.309
2024	€ 18.937	-	€ 18.937	€ 13.552	€ 29.861
2025	€ 19.316	-	€ 19.316	€ 13.257	€ 43.118
2026	€ 19.702	-	€ 19.702	€ 12.968	€ 56.086
2027	€ 20.097	-	€ 20.097	€ 12.686	€ 68.771
2028	€ 20.498	-	€ 20.498	€ 12.409	€ 81.180
2029	€ 20.908	-	€ 20.908	€ 12.139	€ 93.319
2030	€ 21.327	-	€ 21.327	€ 11.875	€ 105.194
2031	€ 21.753	-	€ 21.753	€ 11.616	€ 116.810
2032	€ 22.188	-	€ 22.188	€ 11.363	€ 128.172
2033	€ 22.632	-	€ 22.632	€ 11.115	€ 139.288
2034	€ 23.085	-	€ 23.085	€ 10.873	€ 150.161
2035	€ 23.546	-	€ 23.546	€ 10.636	€ 160.797
2036	€ 24.017	-	€ 24.017	€ 10.405	€ 171.202

Graficamente:

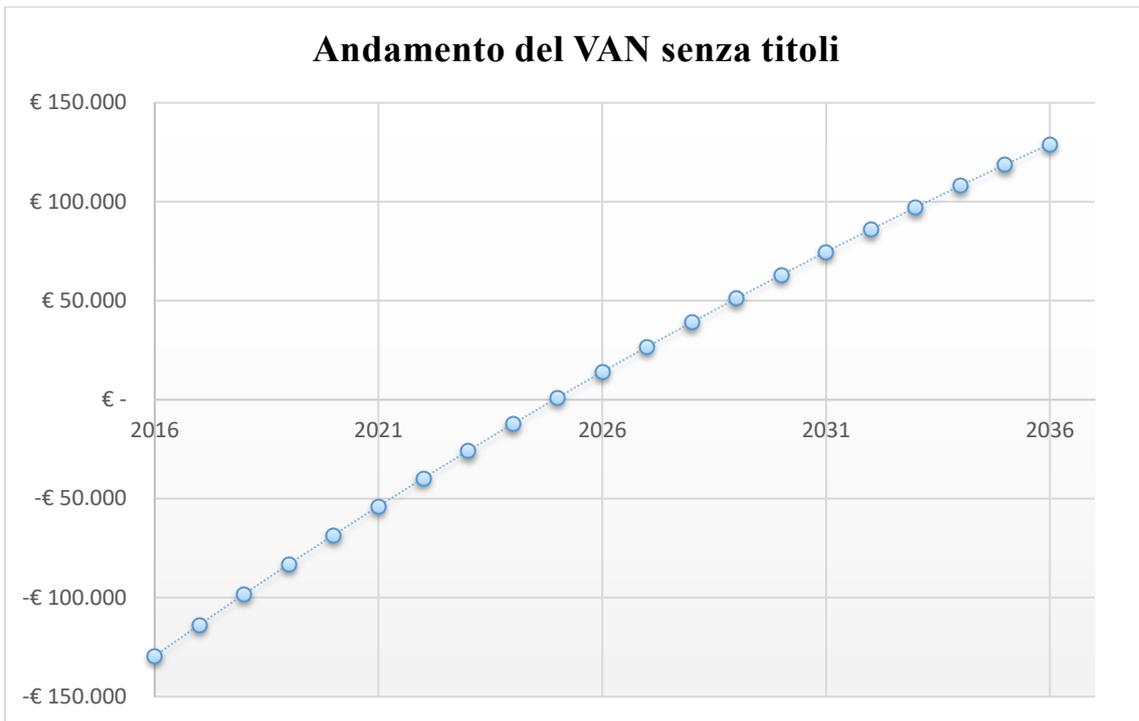


Grafico 6.8 - Andamento del VAN senza titoli

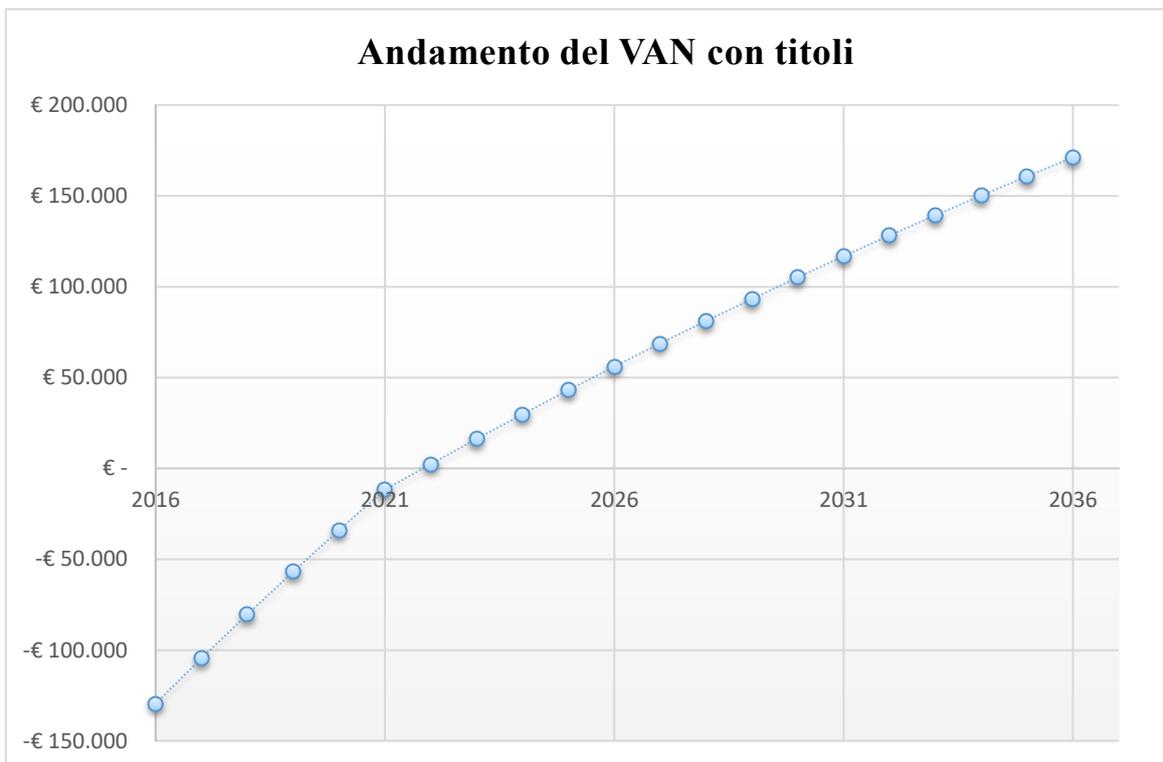


Grafico 6.9 - Andamento del VAN con titoli

Rispetto ad i primi due casi trattati, i tempi di ritorno dell'investimento sono decisamente più alti: si parla infatti di circa 8 anni ed 11 mesi per la simulazione senza titoli e di circa 5 anni e 10 mesi per la simulazione con titoli. Questa differenza può essere spiegata dal fatto che

l'intervento genera una quantità di risparmi energetici annuali non eccessivamente elevata in rapporto al costo di investimento. La situazione ante-intervento, infatti, presentava già dei valori di consumo specifico per tonnellata inferiori alla media di mercato, rendendo più complesso ottenere una grande quota di risparmio. In generale, il basso valore di risparmio economico rende più elevato il peso dei titoli di efficienza energetica, che permettono di abbassare il tempo di ritorno di oltre 3 anni.

La simulazione realizzata tenendo conto di tasse ed ammortamenti produce un PBT di circa 8 anni ed 1 mese, con un valore finale del VAN diminuito di circa 100.000 € rispetto al caso base con titoli.

Infine, la simulazione con il valore attuale dei titoli a 350 €/TEE mostra che il tempo di ritorno subirebbe un'importante diminuzione rispetto al caso base, passando a circa 3 anni e 7 mesi.

7. CONCLUSIONE

Questo lavoro di tesi ha permesso un'analisi attenta ed approfondita di tutte le tematiche legate all'efficienza energetica, ed in particolar modo alla sua incentivazione, che risulta essere uno strumento chiave a livello nazionale, europeo e mondiale per il raggiungimento degli obiettivi di salvaguardia dell'ambiente. Inoltre, è stato dimostrato come il miglioramento dell'efficienza energetica possa rappresentare un volano per lo sviluppo economico di uno stato, a maggior ragione se, come nel caso dell'Italia, le risorse energetiche primarie non sono presenti in quantità sufficienti.

Il nostro paese ha sviluppato nel tempo numerosi strumenti di incentivazione, dal conto termico alle detrazioni fiscali, ed in questo contesto i certificati bianchi ricoprono un ruolo fondamentale, in quanto nell'ultimo decennio hanno permesso di ottenere risultati importanti in termini di risparmio energetico, promuovendo la modernizzazione di molteplici sistemi utilizzati in ambito civile ed industriale.

Con il passare degli anni, si è verificato un progressivo irrigidimento della normativa, con l'obiettivo di un controllo più attento dei progetti presentati e dei risparmi energetici dichiarati: questa tendenza si è ulteriormente accentuata con la nuova normativa pubblicata nel 2017, che però ha dotato il nostro paese, rispetto ad altri stati europei, di un sistema avanzato e ben definito di incentivazione all'efficienza energetica. Ovviamente, la maggior difficoltà nell'ottenimento dei titoli ha portato ad una minore disponibilità degli stessi sul mercato dedicato gestito dal GME, con il risultato di un incremento molto elevato dei prezzi, che hanno raggiunto livelli record nel 2018: solo le ultime sessioni mostrano una leggerissima inversione di tendenza.

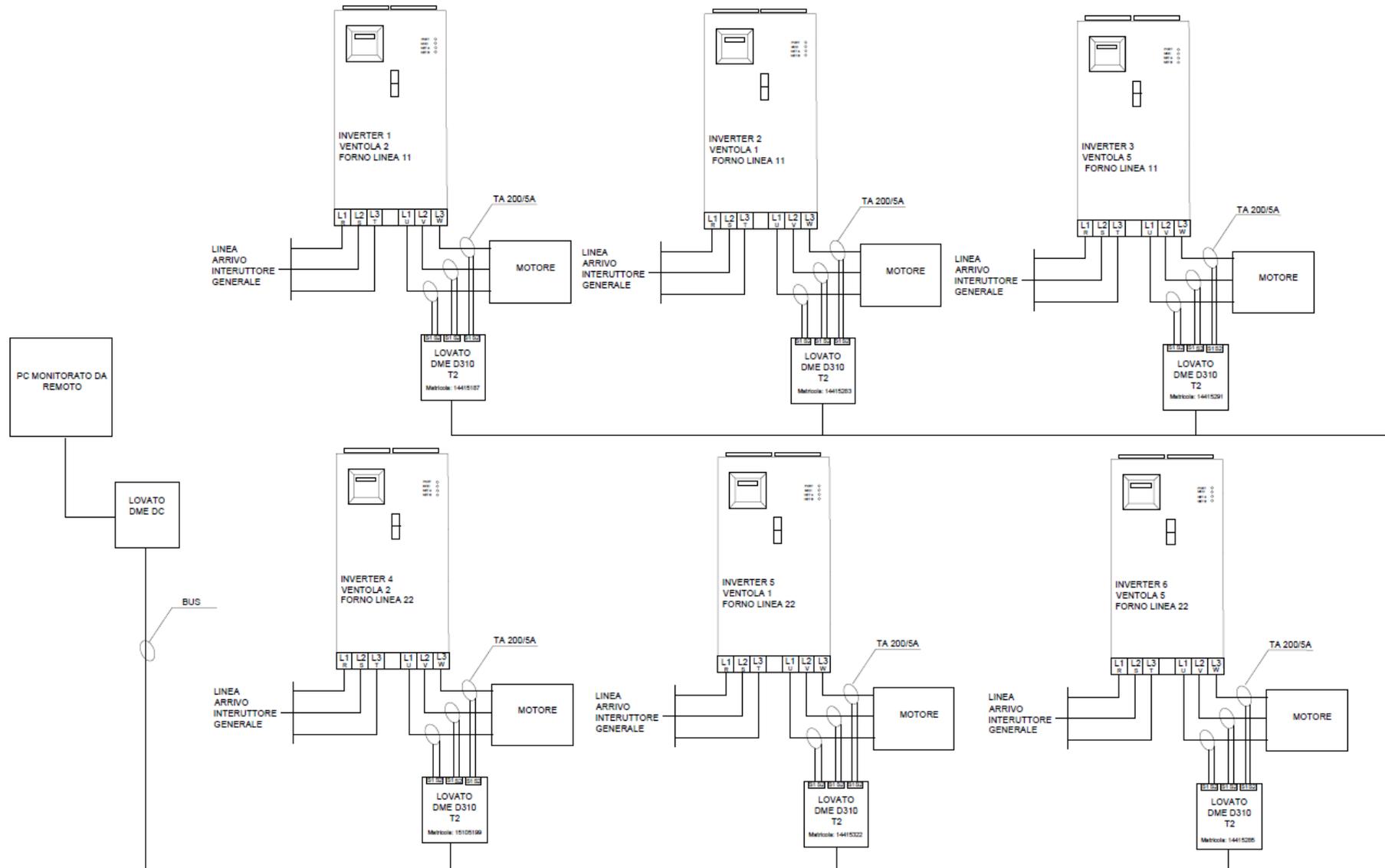
L'analisi dei casi studio affrontati in azienda ha permesso di valutare direttamente i benefici derivanti dai titoli di efficienza energetica: infatti, a fronte di un lavoro normativo e tecnico molto complesso, i bilanci economici mostrano in maniera chiara che l'ottenimento dei titoli, soprattutto in periodi come quello attuale in cui il prezzo degli stessi è molto elevato, permette di elevare notevolmente i guadagni realizzati con gli interventi di efficientamento, con tempi di ritorno degli investimenti decisamente più bassi. Tuttavia, mentre per alcuni interventi l'impatto dei titoli sul bilancio aziendale è importante e significativo (come per i casi dell'impresa B e soprattutto dell'impresa C), per altri invece (come per l'impresa A),

l'ottenimento dei titoli risulta quasi ininfluenza in quanto il progetto di efficientamento è già di per sé altamente conveniente.

Dei casi studio presentati nei capitoli dell'elaborato di tesi, mentre l'impresa A e l'impresa C hanno effettivamente deciso di realizzare l'intervento ed hanno ottenuto il riconoscimento dei certificati bianchi, l'impresa B, per ragioni di politica aziendale, ha preferito destinare le proprie risorse economiche su altri investimenti, ritenendo non urgente la sostituzione dei corpi illuminanti. Tuttavia, il business plan proposto all'azienda mostra chiaramente i vantaggi economici derivanti dal progetto, e quindi non esclude futuri cambi di strategia riguardanti la realizzazione dell'intervento.

Nell'ottica dello sviluppo futuro del meccanismo dei certificati bianchi, la sensazione è che solo una stabilizzazione dei prezzi del mercato consentirà di restaurare una situazione di equilibrio, evitando anche ulteriori rischi speculativi. La crescente complessità normativa legata alla presentazione dei progetti richiederà sempre di più specifiche competenze tecniche ed ingegneristiche, ed in questo senso le ESCO potranno rafforzare la loro posizione sul mercato. Contestualmente, saranno necessarie continue riunioni tecniche, discussioni ed aggiornamenti normativi per adeguarsi agli sviluppi del sistema, che continuerà comunque a ricoprire un ruolo importante nell'ambito dell'efficienza energetica.

Allegato I: Impianto di monitoraggio inverter – Progetto di posizionamento strumenti di misura linea 11 e 22



GEWISS GWS3258T SMART [3] - 1600mm / Tabella UGR

Lampada: GEWISS GWS3258T SMART [3] - 1600mm

Lampadine: 1 x LED SMART [3] 1600 84 LED T

Valutazione di abbagliamento secondo UGR											
ρ Soffitto		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Pareti		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Pavimento		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Dimensioni del locale		Linea di mira perpendicolare all'asse delle lampade					Linea di mira parallela all'asse delle lampade				
X	Y										
2H	2H	21.1	22.5	21.5	22.7	23.0	19.9	21.3	20.2	21.5	21.8
	3H	22.8	24.0	23.1	24.3	24.6	21.3	22.5	21.6	22.8	23.0
	4H	23.4	24.6	23.8	24.9	25.2	21.7	22.9	22.1	23.2	23.5
	6H	24.0	25.0	24.4	25.4	25.7	22.1	23.1	22.4	23.4	23.8
	8H	24.2	25.2	24.6	25.6	25.9	22.1	23.2	22.5	23.5	23.9
4H	12H	24.4	25.4	24.8	25.7	26.1	22.2	23.1	22.6	23.5	23.9
	2H	21.7	22.9	22.1	23.2	23.5	20.8	22.0	21.2	22.3	22.6
	3H	23.6	24.5	24.0	24.9	25.3	22.3	23.3	22.7	23.6	24.0
	4H	24.4	25.2	24.8	25.6	26.0	22.9	23.8	23.3	24.2	24.5
	6H	25.1	25.8	25.5	26.2	26.7	23.3	24.1	23.8	24.5	24.9
8H	8H	25.4	26.1	25.8	26.5	26.9	23.4	24.1	23.9	24.5	25.0
	12H	25.6	26.3	26.1	26.7	27.2	23.5	24.1	24.0	24.6	25.0
	4H	24.6	25.3	25.1	25.8	26.2	23.3	24.1	23.8	24.5	24.9
	6H	25.5	26.1	26.0	26.5	27.0	23.9	24.5	24.4	24.9	25.4
	8H	25.9	26.4	26.4	26.9	27.4	24.1	24.6	24.6	25.1	25.6
12H	12H	26.3	26.7	26.8	27.2	27.7	24.2	24.6	24.7	25.1	25.6
	4H	24.6	25.3	25.1	25.7	26.2	23.4	24.0	23.9	24.5	24.9
	6H	25.5	26.1	26.0	26.5	27.0	24.0	24.5	24.5	25.0	25.5
	8H	26.0	26.4	26.5	26.9	27.5	24.2	24.7	24.8	25.2	25.7
Variazione della posizione dell'osservatore per le distanze delle lampade S											
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1				
S = 1.5H		+0.2 / -0.3					+0.2 / -0.3				
S = 2.0H		+0.4 / -0.6					+0.4 / -0.7				
Tabella standard		BK07					BK05				
Addendo di correzione		9.2					6.6				
Indici di abbagliamento corretti riferiti a 6453lm Flusso luminoso sferico											

I valori UGR vengono calcolati secondo CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25.

Allegato III: Scheda tecnica proiettore LED – GEWISS GWS4054T SMART [4] 2.0

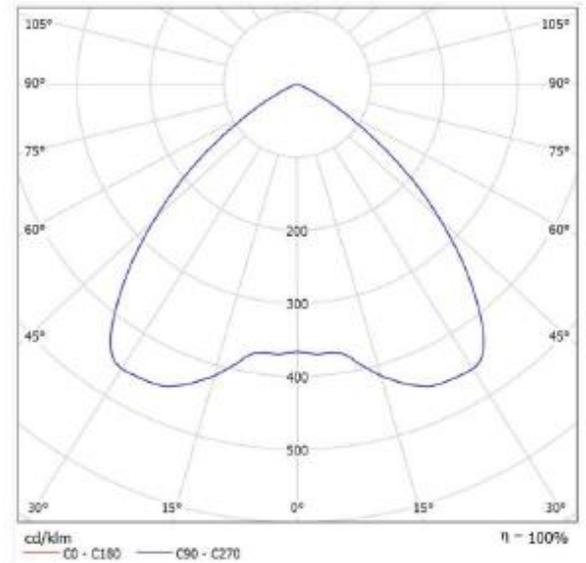


Classificazione lampade secondo CIE: 100
CIE Flux Code: 67 97 100 100 100

Riflettore a LED.

LED incluso

Emissione luminosa 1:



Emissione luminosa 1:

Valutazione di abbagliamento secondo UGR													
	70	70	90	90	30	70	70	90	90	30	30	30	
α Soffitto													
α Pareti	50	30	30	30	30	50	30	30	30	30	30	30	
α Pavimento	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Dimensioni del locale		Linee di mira perpendicolare all'asse delle lampade					Linee di mira parallele all'asse delle lampade						
X	Y												
2H	2H	24,3	25,4	24,6	25,6	25,8	24,3	25,4	24,6	25,6	25,8		
	3H	24,2	25,2	24,5	25,4	25,7	24,2	25,2	24,5	25,4	25,7		
	4H	24,2	25,0	24,5	25,3	25,6	24,2	25,0	24,5	25,3	25,6		
	6H	24,1	24,9	24,4	25,2	25,5	24,1	24,9	24,4	25,2	25,5		
	8H	24,1	24,8	24,4	25,1	25,4	24,1	24,8	24,4	25,1	25,4		
4H	2H	24,3	25,1	24,6	25,4	25,7	24,3	25,1	24,6	25,4	25,7		
	3H	24,2	24,9	24,6	25,2	25,5	24,2	24,9	24,6	25,2	25,5		
	4H	24,1	24,8	24,5	25,1	25,4	24,1	24,8	24,5	25,1	25,4		
	6H	24,1	24,6	24,5	25,0	25,4	24,1	24,6	24,5	25,0	25,4		
	8H	24,0	24,5	24,5	24,9	25,3	24,0	24,5	24,5	24,9	25,3		
8H	2H	24,0	24,4	24,4	24,8	25,3	24,0	24,4	24,4	24,8	25,3		
	4H	24,0	24,5	24,5	24,9	25,3	24,0	24,5	24,5	24,9	25,3		
	6H	24,0	24,3	24,4	24,8	25,2	24,0	24,3	24,4	24,8	25,2		
	8H	23,9	24,3	24,4	24,7	25,2	23,9	24,3	24,4	24,7	25,2		
	12H	23,9	24,2	24,4	24,6	25,1	23,9	24,2	24,4	24,6	25,1		
12H	4H	24,0	24,4	24,4	24,8	25,3	24,0	24,4	24,4	24,8	25,3		
	6H	23,9	24,3	24,4	24,7	25,2	23,9	24,3	24,4	24,7	25,2		
	8H	23,9	24,2	24,4	24,6	25,1	23,9	24,2	24,4	24,6	25,1		
	12H	23,9	24,2	24,4	24,6	25,1	23,9	24,2	24,4	24,6	25,1		
Variazioni della posizione dell'osservatore per le distanze delle lampade S													
S = 1,0H	+1,0 / -2,1					+1,0 / -2,1							
S = 1,5H	+2,4 / -6,8					+2,4 / -6,8							
S = 2,0H	+4,2 / -12,0					+4,2 / -12,0							
Tabella standard	B000					B000							
Addebiendo di correzione	S,9					S,9							
Indice di abbagliamento corretto (refletti a 12710lm/Flusso luminoso sferico)													

GEWISS GWS4054GS SMART [4] 2.0 - HB 5+5L - diffused 100° / Tabella UGR

Lampada: GEWISS GWS4054GS SMART [4] 2.0 - HB 5+5L - diffused 100°

Lampadine: 1 x LED SMART [4] 2.0 HB 5+5L 100°

Valutazione di abbagliamento secondo UGR											
ρ Soffitto		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Pareti		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Pavimento		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Dimensioni del locale		Linea di mira perpendicolare all'asse delle lampade					Linea di mira parallela all'asse delle lampade				
X	Y										
2H	2H	24.3	25.4	24.6	25.6	25.8	24.3	25.4	24.6	25.6	25.8
	3H	24.2	25.2	24.5	25.4	25.7	24.2	25.2	24.5	25.4	25.7
	4H	24.2	25.0	24.5	25.3	25.6	24.2	25.0	24.5	25.3	25.6
	6H	24.1	24.9	24.4	25.2	25.5	24.1	24.9	24.4	25.2	25.5
	8H	24.1	24.8	24.4	25.1	25.4	24.1	24.8	24.4	25.1	25.4
	12H	24.0	24.7	24.4	25.0	25.4	24.0	24.7	24.4	25.0	25.4
4H	2H	24.3	25.1	24.6	25.4	25.7	24.3	25.1	24.6	25.4	25.7
	3H	24.2	24.9	24.6	25.2	25.5	24.2	24.9	24.6	25.2	25.5
	4H	24.1	24.8	24.5	25.1	25.4	24.1	24.8	24.5	25.1	25.4
	6H	24.1	24.6	24.5	25.0	25.4	24.1	24.6	24.5	25.0	25.4
	8H	24.0	24.5	24.5	24.9	25.3	24.0	24.5	24.5	24.9	25.3
	12H	24.0	24.4	24.4	24.8	25.3	24.0	24.4	24.4	24.8	25.3
8H	4H	24.0	24.5	24.5	24.9	25.3	24.0	24.5	24.5	24.9	25.3
	6H	24.0	24.3	24.4	24.8	25.2	24.0	24.3	24.4	24.8	25.2
	8H	23.9	24.3	24.4	24.7	25.2	23.9	24.3	24.4	24.7	25.2
	12H	23.9	24.2	24.4	24.6	25.1	23.9	24.2	24.4	24.6	25.1
12H	4H	24.0	24.4	24.4	24.8	25.3	24.0	24.4	24.4	24.8	25.3
	6H	23.9	24.3	24.4	24.7	25.2	23.9	24.3	24.4	24.7	25.2
	8H	23.9	24.2	24.4	24.6	25.1	23.9	24.2	24.4	24.6	25.1
Variazione della posizione dell'osservatore per le distanze delle lampade S											
S = 1.0H		+1.0 / -2.1					+1.0 / -2.1				
S = 1.5H		+2.4 / -6.8					+2.4 / -6.8				
S = 2.0H		+4.2 / -12.0					+4.2 / -12.0				
Tabella standard		BK00					BK00				
Addendo di correzione		5.9					5.9				
Indici di abbagliamento corretti riferiti a 12710lm Flusso luminoso sferico											

I valori UGR vengono calcolati secondo CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25.

Bibliografia

Capitolo 2

- [1] Commissione Europea (2018) Le cause dei cambiamenti climatici [Online: https://ec.europa.eu/clima/change/causes_it]
- [2] Our Finite World (2012) World Energy Consumption Since 1820 in Charts [Online: <https://goo.gl/6VsKb6>]
- [3] U.S. Department of Commerce (2018) Global Greenhouse Gas Reference Network, *NOAA research* [Online: <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/index.html>]
- [4] Commissione Europea (2018) Accordo di Parigi [Online: https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_it]
- [5] United Nations (2018) Paris Agreement- Status of Ratification, *Climate Change* [Online: http://unfccc.int/paris_agreement/items/9444.php]
- [6] Rete Clima (2014) “Piano 20-20-20”: il Pacchetto Clima-Energia 20 20 20 [Online: <https://goo.gl/qvN1Rz>]
- [7] Infobuild Energia (2017) 11 stati dell’UE hanno raggiunto gli obiettivi rinnovabili al 2020 [Online: <https://goo.gl/FGVzAu>]
- [8] EUROSTAT (2017) - Greenhouse gas emissions trend, EU-28, 1990-2015, *Statistics explained* [Online: <https://goo.gl/9QUVeB>]
- [9] MSE (2013) Strategia Energetica Nazionale: per un’energia più competitiva e sostenibile [Online: <https://goo.gl/76GgFN>]
- [10] MSE (2017) Strategia Energetica Nazionale 2017
- [11] FIRE (2010) Il meccanismo dei certificati bianchi in Europa [Online: <https://goo.gl/vTZEuq>]
- [12] Wikipedia (2018) Certificat d’économie d’énergie [Online : <https://goo.gl/FXPAQS>]

Capitolo 3

- [13] Commissione Europea (2017) Piano d’Azione Italiano per l’Efficienza Energetica [Online: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/it_neeap_2017_it_1.pdf]
- [14] GME (2017) Cosa sono i Titoli di Efficienza Energetica [Online: <https://goo.gl/1KrNh5>]
- [15] MSE (2014) Applicazione dell’articolo 7 della direttiva 2012/27/UE sui regimi obbligatori di efficienza energetica [Online: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/article7_it_italy.pdf]
- [16] ENEA (2014) Ottenere i titoli di efficienza energetica, *Enea pubblicazioni*, pag. 15-46
- [17] MSE, MATTM (2012) DM Certificati Bianchi 28 dicembre 2012, pag. 6-16
- [18] FIRE (2015) Legge 10/91 (articoli 19 e 34) [Online: <https://goo.gl/AbNmWG>]
- [19] Ediltecnico (2013) Certificati Bianchi, ecco quando sono cumulabili e quando no [Online: <https://goo.gl/dYodUZ>]
- [20] AEEGSI (2014) Definizione delle modalità di calcolo delle sanzioni in materia di titoli di efficienza energetica, *Deliberazione 4 dicembre 2014*, pag. 5-6
- [21] AEEGSI (2017) Resoconto dell’indagine conoscitiva all’andamento del mercato dei titoli di efficienza energetica (certificati bianchi), *Allegato A* [Online: <https://www.autorita.energia.it/allegati/docs/17/292-17all.pdf>]
- [22] AEEGSI (2014) Definizione del contributo tariffario a copertura dei costi sostenuti dai distributori soggetti agli obblighi in materia di titoli di efficienza energetica a decorrere dall’anno d’obbligo 2013, *Deliberazione 23 gennaio 2014*, pag. 13-15

- [23] AEEGSI (2014) Definizione, in materia di titoli di efficienza energetica, del contributo tariffario definitivo per l'anno d'obbligo 2013 e del contributo tariffario preventivo per l'anno d'obbligo 2014, *Determina 30 giugno 2014*, pag. 4-6
- [24] AEEGSI (2015) Definizione, in materia di titoli di efficienza energetica, del contributo tariffario definitivo per l'anno d'obbligo 2014 e del contributo tariffario preventivo per l'anno d'obbligo 2015, *Determina 29 giugno 2015*, pag. 4-5
- [25] AEEGSI (2016) Definizione, in materia di titoli di efficienza energetica, del contributo tariffario definitivo per l'anno d'obbligo 2015 e del contributo tariffario preventivo per l'anno d'obbligo 2016, *Determina 16 giugno 2016*, pag. 4-5
- [26] AEEGSI (2017) Definizione, in materia di titoli di efficienza energetica, del contributo tariffario definitivo per l'anno d'obbligo 2016 e del contributo tariffario di riferimento per l'anno d'obbligo 2017 e integrazione della determinazione DMRT/EFC/6/2017 del 12 aprile 2017, *Determinazione 14 luglio 2017*, pag. 6-7
- [27] AEEGSI (2011) Linee guida per la preparazione, esecuzione e valutazione dei progetti di cui all'articolo 5, comma 1, dei decreti ministeriali 20 luglio 2004 e s.m.i. e per la definizione dei criteri e delle modalità per il rilascio dei titoli di efficienza energetica, *Allegato A*, pag. 5-8
- [28] GSE (2014) Cosa sono i titoli di efficienza energetica, pag. 12-14 [Online: <https://goo.gl/FvbavH>]
- [29] Progetto Energia (2012) Regolamento per l'attribuzione di voucher in tema di risparmio energetico – anno 2012, *Allegato B- contenuti relazione tecnica*, pag. 3-7 [Online: <https://goo.gl/nXokY1>]
- [30] GSE (2013) Schede tecniche per la quantificazione dei risparmi di energia primaria, *Allegato A alla deliberazione n. 234/02*, pag. 12-13 [Online: <https://goo.gl/6Kmvkv>]
- [31] 0CO₂ (2016) Come dimensionare un impianto solare termico per sola produzione ACS [Online: <https://goo.gl/3Y3N76>]
- [32] E. Biele (2016) Incentivi per l'efficienza energetica e le FER, *ENEA Centro ricerche Bologna*, pag. 48 [Online: http://www.bologna.enea.it/FEM/FILES/biele/5_Biele.pdf]
- [33] MSE (2015) Revoca e aggiornamento delle schede tecniche del meccanismo di incentivazione dei certificati bianchi, *Dm Sviluppo economico 22 dicembre 2015*
- [34] S. Ferrari, D. Santino, S. D'Ambrosio, E. Biele (2015) Alcuni esempi di realizzazione a consuntivo nell'industria e relativi indicatori qualitativi: un'indagine FIRE-ENEA, *Workshop ENSPOL*, pag.2 [Online: <https://goo.gl/mEUrQ2>]
- [35] D. Di Santo (2017) Le nuove linee guida sui certificati bianchi [Online: <https://www.dariodisanto.com/le-nuove-linee-guida-sui-certificati-bianchi/>]
- [36] FIRE (2015) Tariffe per la copertura degli oneri sostenuti dal GSE per lo svolgimento delle attività di gestione, di verifica e di controllo, inerenti i meccanismi di incentivazione e di sostegno, a carico dei beneficiari delle medesime attività, pag. 6-7 [Online: <https://goo.gl/xMeutC>]
- [37] GSE (2015) Rapporto Annuale sul meccanismo dei Certificati Bianchi, 2014, pag. 2-6, 37-50
- [38] GSE (2016) Rapporto Annuale sul meccanismo dei Certificati Bianchi, 2015, pag. 21-38
- [39] GSE (2017) Rapporto Annuale Certificati Bianchi, 2016, pag. 17-26

Capitolo 4

- [40] GSE (2017) Determinazione degli obiettivi quantitativi nazionali di risparmio energetico che devono essere perseguiti dalle imprese di distribuzione dell'energia elettrica e il gas per gli anni dal 2017 al 2020 e per l'approvazione delle nuove Linee Guida per la preparazione, l'esecuzione e la valutazione dei progetti di efficienza energetica, *DM 11 gennaio 2017*

- [41] Gianni, Origoni, Grippo, Cappelli (2017) Certificati Bianchi, Il nuovo Decreto Ministeriale e le nuove linee guida sui Certificati Bianchi [Online: http://www.gop.it/doc_pubblicazioni/651_j9mybazzii_eng.pdf]
- [42] GSE (2017) Sintesi nuovo decreto Certificati Bianchi
- [43] GSE (2017) Obblighi di risparmio di energia primaria in capo ai soggetti obbligati per l'anno d'obbligo 2017
- [44] GSE (2017) CERTIFICATI BIANCHI – Chiarimenti operativi per la presentazione dei progetti, pag. 14
- [45] D. Mariani (2017) Le nuove linee guida per i Certificati Bianchi: opportunità e case history, *Confindustria Genova*, pag.8 [Online: <https://goo.gl/wFUoan>]
- [46] AEEGSI (2017) Definizione del contributo tariffario a copertura dei costi sostenuti dai distributori di energia elettrica e gas naturale soggetti agli obblighi nell'ambito del meccanismo dei titoli di efficienza energetica, *Deliberazione 15 giugno 2017*, pag. 19-23
- [47] GSE (2017) SIAD Manuale Utente – Sistema informativo per l'Acquisizione Dati, pag. 4
- [48] FIRE (2017) Certificati Bianchi – Chiarimenti operativi, pag. 9-12 [Online: <https://goo.gl/axLu9u>]
- [49] GSE (2017) Certificati Bianchi – Contenuti minimi progetti a consuntivo - PC
- [50] GSE (2017) Procedimenti amministrativi conclusi e titoli di efficienza energetica riconosciuti dal 1° gennaio al 31 ottobre 2017 [Online: <https://goo.gl/wos344>]
- [51] GME (2018) Statistiche TEE Gennaio 2018, *Mercati ambientali – Esiti dei mercati e statistiche*
- [52] GME (2017) Regole di funzionamento del mercato dei Titoli di Efficienza Energetica, pag. 19 [Online: <https://goo.gl/jtZr32>]
- [53] GME (2018) Mercato TEE – Come operare, *Mercati ambientali -I mercati – market coupling* [Online: <https://goo.gl/AVBUbG>]
- [54] D. Di Santo (2017) TEE: il nuovo contributo tariffario [Online: <https://goo.gl/AD1Raf>]
- [55] GME (2009) Mercato dei Titoli di Efficienza Energetica – Rapporto di monitoraggio semestrale, I semestre 2009, pag.5 [Online: <https://goo.gl/9foLFN>]
- [56] P. Garbellini (2017) Analisi sul mercato dei Titoli di Efficienza Energetica, *FIPER*, pag. 8-18 [Online: <https://goo.gl/mHcKoR>]
- [57] D. Di Santo (2017) I certificati bianchi – Convegno Federchimica, *FIRE*, pag. 31 [Online: <https://goo.gl/LSBQpT>]

Capitolo 5

- [58] GSE (2017) Rapporto Attività 2016, pag. 3-7, 162-190
- [59] ACEEE (2016) The 2016 International Energy Efficiency Scorecard, pag. 11, 99 [Online: <https://goo.gl/RiAFB7>]
- [60] Belloni (2018) Impianti di cogenerazione [Online: <https://goo.gl/oncQoR>]
- [61] ENI Power (2018) Il Ciclo Combinato, Tecnologie Produttive [Online: <https://goo.gl/5rTNoP>]
- [62] Wikipedia (2018) Microcogenerazione [Online: <https://it.wikipedia.org/wiki/Microcogenerazione>]
- [63] GSE (2012) Guida alla Cogenerazione ad Alto Rendimento – CAR, pag.14-15
- [64] MSE (2012) Linee guida per l'applicazione del Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico 5 settembre 2011- Cogenerazione ad Alto Rendimento (CAR), pag. 9-19
- [65] G. Susanna (2013) Cogenerazione ad Alto Rendimento, pag. 5-9 [Online: <https://goo.gl/MXHkXu>]

- [66] MSE (2011) DM 5 Settembre 2011, Allegati IV e V, pag. 26-29 [Online: <https://goo.gl/rbVTjN>]
- [67] Commissione Europea (2015) Revisione dei valori di rendimento di riferimento armonizzati per la produzione separata di energia elettrica e di calore, *Regolamento 2015/2402/UE*
- [68] GSE (2017) RICOGE – Presentazione delle richieste successive al primo consuntivo, documentazione e modalità di caricamento, pag. 2-6
- [69] AEEGSI (2017) Stato di utilizzo e di integrazione degli impianti di produzione alimentati dalle fonti rinnovabili e degli impianti di cogenerazione ad alto rendimento, anno 2016, *Relazione 464/2017/I/EFR*, pag. 72
- [70] MSE (2016) Aggiornamento Conto Termico, Decreto interministeriale 16 febbraio 2016
- [71] GSE (2018) Conto Termico [Online: <https://goo.gl/EYTTWk>]
- [72] GSE (2018) Aggiornato il Conto Termico al 1° marzo 2018 [Online: goo.gl/QgUCo6]
- [73] GSE (2018) Contatore Conto Termico
- [74] ENEA, GSE (2017) Linee guida alla presentazione dei progetti per il Programma per la Riqualificazione Energetica degli edifici della Pubblica Amministrazione Centrale PREPAC, *DM 16 settembre 2016*
[Online: <https://goo.gl/JsTuq8>]
- [75] MSE (2017) Relazione annuale sull'efficienza energetica- Risultati conseguiti e obiettivi al 2020, pag. 6-11 [Online: <https://goo.gl/ijMiKa>]
- [76] GuidaFisco (2018) Ecobonus 2018: nuove detrazioni, cos'è come funziona e quali spese? [Online: <https://goo.gl/TYDSaJ>]

Capitolo 6

- [77] GSE (2011) Allegato Decreto “Certificati Bianchi” 2013-2016
- [78] Rockwell Automation (2014) Technical Data- PowerFlex 400 Adjustable Frequency AC Drives for Fan & Pump Applications [Online: <https://goo.gl/Sbnw3Q>]
- [79] Borsa Italiana (2011) Il costo medio ponderato [Online: goo.gl/b6Dusg]
- [80] Dipartimento del Tesoro (2015) Principali tassi di interesse [Online: goo.gl/g6Hr5b]
- [81] Market Risk Premia (2015) Application of Valuation Parameters in Practice
[Online: <http://www.market-risk-premia.com/it.html>]
- [82] Il Sole 24 Ore (2018) Tassi IRS, Euribor, BCE [Online: goo.gl/fQzo6k]
- [83] Gewiss (2017) Scheda Tecnica Prodotto GWS3258T, Serie SMART [3] [Online: <https://goo.gl/gaEgzs>]
- [84] Gewiss (2017) Scheda Tecnica Prodotto GWS4054GS, Serie SMART[4] [Online: <https://goo.gl/5j1JRb>]
- [85] Dipartimento del Tesoro (2015) Principali tassi di interesse [Online: goo.gl/AwUNYz]
- [86] APAT (2003) Il ciclo industriale dell'acciaio da forno elettrico in Italia [Online: goo.gl/3HcTJZ]

Ringraziamenti

Non è mai facile tentare di riassumere in poche righe la gratitudine per tutti coloro che mi hanno accompagnato e sostenuto nel percorso di scrittura della tesi, ed in questo meraviglioso viaggio a Torino iniziato nel lontano 2012.

Desidero ringraziare innanzitutto il Prof. Alberto Poggio, relatore della tesi, e l'Ing. Giulio Cerino, che sono sempre stati disponibili a risolvere ogni dubbio incontrato. Ringrazio il dott. Francesco Fileti e tutta l'azienda Energon Trade, che mi ha fatto sentire a casa sin dall'inizio e mi ha fatto scoprire cosa è realmente il mondo del lavoro.

Un ringraziamento speciale va a tutta la mia famiglia, per i grandi sacrifici che ha fatto per me in questi anni e per il supporto che non mi è mai mancato, anche nei momenti più difficili. Voglio ringraziare tutti gli amici di Milazzo, che sono stati fondamentali per la mia crescita ancora prima di arrivare a Torino: da loro ho appreso tanti insegnamenti che mi hanno reso la persona che sono oggi. Ringrazio in particolare gli amici "storici", che ormai mi accompagnano veramente da tanti anni: siamo cresciuti insieme e sono sempre stati presenti quando c'era bisogno.

Voglio ringraziare il "gruppetto" del primo anno al Politecnico: se un ragazzo di appena 18 anni arrivato a Torino si è subito sentito a casa è soprattutto grazie a loro. Ringrazio i miei compagni di corso della triennale e della magistrale, molti dei quali sono diventati col tempo amici più che colleghi: con loro ho condiviso tante esperienze e grazie a loro ho avuto la forza di andare avanti nonostante le difficoltà.

Un grazie veramente enorme va al Collegio Einaudi: ha veramente cambiato la mia vita a Torino e mi ha permesso finalmente di trovare stabilità, serenità e soprattutto una vera e propria seconda famiglia a 1500 km da casa.

Voglio ringraziare il gruppo degli italiani ed in generale tutti gli amici che ho incontrato a Lione: mi hanno permesso di vivere l'esperienza più bella della mia vita, sono stati 6 mesi che non dimenticherò mai, e da ora in poi dovunque nel mondo mi sentirò davvero a casa.

Infine, un ultimo ringraziamento voglio dedicarlo a me stesso, per averci sempre creduto nonostante tutto e non aver mai mollato.