

FrancoAngeli

Renzo Mario Del Duro

**DALLA COGENERAZIONE
ALLA TRIGENERAZIONE**

**Come ridurre
la dipendenza
energetica dell'Italia**

*f*ondazione
AMGA

Informazioni per il lettore

Questo file PDF è una versione gratuita di sole 20 pagine ed è leggibile con



La versione completa dell'e-book (a pagamento) è leggibile con Adobe Digital Editions. Per tutte le informazioni sulle condizioni dei nostri e-book (con quali dispositivi leggerli e quali funzioni sono consentite) consulta [cliccando qui](#) le nostre F.A.Q.



COLLANA FONDAZIONE AMGA

Direzione collana: Amedeo Amato, Osvaldo Conio, Daniela Bergamotti

La collana Fondazione AMGA intende divulgare i risultati delle iniziative di studio e ricerca promosse dalla Fondazione stessa, con la finalità di diffondere la cultura scientifica ed economica attinente al settore idrico e più in generale alle *public utilities* e di fornire strumenti di conoscenza ed approfondimento agli operatori di tale settore.

Le pubblicazioni, in funzione della natura e delle modalità di esposizione dell'argomento trattato, sono suddivise in monografie, quaderni tecnici e atti di convegni.

Per informazioni sulle attività della Fondazione AMGA è possibile contattare il seguente indirizzo:
Fondazione AMGA, via SS. Giacomo e Filippo, 7 - 16122 Genova
Tel. +39.010.5586.865 - Fax +39.010.5586.741

I lettori che desiderano informarsi sui libri e le riviste da noi pubblicati possono consultare il nostro sito Internet: www.francoangeli.it e iscriversi nella home page al servizio "Informatemi" per ricevere via e-mail le segnalazioni delle novità.

Renzo Mario Del Duro

**DALLA COGENERAZIONE ALLA
TRIGENERAZIONE**

**Come ridurre
la dipendenza
energetica dell'Italia**

FrancoAngeli

Copyright © 2014 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy.

*L'opera, comprese tutte le sue parti, è tutelata dalla legge sul diritto d'autore.
L'Utente nel momento in cui effettua il download dell'opera accetta tutte le condizioni
della licenza d'uso previste e comunicate sul sito www.francoangeli.it.*

INDICE

Prefazione di <i>O. Conio</i>	pag.	9
Introduzione di <i>R.M. Del Duro</i>	»	11
1. Le tecnologie di co-trigenerazione		
1.1 Premessa	»	15
1.2 Principi e logica di base	»	16
1.2.1 Principio della cogenerazione	»	17
1.2.2 Dalla cogenerazione alla trigenerazione	»	20
1.2.3 Unità di misura dell'energia	»	21
1.2.4 Contabilità e sistemi di gestione dell'energia	»	26
1.3 Sistemi di cogenerazione	»	28
1.3.1 Definizioni di impianto	»	29
1.3.2 Parametri caratteristici dei sistemi	»	30
1.3.2.1 Rendimento di trasformazione	»	31
1.3.2.2 Rendimento complessivo	»	32
1.3.2.3 Indice di alto rendimento	»	33
1.3.2.4 Indice termico caratteristico	»	42
1.4 I motori primi	»	43
1.4.1 Turbina a vapore a controcompressione	»	44
1.4.2 Turbina a condensazione con spillamento di vapore	»	46
1.4.3 Turbina a gas con recupero di calore	»	47
1.4.4 Motore a combustione interna	»	50
1.4.5 Microturbina a gas	»	52
1.4.6 Motore Stirling	»	53
1.4.7 Cella a combustibile	»	55
1.4.8 Motore a vapore	»	57

1.5 I principali sistemi di cogenerazione e di trigenerazione	»	59
1.5.1 Sistemi con turbine a vapore	»	59
1.5.1.1 Sistemi con turbina a vapore a contropressione	»	59
1.5.1.2 Sistemi con turbina a condensazione con spillamento di vapore e cicli misti	»	61
1.5.2 Sistemi con turbine a gas	»	63
1.5.3 Cicli combinati	»	65
1.5.4 Sistemi con motori a combustione interna	»	66
1.5.5 Sistemi con microturbine a gas	»	68
1.5.6 Sistemi con motori Stirling	»	69
1.5.7 Sistemi con celle a combustibile	»	70
1.5.8 Cicli Rankine a fluido organico	»	72
1.5.9 Sistemi frigoriferi ad assorbimento per impianti di trigenerazione	»	72
1.5.10 Sistemi per applicazioni ibride e particolari	»	76
1.5.10.1 Cicli ibridi o integrati FC + turbina a gas	»	76
1.5.10.2 Sistemi termoelettrici (TE) e termofotovoltaici (TPV)	»	76
1.5.10.3 Microcicli Rankine	»	78
1.5.10.4 Sistemi di cogenerazione e teleriscaldamento	»	78
1.5.10.5 Sistemi con motore a vapore alimentati a biomasse	»	80
1.5.10.6 Impianti basati sulle tecnologie del carbone pulito	»	80
1.5.10.7 Impianti lowcost basati su turbojet dismessi	»	82
1.5.11 Gestione delle utenze e integrazione con fonti rinnovabili	»	83
1.5.12 Considerazioni sull'applicabilità dei sistemi	»	85

2. Il contributo della co-trigenerazione al risparmio energetico

2.1 Premessa	»	94
--------------	---	----

2.2 Parco impianti, potenza installata e produzione in Italia	»	99
2.3 La co-trigenerazione nel settore industriale	»	105
2.4 La co-trigenerazione nel settore civile	»	108
2.5 La valutazione del risparmio energetico	»	110
2.5.1 Approccio metodologico	»	110
2.5.2 Il metodo di analisi secondo la Legge 10/91	»	111
2.5.3 Il metodo di valutazione della cogenerazione ad alto rendimento (CAR)	»	114
3. L'evoluzione storica dei sistemi cogenerativi nell'industria		
3.1 Le cartiere	»	116
3.2 L'industria alimentare	»	124
4. Esperienze di cogenerazione urbana in Italia		
4.1 Cogenerazione e teleriscaldamento	»	134
4.1.1 Le Vallette	»	135
4.1.2 Tor di Valle	»	137
4.1.3 Sampierdarena	»	139
4.2 La fornitura di energia per grandi unità abitative	»	141
5. La diffusione della piccola e microcogenerazione		
5.1 Generalità e stato dell'arte	»	144
5.2 Prospettive di diffusione	»	147
6. Potenzialità della co-trigenerazione		
6.1 Premessa	»	149
6.2 Stima della potenzialità al 2020	»	151
Bibliografia	»	155
Glossario ed acronimi	»	159
Ringraziamenti	»	167

PREFAZIONE

Le problematiche legate ad un'oculata politica dell'energia e dell'ambiente sono diventate negli anni recenti oggetto di un sempre più crescente interesse da parte del mondo sia politico, sia economico e sia civile. A livello mondiale ed europeo sono in atto politiche mirate ad un maggiore utilizzo delle fonti rinnovabili di energia ed all'efficienza energetica. Questo interesse è scaturito anche in Italia dalla concomitanza di più fattori decisamente significativi quali:

- ✓ la preoccupazione e la paura per un sistema energetico attuale non sostenibile sul piano ambientale nel lungo come nel breve termine;
- ✓ la continua crescita del prezzo dei combustibili fossili e la dipendenza energetica dall'estero;
- ✓ la situazione critica degli approvvigionamenti energetici, sempre più minacciati e insicuri;
- ✓ la volontà di incrementare l'innovazione tecnologica nelle imprese europee, sempre più minacciate nei settori tradizionali dalla concorrenza dei paesi a più basso costo di produzione.

In tal senso, si sta cercando sempre più di sviluppare, commercializzare e anche sostenere economicamente tramite un'adeguata normativa, tutte quelle tecnologie che permettono l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili o permettono di sfruttare al meglio l'energia prodotta.

Fra le principali tecnologie che consentono di produrre energia in modo più efficiente e con minor impatto ambientale troviamo sicuramente la cogenerazione, ossia la produzione contemporanea, in un unico processo, di energia elettrica e calore.

La cogenerazione, nel tempo, si è ulteriormente sviluppata verso gli impianti di trigenerazione nei quali si ha la produzione congiunta di energia elettrica, termica e frigorifera.

Gli impianti di co-trigenerazione, consentendo un minor impiego di energia primaria rispetto alla produzione separata di tali energie finali

richieste dagli utenti dei settori industriali e civili, possono potenzialmente ridurre l'approvvigionamento di energia primaria dall'estero.

Tale evoluzione tecnologica ha dettato l'opportunità di redigere un testo aggiornato all'attuale stato dell'arte che, per l'appunto, è intitolato "Dalla cogenerazione alla trigenerazione" con l'intento di evidenziare un modo per ridurre la dipendenza energetica dell'Italia.

La Fondazione AMGA ha promosso la realizzazione di questo progetto che rientra nelle proprie finalità istituzionali volte a mettere a disposizione di tutti le informazioni relative alla gestione delle risorse e allo sviluppo sostenibile dell'ambiente.

Questo testo, frutto della personale esperienza dell'autore in materia di cogenerazione e di trigenerazione, si propone di fornire una panoramica sulle questioni di maggior interesse legate al ruolo di queste tecnologie nel soddisfacimento della domanda energetica italiana.

Dott. Osvaldo Conio

(Direzione collana Fondazione AMGA)

INTRODUZIONE

La cogenerazione è una tecnologia che consente di aumentare l'efficienza energetica o, in altri termini, di risparmiare energia: di conseguenza si riduce l'importazione di combustibili fossili (petrolio, gas, carbone), si riduce l'impatto ambientale delle trasformazioni energetiche, si riduce l'acquisto di energia elettrica dall'estero e si riduce la dipendenza energetica dell'Italia.

La prima volta che appresi dell'esistenza della cogenerazione fu come un amore a prima vista.

Nel 1981, allora baldo giovane in carriera, ero dipendente di un'azienda parastatale con la qualifica di progettista di strutture in carpenteria metallica. Un giorno fui chiamato dal mio capo per un incarico relativo ad una nuova linea di prodotto che l'azienda voleva lanciare: si trattava di proporre la realizzazione di impianti di cogenerazione di piccola taglia, sotto i 1.000 kW.

Questo principio, a me prima non noto, che consisteva nel generare contemporaneamente in un unico sistema l'energia elettrica ed il calore, mi affascino: ci intravidi quasi la soluzione di tutti i problemi energetici del nostro paese.

In effetti, è intuitivo per tutti che ottenere da un unico impianto l'energia elettrica ed il calore è più vantaggioso che ottenerlo in forma separata.

Fino ad allora, la cogenerazione era stata adottata solo da pochi processi produttivi, in primis la chimica, il petrolchimico e le grosse cartiere. In base alle suddette considerazioni, pensai che se avessimo realizzato una piccola turbina a basso costo, la cogenerazione avrebbe avuto una diffusione rapida e quantitativamente enorme.

Pertanto, affrontai questa nuova esperienza con tantissimo entusiasmo e nonostante che, fino ad un minuto prima, mi fossi occupato solo di saldature, di lamiere e di profilati in acciaio. Poiché inizialmente si pensò di realizzare nel nostro stabilimento una piccola turbina a vapore, mi

affiancarono un anziano progettista in pensione che, per una vita, aveva lavorato nel settore turbine dell'Ansaldo. Feci una buona esperienza, ma la realizzazione non fu completata a causa di ristrutturazioni aziendali. Tuttavia, la linea di prodotto proseguì proponendo impianti di cogenerazione "chiavi in mano", di taglia medio-piccola, realizzati con turbine già disponibili sul mercato.

I risultati della mia attività di promozione della cogenerazione di piccola taglia furono assai deludenti; ciò a causa della miopia degli imprenditori, delle complicazioni burocratiche e delle difficoltà di allaccio alla linea elettrica nazionale. Infatti, gli ostacoli alla diffusione della cogenerazione permanevano nonostante il varo, nel 1982, della legge n. 308 che aveva provveduto a liberalizzare l'autoproduzione di energia elettrica da fonti rinnovabili con potenza fino a 3 MW e ad incentivare la realizzazione di nuove centrali di questo tipo, concedendo contributi in conto capitale pari al 30% della spesa sostenuta.

Gli impianti realizzati con i contributi della legge 308/82 non furono molti, ma fu comunque l'inizio di un trend di crescita.

Nel 1985 coordinai la realizzazione di uno studio per conto dell'ENEA sulle possibilità di diffusione di impianti di cogenerazione nei settori industriali cartario, meccanico ed alimentare. Nel medesimo periodo, come gruppo Ansaldo, collaborai con AMGA (ora Iren Energia) ed, in particolare con l'Ing. Bazzano (allora Direttore Generale), alla proposizione della cogenerazione per i centri direzionali di San Benigno e Corte Lambruschini in Genova; tutto ciò si concretizzò poi, nel 1990, nella realizzazione della centrale di Sampierdarena, ancora oggi in esercizio, che serve i quartieri di Fiumara, San Benigno e Campi. Nel 1991 collaborai alla stesura del Piano Energetico Regionale della Liguria attraverso uno studio sul teleriscaldamento.

In tutti questi anni ho continuato ad occuparmi di cogenerazione ampliando il mio raggio di interesse alla trigenerazione nel terziario, al teleriscaldamento connesso alla termovalorizzazione dei rifiuti.

Ho osservato che solo negli ultimi anni, sia a livello mondiale sia soprattutto a livello europeo, l'interesse generale per l'utilizzo delle fonti rinnovabili di energia e per l'efficienza energetica, ivi inclusa la cogenerazione, sta aumentando.

In tal senso, l'Unione Europea ai fini del raggiungimento degli obiettivi di risparmio energetico ha riconosciuto la cogenerazione come una delle tecnologie più importanti, affidabile e consolidata, ed ha incluso fra le proprie priorità la definizione di normative volte a favorirne la diffusione.

Ora, con questa pubblicazione, ho voluto mettere a disposizione dei lettori le conoscenze tecnico-economiche maturate nell'arco di 30 anni nonché comparare i risultati delle ricerche fatte a suo tempo con la situazione degli attuali impianti in esercizio e, nel contempo, rivedere le prospettive future di questo tipo di impianti.

Questo testo si propone di fornire una panoramica sulle questioni di maggior interesse legate al ruolo della co-trigenerazione nel soddisfacimento della domanda energetica nazionale.

Viene dapprima descritta la tecnologia di cogenerazione ed i vari campi di applicazione ivi inclusa la trigenerazione, tralasciando volutamente sia aspetti tecnici troppo approfonditi sia aspetti normativi ed ambientali che trovano già ampio spazio in altre pubblicazioni disponibili. Segue un'analisi sul contributo della co-trigenerazione al risparmio energetico. Vengono poi forniti cenni storici sull'evoluzione della cogenerazione sia nel settore industriale che in quello civile, riportando alcune caratteristiche di impianti realizzati. Di seguito vengono descritte le potenzialità degli impianti di piccola e microcogenerazione. Viene infine riportata una valutazione quali-quantitativa delle potenzialità future della co-trigenerazione.

1. LE TECNOLOGIE DI CO-TRIGENERAZIONE

1.1 Premessa

Il problema della dipendenza energetica dell'Italia è ormai tristemente noto alla maggior parte dei cittadini a causa dei progressivi aumenti dei costi in bolletta a carico delle famiglie e delle imprese. Ma, oltre agli aspetti economici connessi ad una continua crescita del prezzo dei combustibili fossili e ad approvvigionamenti energetici sempre più minacciati e insicuri, aumentano la preoccupazione e la paura per un sistema energetico attuale non sostenibile sul piano ambientale.

Pertanto, anche a livello mondiale e soprattutto a livello europeo, si sta assistendo ad un sempre più crescente interesse da parte del mondo sia politico, sia economico e sia civile per l'utilizzo delle fonti rinnovabili di energia e per l'efficienza energetica. Inoltre, nel nostro paese i costi dell'energia fanno perdere competitività alle imprese, sempre più minacciate nei settori tradizionali dalla concorrenza dei paesi a più basso costo di produzione.

Questo interesse ha determinato azioni tese ad incrementare l'innovazione tecnologica delle imprese europee, cercando sempre più di sviluppare, commercializzare e anche sostenere economicamente tramite un'adeguata normativa tutte quelle tecnologie che permettono l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili e/o permettono di sfruttare al meglio l'energia prodotta (efficienza energetica).

Fra queste tecnologie, determinanti per ridurre la dipendenza energetica e le emissioni nell'ambiente attraverso il miglioramento dell'efficienza, troviamo la cogenerazione ossia la produzione contemporanea di energia elettrica e calore. La cogenerazione, adottata dal settore industriale sin dagli anni '70, si è diversificata, in tempi recenti e prevalentemente nel settore civile, con la trigenerazione ossia la produzione congiunta di energia elettrica, termica e frigorifera.

1.2 Principi e logica di base

La conversione di energia primaria (tipicamente fornita da un combustibile) in energia meccanica e/o elettrica comporta, indipendentemente dalla tecnologia, la produzione di una quotaparte di calore che viene normalmente dissipato nell'ambiente esterno. Con la co-trigenerazione è possibile recuperare gran parte di questo calore altrimenti dissipato, con rilevanti risparmi energetici ed economici.

La co-trigenerazione è una tecnologia che consente un effettivo risparmio di energia primaria, che ha meritato l'emanazione di un'apposita direttiva (2004/8/CE), recepita in Italia dal D.Lgs. 20 dell'8.2.2007, il cui decreto attuativo è stato emanato il 5.9.2011.

In tal senso, la cogenerazione in Italia è ormai una tecnologia consolidata sia nel settore civile che in quello industriale dove vanta una grande tradizione nelle industrie "energivore" fin dagli anni '70, favorita anche dalla crisi petrolifera del 1973, nota come crisi della guerra del Kippur.

La legge 29.5.1982, n. 308 sul contenimento dei consumi energetici e le successive leggi 9.1.1991, n. 9 e 10 e il Provvedimento CIP 6/92 hanno dato alla cogenerazione un forte impulso.

La tecnologia cogenerativa si è rapidamente diffusa in certi settori dell'industria italiana grazie alla perfetta rispondenza alle esigenze dei processi produttivi e ormai ripone la propria efficacia su macchinari energetici di lunga e provata affidabilità quali turbine a vapore (in regime di condensazione e spillamento o in contropressione), turbine a gas, motori a combustione interna. Più difficoltà a diffondersi ha avuto invece la cogenerazione nel settore civile, in particolare quando abbinata al teleriscaldamento; ciò anche a causa delle meno favorevoli condizioni climatiche rispetto agli altri paesi europei, soprattutto del Nord Europa. Negli ultimi anni comunque la situazione sta gradualmente migliorando, soprattutto nel Nord e centro-Nord Italia.

La liberalizzazione del mercato energetico ha facilitato notevolmente le condizioni di sviluppo della cogenerazione, grazie alla possibilità che viene data dalle norme di vendere il surplus energetico che si crea nella produzione di energia. Questa eccedenza energetica si può immettere in rete traendone profitto e stimolando nel contempo la decentralizzazione dell'energia, con tutti i vantaggi che ne seguono a livello sia di risparmio energetico (minori dispersioni lungo la rete) sia di sicurezza di fornitura limitando, a livello di circoscrizione, il rischio black-out.

Peraltro queste soluzioni impiantistiche sono penalizzate da un pronunciato effetto di scala, per cui le piccole applicazioni scontano costi di installazione per kW elettrico installato sensibilmente superiori rispetto ai grandi impianti da decine di MW. Anche per utilizzazioni importanti su 5÷6.000 ore/anno, i tempi di ritorno, senza incentivi, oscillano mediamente intorno ai 4÷5 anni mentre, da sempre, i tempi di ritorno attesi dall'imprenditoria sono di almeno la metà.

La cogenerazione è riconosciuta come misura di efficientamento energetico e può dunque usufruire di vari incentivi (ad es. i titoli di efficienza energetica o certificati verdi). Tuttavia, affinché questa tecnologia si possa affermare strutturalmente in tutti i settori idonei, è richiesta dal mondo imprenditoriale una maggiore politica di incentivazione atta a ridurre l'investimento iniziale ovvero a contribuire ad incrementarne i ricavi.

Uno degli aspetti critici per l'economicità di un impianto di cogenerazione consiste nella piena utilizzazione del calore cogenerato. Quando tale calore, in genere a bassa temperatura, viene utilizzato per il riscaldamento degli ambienti e resta inutilizzato nelle stagioni estive, vi è un grave decadimento degli indici di redditività. Per poter saturare al massimo l'offerta di calore si possono allora alimentare con tale flusso termico gruppi ad assorbimento per la produzione di freddo per il raffrescamento estivo degli stessi ambienti. Tale tecnologia, come si vedrà più avanti, è chiamata trigenerazione.

1.2.1 Principio della cogenerazione

Con il termine di cogenerazione si intende la produzione contemporanea di energia elettrica/meccanica e di energia termica mediante impianti che utilizzano come input una medesima energia primaria.

Tradizionalmente per produrre la sola energia elettrica si utilizzano centrali termoelettriche che disperdono parte dell'energia primaria nell'ambiente in quanto l'energia termica è considerata un sottoprodotto della generazione elettrica ovvero di scarso valore termodinamico.

Fino a tempi recenti questa logica è stata mantenuta tale anche per la cogenerazione poiché la base di partenza è sempre stata la generazione elettrica. Attualmente, con la maggiore disponibilità di nuove tecnologie, la suddetta logica viene invertita in quanto la produzione determinante è considerata quella termica mentre l'energia elettrica diventa un sottoprodotto, seppur importante, del sistema.

In altre parole, è in base all'utenza termica che si dimensiona il sistema ed eventuali deficit di energia elettrica vengono prelevati dalla rete nazionale di distribuzione e/o autoprodotti da fonti rinnovabili; viceversa se, soddisfatta l'utenza termica, risulta un'eccedenza di energia elettrica quest'ultima viene riversata nella rete nazionale¹. Tuttavia, per cogenerare si deve partire da un motore primo (ad esempio turbina) dove dal ciclo termodinamico sia possibile estrarre lavoro utile (nel nostro caso energia meccanica/elettrica) e recuperare quella parte di calore che, senza cogenerazione, dovrebbe necessariamente essere ceduto a più bassa temperatura. Si ottiene, quindi, una riduzione delle perdite nel processo di conversione dell'energia e si raggiunge un'efficienza di sistema più elevata.

In definitiva, se un'utenza richiede energia elettrica ed energia termica, anziché installare una caldaia ed acquistare l'energia elettrica dalla rete, si può pensare di realizzare un ciclo termodinamico per produrre energia elettrica sfruttando i livelli termici più alti, nonché impiegare il calore residuo, a più bassa temperatura, per soddisfare le esigenze termiche.

Per quantificare e rendere evidente tale vantaggio si riporta un semplice confronto tramite le due figure seguenti, in cui, a fronte di uguali quantitativi energetici richiesti dalle utenze termica ed elettrica, il sistema cogenerativo utilizza un quantitativo di combustibile inferiore rispetto al quantitativo complessivo necessario nel caso di generazione separata.

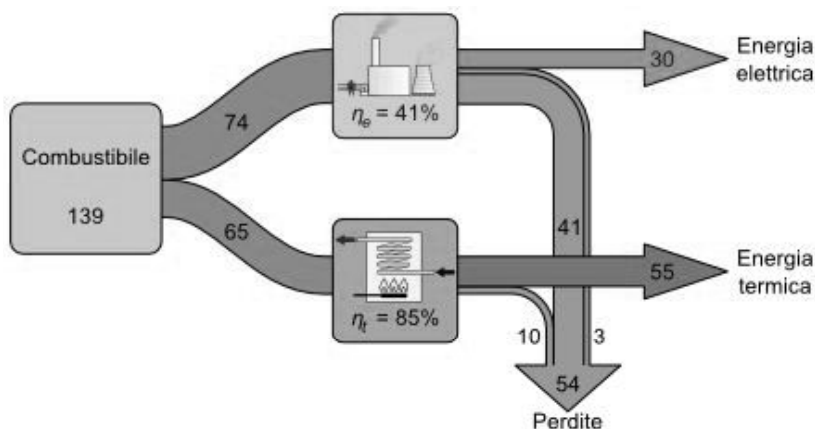


Figura 1-1: Efficienza energetica di un sistema convenzionale - generazione separata

¹ Negli impianti più complessi, lo schema di cogenerazione è completato da una o più caldaie di tipo convenzionale, che svolgono funzione di integrazione (quando l'assorbimento dell'utenza supera la potenza termica producibile in cogenerazione) o di riserva rispetto al sistema cogenerativo.

Dall'esame della figura 1-1 notiamo che, con sistemi separati, l'input di energia è pari a 139 unità di cui 74 servono per ottenere 30 unità di energia elettrica (sulla base di un rendimento medio delle centrali elettriche pari al 41%). Dal lato calore, servono 65 unità per ottenerne 55 (sulla base di un rendimento medio delle caldaie tradizionali pari all'85%). Le perdite del sistema convenzionale ammontano a 54 unità.

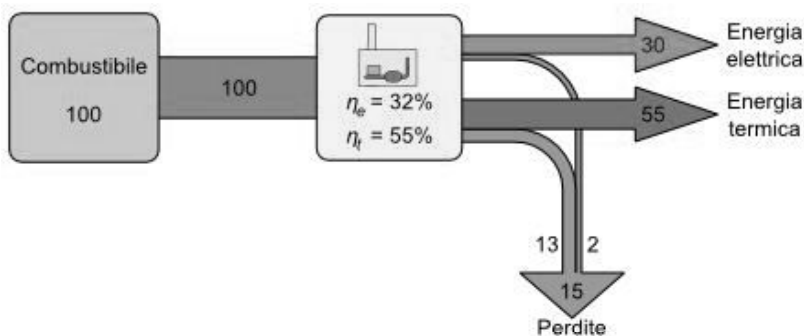


Figura 1-2: Efficienza energetica di un sistema di cogenerazione

Viceversa, dall'esame della figura 1-2 notiamo che, con il sistema di cogenerazione, l'input di energia è pari a 100 unità e che queste bastano per ottenere 30 unità di energia elettrica (sulla base di un rendimento elettrico pari al 32%). Contemporaneamente, dal lato calore si ottengono 55 unità (sulla base di un rendimento termico pari al 55%). Le perdite del sistema ammontano complessivamente a 15 unità. Pertanto, registrando un risparmio energetico di 39 unità (28%), il confronto dimostra in modo inequivocabile la convenienza della cogenerazione.

Peraltro, il principio della cogenerazione ha una sua logica solo nel caso che il sistema sia economicamente conveniente e soddisfi alcune esigenze pratiche come:

- produzione di energia termica adeguata in ogni momento, in base alle necessità dell'utenza;
- produzione di energia elettrica eventualmente integrata dalla rete esterna ma sempre coerente con le necessità dell'utenza;
- costo totale dell'energia elettrica prodotta più il calore recuperato conveniente rispetto al costo del combustibile ed al costo dell'energia elettrica dalla rete esterna.