

| | File CSQ | Att. N° X | NORMA |
|--|----------|-----------|-------|
| RAPPORTO DI VERIFICA DI ASSEVERAZIONE | 1 | 1 | // |

| | | |
|----------------|---|---|
| AZIENDA | RAGIONE SOCIALE Edison Next Teleriscaldamento S.r.l. | INDIRIZZO SEDE LEGALE via Acqui, 86 - 10098 Rivoli TO |
| | RAPPRESENTANTE /I/ Bertonasco Alessandro | UNITA VERIFICATA /E/ Rete teleriscaldamento di Alzano Lombardo |
| | CAMPO DI APPLICAZIONE Verifica del metodo di calcolo dei risparmi per utenza allacciata a una rete di teleriscaldamento | SETTORE/II // |

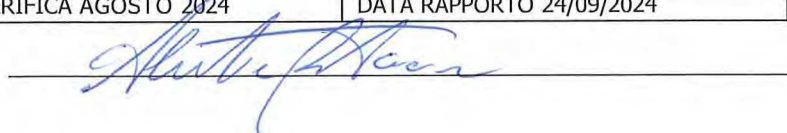
| | | | | | | | | |
|-------------------------|-----------------------|----------|---------------------|--|----------------------|--|--------------|----------|
| TIPO DI VERIFICA | CERTIFICAZIONE | X | SORVEGLIANZA | | RIVALUTAZIONE | | ALTRO | X |
|-------------------------|-----------------------|----------|---------------------|--|----------------------|--|--------------|----------|

| | SI | NO | N.A. |
|---|----|----|------|
| SONO STATE RISCONTRATE DELLE NON CONFORMITA' NELL'ESPLETAMENTO DELLE ATTIVITA' CONTROLLATE? | | X | |
| LE NON CONFORMITA'/RILIEVI RISCONTRATI NELLE PRECEDENTI ATTIVITA' SONO STATE EFFICACEMENTE RISOLTE? | | | |
| SONO INTERVENUTI CAMBIAMENTI NEI DATI ANAGRAFICI DELL'ORGANIZZAZIONE DALL'ULTIMA ATTIVITA'? (SE SI DETTAGLIARLI NEL MOD. 410) | | X | |
| SONO INTERVENUTI CAMBIAMENTI NEI DATI RIPORTATI NEL CERTIFICATO? (SE SI FORNIRE DETTAGLI NEL MOD. 410) | | X | |
| SONO STATI EFFETTUATI GLI AUDIT INTERNI E IL RIESAME DA PARTE DELLA DIREZIONE? | X | | |
| È STATA VERIFICATA LA GESTIONE DEI RECLAMI DEI CLIENTI? | | | |
| È STATO VERIFICATO L'UTILIZZO DEI LOGHI CSQ? | | | |
| SONO STATE VERIFICATE ATTIVITA' ESTERNE? SE SI, INDICARE TIPO E LUOGO. | | | X |

| GRUPPO DI VERIFICA ISPETTIVA | NOME | |  | NOTE |
|--|-------------|----------------|--|-------------|
| | 1 | Luca Vecchiato | | |
| | 2 | // | | |
| | 3 | // | | |
| È STATA FORNITA AL GVI INFORMATIVA RELATIVA AI RISCHI E MISURE DI EMERGENZA E PREVENZIONE? | | X | SONO STATI FORNITI AL GVI I DPI ADEGUATI PER SVOLGERE LA VISITA IN BASE AGLI SPECIFICI RISCHI INDIVIDUATI? | X |

| | | |
|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
| TEMPO IN AZIENDA (ORE) 4 | DATE VERIFICA AGOSTO 2024 | DATA RAPPORTO 24/09/2024 |
|--------------------------|---------------------------|--------------------------|

FIRMA RAPPRESENTANTE AZIENDALE



| | File CSQ | Att. N° X | NORMA |
|--|----------|-----------|-------|
| RAPPORTO DI VERIFICA DI ASSEVERAZIONE | 1 | 1 | // |

COMMENTI CONCLUSIVI

| | |
|-------------------|--|
| GENERALITÀ | IMQ attesta che i calcoli di risparmio energetico svolti da Edison relativamente all'utenza "Ospedale di Alzano" allacciata alla rete di teleriscaldamento di Alzano Lombardo sono conformi alla norma EN 15316:2008 "Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto" |
|-------------------|--|

| | |
|-----------------|--|
| ALLEGATI | |
|-----------------|--|

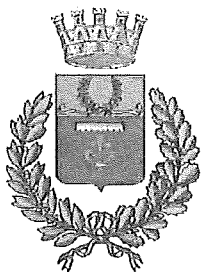
| | |
|--------------------------------------|--|
| RISERVE ESPRESSE DALL'AZIENDA | |
|--------------------------------------|--|

NOTA: il presente rapporto è da ritenersi confermato se non pervengono comunicazioni dalla struttura CSQ entro un mese

FIRMA RESPONSABILE GVI

FIRMA RAPPRESENTANTE AZIENDALE



**VALUTAZIONE RISPARMIO DI ENERGIA PRIMARIA NON
RINNOVABILE PER ALLACCIAMENTO NUOVE UTENZE A
RETE DI TELERISCALDAMENTO DEL COMUNE DI
ALZANO LOMBARDO (BG)**

COMUNE DI ALZANO LOMBARDO



Proponente



Data

Marzo 2024

1. Determinazione risparmio energetico per utenza Ospedale

Elaborato

Relazione di calcolo

Committente



Edison Next Teleriscaldamento Srl
Via della Magnina, 1 - 12100 Cuneo

Timbro proponente

Timbro tecnico



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI CUNEO

A1572 Dott. Ing. Andrea Degiovanni



PREMESSA

La presente relazione è mirata alla consuntivazione del risparmio di energia primaria non rinnovabile conseguito dalle utenze termiche a seguito di allacciamento alla rete di teleriscaldamento urbano di Alzano Lombardo, attualmente alimentata da gruppo cogenerativo.

Trattasi nello specifico dell'utenza dell'Ospedale "Pesenti Fenaroli" di Alzano Lombardo (BG).

Le valutazioni eseguite sono elaborate in riferimento alla norma UNI EN 15316 "Prestazione energetica degli edifici - Metodo per il calcolo delle richieste di energia e delle efficienze del sistema", che definisce la determinazione degli indicatori di energia dei sistemi energetici distrettuali quali il teleriscaldamento.

La modalità di valutazione è quella utilizzata per la predisposizione della documentazione di progetto ai fini dell'attivazione del Partenariato Pubblico Privato concernente la gestione della rete di teleriscaldamento del comune di Alzano Lombardo.

Nel documento sono illustrate le condizioni di progetto e le rendicontazioni a consuntivo sulla base dei dati di esercizio dell'impianto per l'anno 2022 e 2023.

1. RIFERIMENTI NORMATIVI

L'analisi in oggetto è eseguita prendendo a riferimento le seguenti Norme:

- **UNI EN 15316-4-5:2018** – Prestazione energetica degli edifici - Metodo per il calcolo delle richieste di energia e delle efficienze del sistema - Parte 4-5: Teleriscaldamento e teleraffrescamento.
- **UNI CEN/TR 15316-6-8** – Prestazione energetica degli edifici – Metodo per il calcolo delle richieste di energia e delle efficienze del sistema – Parte 6-8: Spiegazione e motivazione della EN 15316-4-5 (Teleriscaldamento e teleraffreddamento)



2. SCENARIO ENERGETICO PREVISIONALE DI RIFERIMENTO

In sede previsionale per il sistema di Teleriscaldamento sono stati assunti i seguenti parametri

- fabbisogno energetico totale delle utenze pari a circa 9.740 MWh, al netto delle dispersioni di rete
- dispersioni termiche della rete interrata pari a circa 2.140 MWh/anno;
- fabbisogno termico complessivo della rete di circa 11.880 MWh/anno.
- consumo gas naturale nell'impianto di cogenerazione: 2.514.173 mc/anno
- energia elettrica prodotta: 9.649,33 MWh
- energia elettrica immessa in rete: 9.454,53 MWh

Per l'utenza Ospedale sono stati presi a riferimento i consumi di gas del periodo immediatamente precedente all'avvio del progetto (aprile 2018- marzo 2019)

| Periodo | Gas metano consumato Smc |
|-------------------------|-------------------------------------|
| apr-18 | 35.058 |
| mag-18 | 21.296 |
| giu-18 | 15.083 |
| lug-18 | 11.621 |
| ago-18 | 11.090 |
| set-18 | 15.140 |
| ott-18 | 33.322 |
| nov-18 | 56.011 |
| dic-18 | 79.836 |
| gen-19 | 78.123 |
| feb-19 | 59.369 |
| mar-19 | 50.092 |
| Totale 2018-2019 | 466.041 |

Assumendo un potere calorifico di riferimento di 9,59 kWh/Smc, il consumo di energia primaria dell'Ospedale è stato stimato pari a 4.469,33 GWh/anno

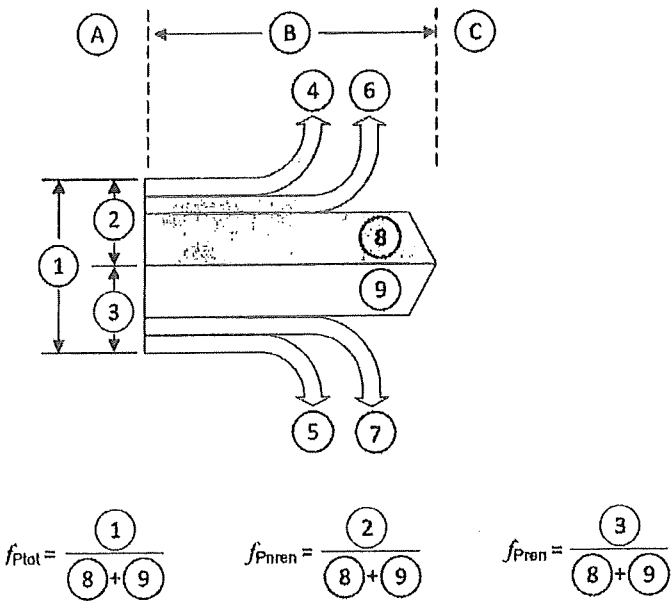


Elaborato
Relazione di calcolo

Ipotizzando un rendimento medio stagionale delle caldaie originariamente installate pari all'85%, il fabbisogno termico dell'utenza Ospedale per il periodo in esame è pari a 3.799 GWh/anno

Si procede al calcolo del risparmio di energia primaria non rinnovabile secondo le procedure della **UNI EN 15316-4-5:2018** e gli algoritmi previsti dalla **UNI CEN/TR 15316-6-8**.

Schema di flusso di energia per la determinazione dei fattori di conversione



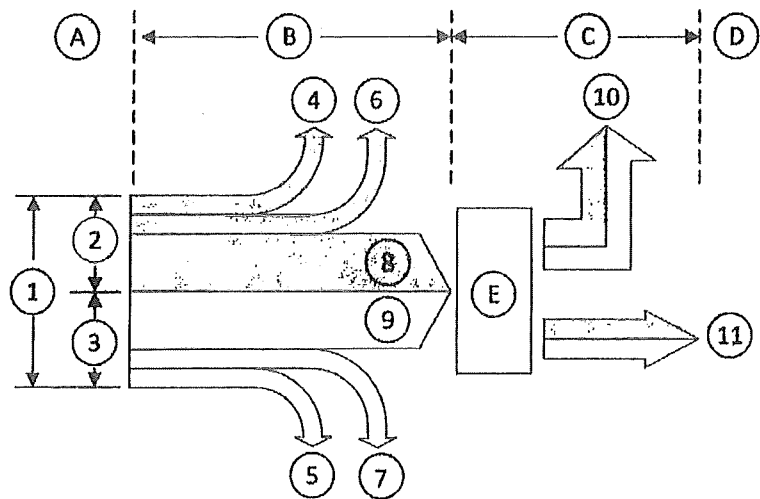
$f_{Ptot} = f_{Pnren} + f_{Pren}$

| Key | | | | |
|-----|----------------------------------|---|--|------------------|
| A | energy source in nature | 1 | total primary energy | E_{Ptot} |
| B | upstream chain of energy supply | 2 | non-renewable primary energy | E_{Pnren} |
| C | consumer area, point of delivery | 3 | renewable primary energy | E_{Pren} |
| | | 4 | non-renewable infrastructure embedded energy | $E_{nren,infra}$ |
| | | 5 | renewable infrastructure embedded energy | $E_{nren,infra}$ |
| | | 6 | non-renewable energy to extract, refine, convert and transport | $E_{nren,upstr}$ |
| | | 7 | renewable energy to extract, refine, convert and transport | $E_{nren,upstr}$ |
| | | 8 | delivered non-renewable energy | $E_{nren,del}$ |
| | | 9 | delivered renewable energy | $E_{nren,del}$ |



Elaborato
Relazione di calcolo

Schema di flusso dell'energia per sistemi di cogenerazione



| Key | | |
|-----|----------------------------------|--|
| A | energy source in nature | E_{ptot} |
| B | upstream chain of energy supply | E_{pren} |
| C | multi-output system | E_{pren} |
| D | consumer area, point of delivery | $E_{nren,infra}$ |
| E | multi-output generation device | $E_{nren,infra}$ |
| | 1 | total primary energy |
| | 2 | non-renewable primary energy |
| | 3 | renewable primary energy |
| | 4 | non-renewable infrastructure embedded energy |
| | 5 | renewable infrastructure embedded energy |
| | 6 | non-renewable energy to extract, refine, convert and transport |
| | 7 | renewable energy to extract, refine, convert and transport |
| | 8 | delivered non-renewable energy |
| | 9 | delivered renewable energy |
| | 10 | output 1 |
| | 11 | delivered energy output 2 |



Elaborato
Relazione di calcolo

UNI EN 15316-4-5:2018 - parametri di riferimento per sistemi di cogenerazione

Table A.2 — input data and resulting default values for chp systems (see Clause 7.2)

| | fossil fuel | | | bio fuel | | |
|-------------------|-------------|--------|---------|----------|--------|---------|
| | solid | liquid | gaseous | solid | liquid | gaseous |
| $f_{CO2;el;exp}$ | 480 | | | | | |
| $f_{CO2;cr}$ | 360 | 290 | 220 | 40 | 70 | 100 |
| $f_{Ptot;el;exp}$ | 2,5 | | | | | |
| $f_{Pren;el;exp}$ | 2,5 | | | | | |
| $f_{Pren;el;exp}$ | 0 | | | | | |
| $f_{Ptot;cr}$ | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,2 | 1,5 | 1,4 |
| $f_{Pren;cr}$ | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 0,2 | 0,5 | 0,4 |
| $f_{Pren;cr}$ | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| σ | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,2 | 0,7 | 0,7 |
| $\eta_{chp;tot}$ | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 0,8 |
| η_{hn} | 0,87 | | | | | |
| β_{hn} | 0,01 | | | | | |
| $f_{Ptot;chp;T}$ | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 1,8 | 1,7 | 1,4 |
| $f_{Pren;chp;T}$ | 0,8 | 0,7 | 0,7 | -0,2 | -0,8 | -1,0 |
| $f_{Pren;chp;T}$ | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2,0 | 2,4 | 2,4 |
| $f_{CO2;chp;T}$ | 502 | 328 | 157 | -26 | -210 | -136 |

In particolare, per i sistemi di teleriscaldamento alimentati da centrali di cogenerazione, la UNI EN 15316-4-5:2018 definisce il seguente algoritmo di calcolo per il calcolo del fattore di conversione in energia primaria non rinnovabile:

| Description | Symbol | Unit | Formula ref | Formula |
|---|---------------|------|-------------|--|
| non-renewable primary energy factor of district heating | $f_{Pren,dh}$ | – | (2) | $f_{we} = \frac{\sum_{cr} E_{in;cr} \cdot f_{we;cr} - E_{exp} \cdot f_{we;exp}}{\sum E_{del}}$ |

Dove:

- $E_{in;cr}$ = Energia combustibile in ingresso al sistema di cogenerazione



- E_{exp} = Energia elettrica esportata sulla rete di distribuzione
- $f_{we,cr}$ = fattore estrapolato da tabella A.2 (combustibile fossile gassoso)
- $f_{we,exp}$ = fattore estrapolato da tabella A.2 (energia elettrica di matrice non rinnovabile esportata in rete)
- E_{del} = Energia termica erogata alle utenze finali del teleriscaldamento

Nel caso specifico dell'impianto di teleriscaldamento di Alzano Lombardo:

- $E_{in,cr} = 2.514.173 \text{ Nmc} * 9,59 \text{ kWh/Nmc} * 10^{-3} = 24.111 \text{ MWh}$
- $E_{exp} = 9.454 \text{ MWh}$
- $f_{we,cr} = 1,1$
- $f_{we,exp} = 2,5$
- $E_{del} = 9.740 \text{ MWh}$

Si ottiene quindi:

$$f_{p,nren} = 0,296$$

Si determina quindi il consumo virtuale di energia primaria non rinnovabile dell'Ospedale nella configurazione alimentato alla rete di teleriscaldamento in oggetto:

$$E_{nren} = 0,296 * 3.799 \text{ MWh} = 1.124,50 \text{ MWh}$$

E' possibile quindi determinare il risparmio di energia non rinnovabile conseguibile attraverso l'allacciamento alla rete di teleriscaldamento:

$$\text{RIDUZIONE ENERGIA PRIMARIA NON RIVNNOVABILE} = 4.469 - 1.124,5 = 3.344,5 \text{ MWh}$$

Applicando il fattore di conversione dell'energia termica in tep (0,086 tep/MWh):

$$\text{RIDUZIONE ENERGIA PRIMARIA NON RIVNNOVABILE} = 287,63 \text{ tep}$$



3. CONSUNTIVAZIONE ANNO 2022

Per l'anno 2022 i dati di esercizio dell'impianto sono risultati i seguenti.

- fabbisogno energetico totale delle utenze pari a 5.901,05 MWh, al netto delle perdite della rete di distribuzione
- dispersioni termiche della rete interrata pari a 1.598,31 MWh;
- fabbisogno termico complessivo della rete di 7.499,36 MWh.
- consumo gas naturale nell'impianto di cogenerazione: 1.808.977 Smc
- energia elettrica prodotta: 7.754,069 MWh
- energia elettrica immessa in rete: 7.505,970 MWh

Per il funzionamento della centrale termica, oltre all'energia elettrica autoprodotta dall'impianto di cogenerazione, è stato necessario prelevare dalla rete elettrica un quantitativo di energia pari a 75,991 MWh, pertanto – dal bilancio tra immissione effettiva e prelievi - l'energia elettrica netta immessa in rete risulta: 7.429,979 MWh.

Oltre all'impianto di cogenerazione, nel 2022 è entrata in funzione in alcuni momenti anche la caldaia a gas, con un consumo complessivo pari a 47.699 Smc.

Il PCI medio effettivo del gas, desumibile dai verbali del distributore locale, è stato pari a 9,88 kWh/Smc.

Applicando la metodologia di cui al paragrafo 2 si ottiene.

- $E_{in,cr} = (1.808.977 + 47.699) \text{ Smc} * 9,88 \text{ kWh/Smc} * 10^{-3} = 18.343,92 \text{ MWh}$
- $E_{exp} = (7.505,970 - 75,991) = 7.429,979 \text{ MWh}$
- $f_{we,cr} = 1,1$
- $f_{we,exp} = 2,5$
- $E_{del} = 5.901,05 \text{ MWh}$

Da cui si calcola:

**VALUTAZIONE RISPARMIO DI ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE PER
ALLACCIAMENTO NUOVE UTENZE A RETE DI TELERISCALDAMENTO DEL
COMUNE DI ALZANO LOMBARDO (BG)**



Elaborato
Relazione di calcolo

$$f_{p,nren} = 0,272$$

Il consumo dell'utenza Ospedale rilevato nel 2022 dai 2 contatori di misura di energia termica è pari a complessivi 2.483,28 MWh.

Ipotizzando un rendimento medio stagionale delle caldaie originariamente installate pari all'85%, il fabbisogno di energia primaria per il periodo in esame è pari a 2.921,51 MWh.

Si determina quindi il consumo di energia primaria non rinnovabile dell'Ospedale:

$$E_{nren} = 0,272 * 2.483,28 \text{ MWh} = 674,73 \text{ MWh}$$

$$\text{RIDUZIONE ENERGIA PRIMARIA NON RIVNNOVABILE} = 2.921,51 - 674,73 = 2.246,77 \text{ MWh}$$

Applicando il fattore di conversione dell'energia termica in tep (0,086 tep/MWh):

$$\text{RIDUZIONE ENERGIA PRIMARIA NON RIVNNOVABILE} = 193,1 \text{ tep}$$



4. CONSUNTIVAZIONE ANNO 2023

Per l'anno 2023 i dati di esercizio dell'impianto sono i seguenti.

- fabbisogno energetico totale delle utenze pari a 7.667,96 MWh, al netto delle perdite della rete di distribuzione
- dispersioni termiche della rete interrata pari a 1.706,25 GWh;
- fabbisogno termico complessivo della rete di 9.374,21 GWh.
- consumo gas naturale nell'impianto di cogenerazione: 2.046.923 Smc
- energia elettrica prodotta: 8.895,95 MWh
- energia elettrica immessa in rete: 8.596,71 MWh

Per il funzionamento della centrale termica, oltre all'energia elettrica autoprodotta dall'impianto di cogenerazione, è stato necessario prelevare dalla rete elettrica un quantitativo di energia pari a 60,181 MWh, pertanto – dal bilancio tra immissione effettiva e prelievi - l'energia elettrica netta immessa in rete risulta: 8.536,163 MWh.

Oltre all'impianto di cogenerazione, nel 2023 è entrata in funzione in alcuni momenti anche la caldaia a gas, con un consumo complessivo pari a 95.846 Smc.

Il PCI medio effettivo del gas, desumibile dai verbali del distributore locale, è stato pari a 9,923 kWh /Smc

Applicando la metodologia di cui al paragrafo 2 si ottiene.

- $E_{in,cr} = (2.046.923 + 95.846) \text{ Smc} * 9,923 \text{ kWh/Smc} * 10^{-3} = 21.262,69 \text{ MWh}$
- $E_{exp} = (8.596,71 - 60,181) = 8.536,163 \text{ MWh}$
- $f_{ve,cr} = 1,1$
- $f_{ve,exp} = 2,5$
- $E_{del} = 7.667,96 \text{ MWh}$

Da cui si calcola:

$$f_{p,nren} = 0,267$$

C1 Confidential

Revisione
01

Data
Marzo 2024

Pagina
10 di 11



Il consumo dell'utenza Ospedale rilevato nel 2023 dai 2 contatori di misura di energia termica è pari a complessivi 3.723,18 MWh.

Ipotizzando un rendimento medio stagionale delle caldaie originariamente installate pari all'85%, il fabbisogno di energia primaria per il periodo in esame è pari a 4.380,21 MWh.

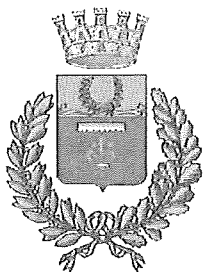
Si determina quindi il consumo di energia primaria non rinnovabile dell'Ospedale:

$$E_{\text{ren}} = 0,267 * 3.723,18 \text{ MWh} = 994,90 \text{ MWh}$$

RIDUZIONE ENERGIA PRIMARIA NON RIVNNOVABILE = 4.380,21– 994,90 = 3.385,31 MWh

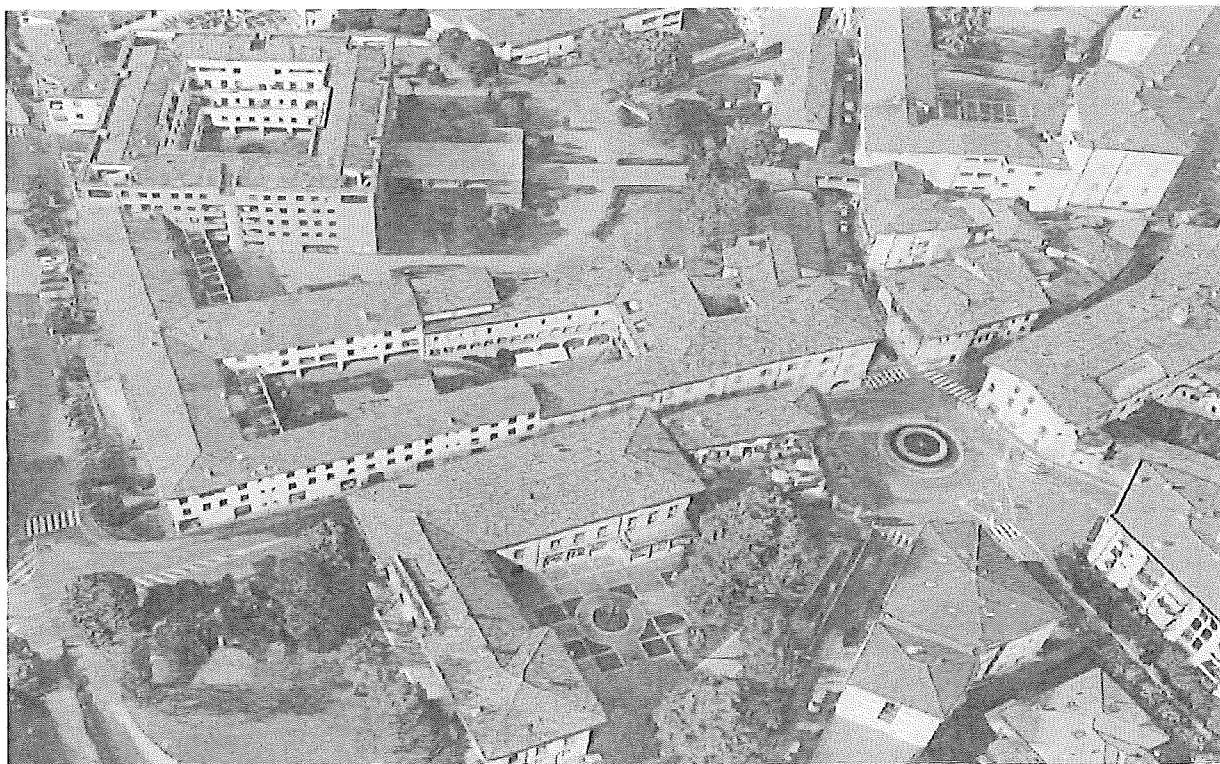
Applicando il fattore di conversione dell'energia termica in tep (0,086 tep/MWh):

RIDUZIONE ENERGIA PRIMARIA NON RIVNNOVABILE = 291,14 tep



VALUTAZIONE RISPARMIO DI ENERGIA PRIMARIA NON
RINNOVABILE PER ALLACCIAMENTO NUOVE UTENZE A
RETE DI TELERISCALDAMENTO DEL COMUNE DI
ALZANO LOMBARDO (BG)

COMUNE DI ALZANO LOMBARDO



Proponente



Data

Marzo 2024

1. Determinazione del fattore di consumo energia primaria

Elaborato

Relazione di calcolo

Committente



Edison Next Teleriscaldamento Srl
Via della Magnina, 1 - 12100 Cuneo

Timbro proponente

Timbro tecnico



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI CUNEO

A1572

Pett. Ing. Andrea Degiovanni



PREMESSA

La presente relazione è mirata alla consuntivazione del risparmio di energia primaria non rinnovabile conseguito dalle utenze termiche a seguito di allacciamento alla rete di teleriscaldamento urbano di Alzano Lombardo, attualmente alimentata da gruppo cogenerativo.

Le valutazioni eseguite sono elaborate in riferimento alla norma UNI EN 15316 “Prestazione energetica degli edifici - Metodo per il calcolo delle richieste di energia e delle efficienze del sistema” che definisce la determinazione degli indicatori di energia dei sistemi energetici distrettuali quali il teleriscaldamento.

La modalità di valutazione è quella utilizzata per la predisposizione della documentazione di progetto ai fini dell’attivazione del Partenariato Pubblico Privato concernente la gestione della rete di teleriscaldamento del comune di Alzano Lombardo.

Nel documento sono illustrate le condizioni di progetto e le verifiche a consuntivo sulla base dei dati di esercizio dell’impianto per l’anno 2022 e 2023.

1. RIFERIMENTI NORMATIVI

L’analisi in oggetto è eseguita prendendo a riferimento le seguenti Norme:

- **UNI EN 15316-4-5:2018** – Prestazione energetica degli edifici - Metodo per il calcolo delle richieste di energia e delle efficienze del sistema - Parte 4-5: Teleriscaldamento e teleraffrescamento.
- **UNI CEN/TR 15316-6-8** – Prestazione energetica degli edifici – Metodo per il calcolo delle richieste di energia e delle efficienze del sistema – Parte 6-8: Spiegazione e motivazione della EN 15316-4-5 (Teleriscaldamento e teleraffreddamento)



2. SCENARIO ENERGETICO PREVISIONALE DI RIFERIMENTO

In sede previsionale per il sistema di Teleriscaldamento sono stati assunti i seguenti parametri

- fabbisogno energetico totale delle utenze pari a circa 9.740 MWh, al netto delle dispersioni di rete
- dispersioni termiche della rete interrata pari a circa 2.140 MWh/anno;
- fabbisogno termico complessivo della rete di circa 11.880 MWh/anno.
- consumo gas naturale nell'impianto di cogenerazione: 2.514.173 mc/anno
- energia elettrica prodotta: 9.649,33 MWh
- energia elettrica immessa in rete: 9.454,53 MWh

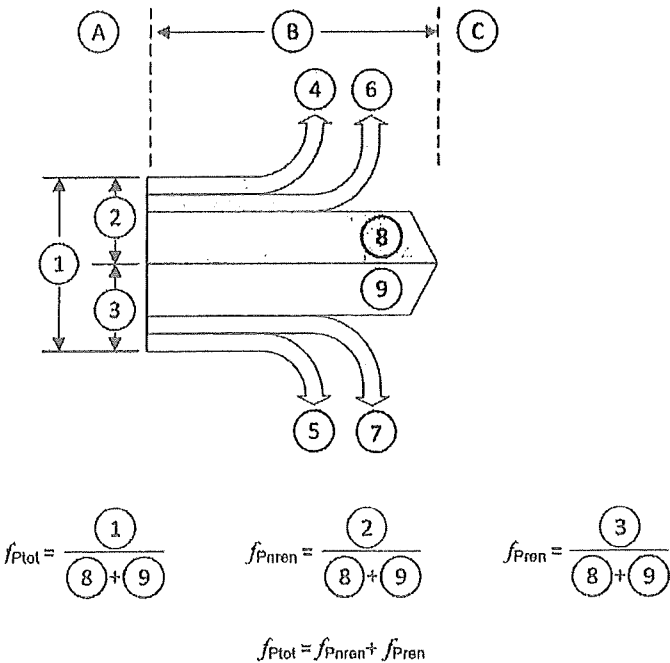
Ipotizzando un rendimento medio stagionale delle caldaie originariamente installate pari all'85%, il fabbisogno termico dell'utenza Ospedale per il periodo in esame è pari a 3.799 GWh/anno

Si procede al calcolo del risparmio di energia primaria non rinnovabile secondo le procedure della **UNI EN 15316-4-5:2018** e gli algoritmi previsti dalla **UNI CEN/TR 15316-6-8**.



Elaborato
Relazione di calcolo

Schema di flusso di energia per la determinazione dei fattori di conversione

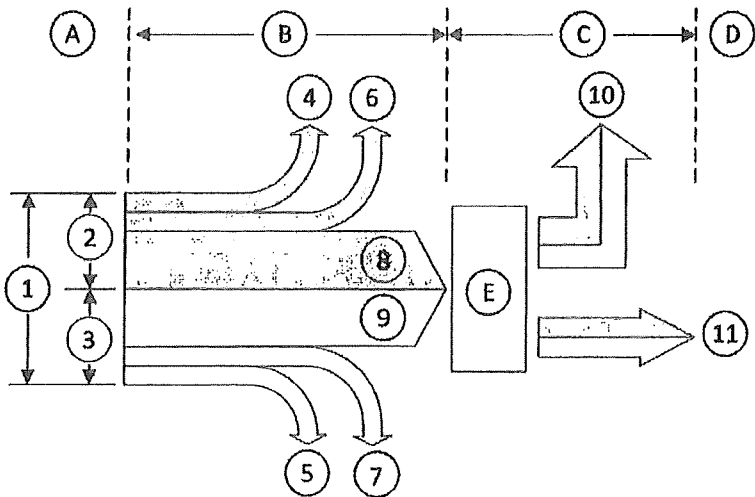


| Key | | |
|-----|----------------------------------|---|
| A | energy source in nature | 1 total primary energy E_{Ptot} |
| B | upstream chain of energy supply | 2 non-renewable primary energy E_{Pnren} |
| C | consumer area, point of delivery | 3 renewable primary energy E_{Pren} |
| | | 4 non-renewable infrastructure embedded energy $E_{nren,infra}$ |
| | | 5 renewable infrastructure embedded energy $E_{nren,infra}$ |
| | | 6 non-renewable energy to extract, refine, convert and transport $E_{nren,upstr}$ |
| | | 7 renewable energy to extract, refine, convert and transport $E_{nren,upstr}$ |
| | | 8 delivered non-renewable energy $E_{nren,del}$ |
| | | 9 delivered renewable energy $E_{nren,del}$ |



Elaborato
Relazione di calcolo

Schema di flusso dell'energia per sistemi di cogenerazione



| Key | | |
|-----|----------------------------------|--|
| A | energy source in nature | E_{Ptot} |
| B | upstream chain of energy supply | E_{Pnren} |
| C | multi-output system | E_{Pren} |
| D | consumer area, point of delivery | $E_{nren,infra}$ |
| E | multi-output generation device | $E_{nren,infra}$ |
| | 1 | total primary energy |
| | 2 | non-renewable primary energy |
| | 3 | renewable primary energy |
| | 4 | non-renewable infrastructure embedded energy |
| | 5 | renewable infrastructure embedded energy |
| | 6 | non-renewable energy to extract, refine, convert and transport |
| | 7 | renewable energy to extract, refine, convert and transport |
| | 8 | delivered non-renewable energy |
| | 9 | delivered renewable energy |
| | 10 | output 1 |
| | 11 | delivered energy output 2 |



Elaborato
Relazione di calcolo

UNI EN 15316-4-5:2018 - parametri di riferimento per sistemi di cogenerazione

Table A.2 — input data and resulting default values for chp systems (see Clause 7.2)

| | fossil fuel | | | bio fuel | | |
|-------------------|-------------|--------|---------|----------|--------|---------|
| | solid | liquid | gaseous | solid | liquid | gaseous |
| $f_{CO2;el;exp}$ | 480 | | | | | |
| $f_{CO2;cr}$ | 360 | 290 | 220 | 40 | 70 | 100 |
| $f_{Ptot;el;exp}$ | 2,5 | | | | | |
| $f_{Pren;el;exp}$ | 2,5 | | | | | |
| $f_{Pren;el;exp}$ | 0 | | | | | |
| $f_{Ptot;cr}$ | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,2 | 1,5 | 1,4 |
| $f_{Pren;cr}$ | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 0,2 | 0,5 | 0,4 |
| $f_{Pren;cr}$ | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| σ | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,2 | 0,7 | 0,7 |
| $\eta_{chp;tot}$ | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 0,8 |
| η_{hn} | 0,87 | | | | | |
| β_{hn} | 0,01 | | | | | |
| $f_{Ptot;chp;T}$ | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 1,8 | 1,7 | 1,4 |
| $f_{Pren;chp;T}$ | 0,8 | 0,7 | 0,7 | -0,2 | -0,8 | -1,0 |
| $f_{Pren;chp;T}$ | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2,0 | 2,4 | 2,4 |
| $f_{CO2;chp;T}$ | 502 | 328 | 157 | -26 | -210 | -136 |

In particolare, per i sistemi di teleriscaldamento alimentati da centrali di cogenerazione, la UNI EN 15316-4-5:2018 definisce il seguente algoritmo di calcolo per il calcolo del fattore di conversione in energia primaria non rinnovabile:

| Description | Symbol | Unit | Formula ref | Formula |
|---|---------------|------|-------------|--|
| non-renewable primary energy factor of district heating | $f_{Pren,dh}$ | — | (2) | $f_{we} = \frac{\sum_{cr} E_{in;cr} \cdot f_{we;cr} - E_{exp} \cdot f_{we;exp}}{\sum E_{del}}$ |

Dove:

- $E_{in;cr}$ = Energia combustibile in ingresso al sistema di cogenerazione



- E_{exp} = Energia elettrica esportata sulla rete di distribuzione
- $f_{ve,cr}$ = fattore estrapolato da tabella A.2 (combustibile fossile gassoso)
- $f_{ve,exp}$ = fattore estrapolato da tabella A.2 (energia elettrica di matrice non rinnovabile esportata in rete)
- E_{del} = Energia termica erogata alle utenze finali del teleriscaldamento

Nel caso specifico dell'impianto di teleriscaldamento di Alzano Lombardo:

- $E_{in,cr} = 2.514.173 \text{ Nmc} * 9,59 \text{ kWh/Nmc} * 10^{-3} = 24.111 \text{ MWh}$
- $E_{exp} = 9.454 \text{ MWh}$
- $f_{ve,cr} = 1,1$
- $f_{ve,exp} = 2,5$
- $E_{del} = 9.740 \text{ MWh}$

Si ottiene quindi:

$$f_{p,nren} = 0,296$$

Il consumo virtuale di energia primaria non rinnovabile dell'utenza nella configurazione alimentato alla rete di teleriscaldamento in oggetto sarà calcolato moltiplicando il fabbisogno di energia dell'utenza per il fattore sopra calcolato.

**VALUTAZIONE RISPARMIO DI ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE PER
ALLACCIAMENTO NUOVE UTENZE A RETE DI TELERISCALDAMENTO DEL
COMUNE DI ALZANO LOMBARDO (BG)**



Elaborato
Relazione di calcolo

3. CONSUNTIVAZIONE ANNO 2022

Per l'anno 2022 i dati di esercizio dell'impianto sono risultati i seguenti.

- fabbisogno energetico totale delle utenze pari a 5.901,05 MWh, al netto delle perdite della rete di distribuzione
- dispersioni termiche della rete interrata pari a 1.598,31 MWh;
- fabbisogno termico complessivo della rete di 7.499,36 MWh.
- consumo gas naturale nell'impianto di cogenerazione: 1.808.977 Smc
- energia elettrica prodotta: 7.754,069 MWh
- energia elettrica immessa in rete: 7.505,970 MWh

Per il funzionamento della centrale termica, oltre all'energia elettrica autoprodotta dall'impianto di cogenerazione, è stato necessario prelevare dalla rete elettrica un quantitativo di energia pari a 75,991 MWh, pertanto – dal bilancio tra immissione effettiva e prelievi - l'energia elettrica netta immessa in rete risulta: 7.429,979 MWh.

Oltre all'impianto di cogenerazione, nel 2022 è entrata in funzione in alcuni momenti anche la caldaia a gas, con un consumo complessivo pari a 47.699 Smc.

Il PCI medio effettivo del gas, desumibile dai verbali del distributore locale, è stato pari a 9,88 kWh/Smc.

Applicando la metodologia di cui al paragrafo 2 si ottiene.

- $E_{in;cr} = (1.808.977 + 47.699) \text{ Smc} * 9,88 \text{ kWh/Smc} * 10^{-3} = 18.343,92 \text{ MWh}$
- $E_{exp} = (7.505,970 - 75,991) = 7.429,979 \text{ MWh}$
- $f_{we,cr} = 1,1$
- $f_{we,exp} = 2,5$
- $E_{del} = 5.901,05 \text{ MWh}$

Da cui si calcola:

$$f_{p,nren} = 0,272$$

C1 Confidential

Revisione
01

Data
Marzo 2024

Pagina
8 di 9



4. CONSUNTIVAZIONE ANNO 2023

Per l'anno 2023 i dati di esercizio dell'impianto sono i seguenti.

- fabbisogno energetico totale delle utenze pari a 7.667,96 MWh, al netto delle perdite della rete di distribuzione
- dispersioni termiche della rete interrata pari a 1.706,25 GWh;
- fabbisogno termico complessivo della rete di 9.374,21 GWh.
- consumo gas naturale nell'impianto di cogenerazione: 2.046.923 Smc
- energia elettrica prodotta: 8.895,95 MWh
- energia elettrica immessa in rete: 8.596,71 MWh

Per il funzionamento della centrale termica, oltre all'energia elettrica autoprodotta dall'impianto di cogenerazione, è stato necessario prelevare dalla rete elettrica un quantitativo di energia pari a 60,181 MWh, pertanto – dal bilancio tra immissione effettiva e prelievi - l'energia elettrica netta immessa in rete risulta: 8.536,163 MWh.

Oltre all'impianto di cogenerazione, nel 2023 è entrata in funzione in alcuni momenti anche la caldaia a gas, con un consumo complessivo pari a 95.846 Smc.

Il PCI medio effettivo del gas, desumibile dai verbali del distributore locale, è stato pari a 9,923 kWh /Smc

Applicando la metodologia di cui al paragrafo 2 si ottiene.

- $E_{in,cr} = (2.046.923 + 95.846) \text{ Smc} * 9,923 \text{ kWh/Smc} * 10^{-3} = 21.262,69 \text{ MWh}$
- $E_{exp} = (8.596,71 - 60,181) = 8.536,163 \text{ MWh}$
- $f_{ve,cr} = 1,1$
- $f_{ve,exp} = 2,5$
- $E_{del} = 7.667,96 \text{ MWh}$

Da cui si calcola:

$$f_{p,nren} = 0,267$$

C1 Confidential

Revisione
01

Data
Marzo 2024

Pagina
9 di 9

