

9. PARCO AUTOSUFFICIENTE E FONTE ENERGETICA

Dal punto di vista energetico si prevede che il Centroparco oltre ad essere autosufficiente, sia anche fonte di **energia per i nuovi insediamenti residenziali** limitrofi.

Le fonti di energia disponibile sono nell'ordine, sia per quantità, che per livello di costo, le seguenti:

- **energia dell'acqua del lago** da utilizzare come fonte di energia termica o frigorifera per gruppi refrigeratori che funzionano anche in pompa di calore;
- **energia da biomassa** che utilizza sia biomassa del parco che biomassa raccolta dagli altri giardini privati o pubblici;
- **energia da pannelli fotovoltaici** previsti su alcuni edifici o sui "petali" del Fiore d'acqua.

Delle fonti energetiche elencate quella dell'acqua è sicuramente la più importante ed utilizzabile anche per soddisfare i fabbisogni energetici degli insediamenti limitrofi.

Energia termica annua= **MWht/a** (megawattora termici annui)

Energia frigorifera annua= **MWhf/a** (megawattora frigoriferi annui)

Energia elettrica annua= **MWhe/a** (megawattora elettrici annui)

IL RISPARMIO DI ENERGIA TERMOFRIGORIFERA

Al fine di rendere ancora più sostenibile l'area è necessario prevedere una serie di interventi a livello costruttivo sia edilizio che impiantistico atti a **risparmiare energia**.

L'obiettivo primo che ci si può dare è quello di ridurre di almeno il **50% rispetto ai limiti di Legge** ed agli standard attuali l'energia necessaria per il riscaldamento, il condizionamento e la produzione di acqua calda sanitaria.

L'obiettivo è sicuramente perseguibile per gli edifici del Centroparco ma è perseguibile anche per gli edifici residenziali da realizzare, per i quali potrà essere emessa una certificazione energetica con criteri simili a quella di Casa Clima.

Per formulare i calcoli di risparmio energetico, sono state avanzate delle ipotesi sui nuovi volumi insediati:

funzioni del parco: 16.000 m³

nuovi insediamenti residenziali: 300.000 m³

Le potenze e le energie/anno necessarie rispettando i limiti di Legge sono rispettivamente

	VOLUME	POTENZA TERMICA PER RISCALDAMENTO	POTENZA TERMICA PER ACQUA CALDA	POTENZA FRIGORIFERA PER CONDIZIONAMENTO
	m ³	kWt	kWt	kWf
FUNZIONI DEL PARCO	16.000	300	200	450
RESIDENZIALE	300.000	4.500	3.000	6.000
	VOLUME	ENERGIA TERMICA PER RISCALDAMENTO	ENERGIA TERMICA PER ACQUA CALDA	ENERGIA FRIGORIFERA PER CONDIZIONAMENTO
	m ³	MWh/a	MWh/a	MWh/a
FUNZIONI DEL PARCO	16.000	450	250	450
RESIDENZIALE	300.000	7000	5000	3500

Per le funzioni del parco, prevedendo di conseguire l'obiettivo di un risparmio di energia del 50% si ottengono i seguenti consumi:

		ENERGIA TERMICA	ENERGIA TERMICA	ENERGIA FRIGORIFERA
	VOLUME	PER RISCALDAMENTO	PER ACQUA CALDA	PER CONDIZIONAMENTO
	m ³	MWh/a	MWh/a	MWh/a
FUNZIONI DEL PARCO	16.000	225	125	225

Per raggiungere gli obiettivi della riduzione del 50% dei consumi, si dovranno realizzare le seguenti condizioni:

- **ottimizzazione** dell'orientamento degli edifici
- ottimizzazione del rapporto superfici opache/trasparenti.
- spessori di isolamento delle pareti circa il doppio rispetto a quanto richiesto dal d. Lgs 192/2005.
- trasmittanze dei serramenti pari a circa la metà di quanto previsto dal decreto d. Lgs 192/2005.
- recuperatori ad alta efficienza sull'aria espulsa.
- recuperatori di calore sulle acque di scarico bianche.
- possibilità di utilizzare il freecooling.
- riscaldamento a bassa temperatura ad esempio con pannelli radianti o travi fredde / calde.
- pompe di calore acqua-acqua ad elevato COP ed a recupero di calore.
- pompe di calore per l'acqua sanitaria.

Le potenze necessarie, a causa dei picchi di carico non possono essere il 50% ma sono un po' maggiori (circa il 70%)

		POTENZA TERMICA	POTENZA TERMICA	POTENZA FRIGORIFERA
	VOLUME	PER RISCALDAMENTO	PER ACQUA CALDA	PER CONDIZIONAMENTO
	m ³	kWt	kWt	kWf
FUNZIONI DEL PARCO	16.000	210	140	360

LE ENERGIE RINNOVABILI DISPONIBILI

Raggiunto l'obiettivo di avere minimizzato le potenze e le energie necessarie, si devono prevedere sistemi che consentono il **minimo consumo di energia primaria** ottimizzando la scelta anche dal punto di vista economico.

Analizziamo le disponibilità:

Legna da ardere

Superficie: 17 ha + 3 ha=20 ha

Produzione specifica : 14 t / ha x a

Produzione annua: 280 t/a

Potere calorifico medio: 3 kWh/kg

Energia bruciata: 840.000 kWh/a

Rendimento del sistema: $\eta = 0,75$

Energia utile: 630.000 kWh/a utili

Dal punto di vista numerico questa energia è sufficiente per il riscaldamento degli ambienti e per l'acqua sanitaria del 90% delle funzioni del Centroparco nel caso in cui gli edifici siano progettati rispettando i limiti di legge. Nel caso di progetto con gli obiettivi di risparmio energetico del 50%, **l'energia da biomassa risulta essere il 180%** di quella richiesta per riscaldamento e acqua calda sanitaria delle funzioni del parco.

Esiste però il problema che la distanza tra la centrale a biomassa e i diversi edifici delle funzioni del parco è troppo elevata e quindi è diseconomico fornire le funzioni lontane laddove risulta più efficiente ed efficace fornire il calore solo alle funzioni del Giardino dell'energia e **"vendere" il calore** rimanente a parte dell'insediamento residenziale limitrofo.

Per le rimanenti funzioni per la produzione di acqua calda e di acqua fredda si prevede di utilizzare delle **pompe di calore** a recupero di calore che prelevano / cedono il calore all'acqua del lago.

Per la produzione di acqua calda sanitaria si prevede di utilizzare delle pompe di calore che sfruttino in parte il calore fornito dalle pompe di calore per il riscaldamento e la refrigerazione ed in parte il calore di recupero degli scarichi delle acque bianche.

Le funzioni del parco che potranno utilizzare le pompe di calore per il riscaldamento, acqua calda sanitaria e condizionamento (escludendo il Giardino dell'energia) corrispondono a circa 10.500 m³.

Se il COP medio delle pompe di calore (COP=rapporto fra energia termica erogata ed elettrica impiegata) è pari a 5, poiché d'inverno l'energia richiesta è di circa 350 MWht (di cui 225 x il riscaldamento e 125 x l'acqua sanitaria) significa che vengono prelevati dal lago $4/5 \times 350 = 280$ MWht (240.800.000 kcal)

D'estate l'energia da sottrarre agli ambienti è 225 MWht; parte di questi, circa 65 MWht, vanno utilizzati per il riscaldamento dell'acqua calda sanitaria; la parte rimanente circa 160 MWht (137.600.00 x Kcal) vengono ceduti all'acqua del lago.

L'impatto in termini di aumento / diminuzione di temperatura dell'acqua è trascurabile.

Infatti considerando che il bacino ha un volume di circa 10 milioni di m³ e che di questo volume possa essere utilizzato solo il 20% (2.000.000 m³) ne risulta in inverno **una riduzione di 0.12°C** (240.800.00 Kcal / 2.000.000.000 l) della temperatura del volume considerato.

D'estate la temperatura si innalza di 0.07 °C (137.600.000 kcal / 2.000.000.000 l) della temperatura del volume considerato.

La potenza elettrica necessaria per il condizionamento ed il riscaldamento dell'acqua calda sanitaria delle funzioni del parco è di circa 100 kWe. Utilizzando i pannelli fotovoltaici, a tale potenza di picco corrispondono circa 830 m² di superficie di pannelli che corrisponde a circa il 17% dell'SLP (circa 4.800 m²).

La potenza elettrica necessaria in inverno per il **riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria** è di circa 70 kWe (42 per riscaldamento e 28 per acqua sanitaria). Per tale potenza di picco saranno necessari 770 mq di superficie di pannelli. Tenendo conto che il d. Lgs 192 prevede di dedicare il 25% della superficie che costituisce l'impronta degli edifici ai pannelli solari, nell'ipotesi che gli edifici delle funzioni del parco siano realizzati su un solo piano, la superficie da dedicare ai pannelli fotovoltaici risulta di 1.200 m².

A tale superficie corrisponde una potenza elettrica di picco di 144 kWe ed una energia prodotta di 144 MWhe/a, il che consente di soddisfare i fabbisogni di energia elettrica per riscaldamento e per produrre l'acqua calda sanitaria e di avere anche una eccedenza di 18 MWhe/a.

Quanto sopra descritto dimostra **l'autosufficienza delle funzioni del parco** in termini energetici per il riscaldamento, condizionamento e produzione di acqua calda sanitaria.

RISPARMIO DI ENERGIA ELETTRICA

Nulla si è ancora detto dei fabbisogni in termini di energia elettrica per gli altri usi.

L'energia elettrica stimabile necessaria per le funzioni del parco e per l'illuminazione pubblica è dell'ordine di 600 MWhe/a.

Con una serie di dispositivi, sia per l'illuminazione pubblica che per l'illuminazione del parco, è possibile ipotizzare un **risparmio energetico del 20%** per cui l'energia elettrica necessaria risulta dall'ordine di 480MWhe/a.

Produrre con pannelli fotovoltaici tale quantità di energia elettrica risulterebbe oltremodo dispendioso in termini di investimento (4 M€); ma se al posto di produrre energia elettrica per il Centroparco si riuscisse a fare risparmiare energia elettrica alle utenze residenziali limitrofe, si otterrebbe un risultato netto positivo in termini energetici.

Per ottenere questo risultato bisogna utilizzare **l'energia contenuta nell'acqua del lago** analogamente a quanto già previsto per le funzioni del parco. Per chiarire il concetto di risparmio energetico consideriamo una SLP di 100.000 m² ed ipotizziamo di progettare gli edifici con lo stesso criterio di risparmio del 50% rispetto ai limiti di legge. Il consumo per riscaldamento sarà di 3.500 MWht/a e per l'acqua calda sanitaria sarà di 2.500 MWht/a per un totale di 6000 MWht/a; ipotizzando di utilizzare centrali termiche a gas, il consumo di gas risulta di circa 750.000 m³ /a ($6.000 \cdot 860.000 / (0,86 \cdot 8.250)$); considerando un costo di 0,7 €/m³ ne risulterebbe una spesa di 525.000 €/a.

Riscaldando con **pompe di calore aria-acqua** con COP = 2,5 si ottiene un consumo di energia elettrica di 2.400 Mwhe/a ($6000/2,5$) (tale consumo, in termini di energia primaria è equivalente a 6000 Mwht/a poiché il rendimento delle centrali termoelettriche è del 40%.)

Considerando un costo di 180€ / MWhe ne risulta una spesa di 432.000 € /a.

Utilizzando l'acqua del lago come sorgente energetica e quindi riscaldando con pompe di calore acqua-acqua ad alto rendimento con COP=5 si ottiene un consumo di energia elettrica di 1.200 MWhe/a ($6000/5$) e quindi un risparmio energetico di 1200 MWhe/a ed un risparmio economico di 216.000 €/a.

Analizzando le diverse possibilità ne risulta:

1) **Caldaie a gas:**

- consumo 750.000 m³ gas/a
- costo 525.000 €/a

2) **Pompe di calore aria acqua (COP =2,5)**

- consumo 2.400 MWhe/a di energia elettrica
- costo 432.000 €/a

3) **Pompe di calore acqua-acqua (COP = 5)**

- consumo 1.200 MWhe/a di energia elettrica
- costo 216.000 €/a

A tale costo può essere aggiunto un prezzo di **vendita dell'acqua** tale da portare il costo totale a 432.000 €/a. (Questo equivale a vendere, con l'acqua, i 1.200 MWhe/a di energia elettrica risparmiati). Poiché la portata

dell'acqua necessaria è dell'ordine di 300.000 m³/a ne consegue che il prezzo da far pagare per l'acqua per ottenere 216.000 €/a è di circa 0,72 €/m³

La questione del prezzo è ovviamente un esempio e va trattata nelle opportune sedi, mentre il risparmio di 1200 Mwhe/a è un risparmio effettivo di cui beneficia prima di tutto l'intera collettività e in secondo luogo in parte chi gestisce il Centroparco e in parte i residenti limitrofi.

Un ulteriore risparmio può essere considerato se si pensa di dare un **raffrescamento / condizionamento agli insediamenti residenziali**.

In tale caso, nell'ipotesi che l'energia frigorifera necessaria (sempre nell'ipotesi dell'obiettivo di risparmio del 50%) sia di 1750 Mwhf/a e che i COP frigoriferi siano pari a 2 nel caso di frigoriferi condensati ad aria e pari a 4 nel caso di frigoriferi condensati ad acqua, si ottengono consumi di energia elettrica rispettivamente di 875 Mwhe/a e 437 Mwhe/a con un risparmio energetico di ulteriori 437 Mwhe/a, ed un risparmio economico di circa 79.000 €/a.

Il risparmio totale di energia elettrica per riscaldamento, acqua calda sanitaria e condizionamento risulta quindi di 1637 Mwhe/a (1200 + 437).

RISPARMIO DI ENERGIA PRIMARIA

1.1 Le riduzioni dei consumi energetici

Abbiamo visto che:

a) Per le **funzioni del Centroparco** progettato rispettando i limiti di legge sarebbero necessari:

Per riscaldamento 450 Mwht/a = 46.300 l gasolio

Per acqua calda sanitaria 250 Mwht/a = 25.700 l gasolio

Per condizionamento 450 Mwht/a = 58.000 l gasolio

Per illuminazione 600 Mwht/a = 154.500 l gasolio

TOTALE 284.500 l gasolio

b) Per le funzioni del Centroparco progettate rispettando **l'obiettivo di risparmio del 50%** sarebbero necessari:

Per riscaldamento 225 Mwht/a = 23.150 l. gasolio

Per acqua calda sanitaria 125 Mwht/a = 12.850 l gasolio

Per condizionamento 225 Mwht/a = 29.000 l gasolio

Per illuminazione 480 Mwht/a = 123.600 l gasolio

TOTALE 188.600 l gasolio

c) **Per gli edifici residenziali** rispettando i limiti di legge sarebbero necessari:

Per riscaldamento 7000 Mwht/a = 720.200 l. gasolio

Per acqua calda sanitaria 5000 Mwht/a = 515.000 l gasolio

Per condizionamento 3500 Mwht/a = 450.600 l gasolio

TOTALE 1.686.600 l gasolio

d) Per gli edifici residenziali progettati **rispettando l'obiettivo di risparmio del 50%** sarebbero necessari:

Per riscaldamento 3500 Mwht/a = 360.500 l. gasolio

Per acqua calda sanitaria 2500 Mwht/a = 257.500 l gasolio

Per condizionamento 1750 Mwht/a = 225.300 l gasolio

TOTALE 843.300 l gasolio

Le prime considerazioni che si possono fare sono che, progettando sia le funzioni del parco che gli edifici residenziali con l'obiettivo della riduzione dei consumi energetici del 50% si ottengono i seguenti risultati:

FUNZIONI DEL PARCO

RIDUZIONE CONSUMI PER RISCALDAMENTO, ACS E
CONDIZIONAMENTO = 65.000 litri di gasolio

RIDUZIONI CONSUMI PER ILLUMINAZIONE = 30.900 litri di gasolio

EDIFICI RESIDENZIALI

RIDUZIONE CONSUMI PER RISCALDAMENTO, ACS E
CONDIZIONAMENTO = 843.300 litri di gasolio

TOTALE RIDUZIONE CONSUMI MEDIANTE UNA PROGETTAZIONE ATTENTA

Il risultato della riduzione dei consumi a seguito di una progettazione attenta al risparmio energetico risulta quindi di 939.200 litri di gasolio.

1.2 Il Fabbisogno annuo residuo

Funzioni del parco

Per riscaldamento 225 Mwht/a = 23.150 l gasolio = 45 Mwhe/a

Per acqua calda sanitaria 125 Mwht/a = 12.850 l gasolio = 25 Mwhe/a

Per condizionamento 225 Mwht/a = 29.000 l gasolio = 56 Mwhe/a

Per illuminazione 480 Mwhe/a = 123.600 l gasolio = 480 Mwhe/a

Per edifici residenziali

Per riscaldamento 3500 Mwht/a = 360.500 l gasolio

Per acqua calda sanitaria 2500 Mwht/a = 257.500 l gasolio

Per condizionamento 1750 Mwht/a = 225.300 l gasolio

Totale necessario

Per riscaldamento 3725 Mwht/a = 383.650 l gasolio

Per acqua calda sanitaria da ottobre a maggio

2000 Mwht/a = 206.000 l gasolio

Per acqua calda sanitaria estiva 625 Mwht/a = 64.350 l gasolio

Per condizionamento 1975 Mwht/a = 254.300 l gasolio

Per illuminazione pubblica 480 Mwht/a = 123.600 l gasolio

Utilizzando gruppi frigoriferi a recupero di calore si può considerare in prima approssimazione che **l'acqua calda estiva venga prodotta gratuitamente** quando funziona il condizionamento.

Per cui rimangono i seguenti fabbisogni riaggregati:

Per riscaldamento e acqua calda sanitaria inverno

5725 Mwht/a = 589.650 l gasolio

Per condizionamento 1975 Mwht/a = 254.300 l gasolio

Per illuminazione 480 Mwht/a = 123.600 l gasolio

1.3 Le energie disponibili

1.3.1 Per il riscaldamento

Poichè abbiamo a disposizione due tipi di energia per il riscaldamento, suddividiamo l'energia necessaria in due parti:

Energia per riscaldamento e acqua calda sanitaria che userà le biomasse pari a 630 Mwht/a utili = 740 Mwht/a bruciati = 76.200 l gasolio.

Energia per riscaldamento e acqua calda sanitaria che utilizzerà la pompa di calore ad alta efficienza al posto del gasolio pari a 4985 Mwht/a = 513.450 l gasolio (se si bruciasse gasolio per ottenere questa energia).

Producendo energia termica per riscaldamento e acqua calda sanitaria con pompa di calore ad alta efficienza (COP = 5) sono necessari 997 Mwht/a (al posto di 4985 Mwht/a) che, trasformati in litri di gasolio in una centrale termoelettrica, corrispondono a 256.700 l di gasolio.

La differenza, e quindi il risparmio, è di 256.700 l di gasolio che corrispondono al calore prelevato dall'acqua del lago.

1.3.2 Per il condizionamento

Per il condizionamento il confronto va fatto tra macchine con COP frigorifero = 2 per frigoriferi condensati ad aria, e macchine ad alta efficienza condensate ad acqua con COP frigorifero = 4.

Nel primo caso l'energia elettrica consumata risulterà pari a 987,5 Mwhe/a che corrispondono a 254.300 l gasolio.

Nel caso ottimale l'energia consumata è la metà (494 Mwhe/a) e quindi il consumo di gasolio equivalente è di 127.150 l gasolio **con un risparmio di 127.150 l gasolio che corrispondono al calore prelevato dal lago.**

1.3.3 Per l'illuminazione

Parte dell'energia per l'illuminazione 480 Mwhe/a viene fornita dalle celle fotovoltaiche per un totale di 144 Mwhe/a che corrispondono a 37.100 l di gasolio.

1.3.4 Equivalente di gasolio delle energie rinnovabili utilizzabili

L'equivalente di gasolio risparmiato è quindi:

Per **RISCALDAMENTO a biomassa** 76.200 l di gasolio (da biomassa);

Per **RISCALDAMENTO e ACS, con pompa di calore** 256.700 l di gasolio (dal lago);

Per **CONDIZIONAMENTO** 127.150 l di gasolio (dal lago);

Per **ILLUMINAZIONE** 37.100 l di gasolio (dalle celle fotovoltaiche)

TOTALE GASOLIO EQUIVALENTE RISPARMIATO = 497.200 l gasolio

1.3.5 Energia elettrica risparmiata

In termini di energia elettrica il consumo del parco, pari a 480 Mwhe/a, risulta di molto inferiore rispetto ai risparmi elettrici fatti conseguire utilizzando l'acqua del lago e le celle fotovoltaiche.

Infatti i risparmi di energia elettrica sono i seguenti:

Per **RISCALDAMENTO E ACQUA CALDA SANITARIA** 997 Mwhe/a (dal lago);

Per **CONDIZIONAMENTO** 494 Mwhe/a (dal lago);

Per **ILLUMINAZIONE** 144 Mwhe/a (dalle celle fotovoltaiche)

TOTALE ENERGIA ELETTRICA RISPARMIATA 1635 Mwhe/a = 426.700 l gasolio.

Si è così dimostrato che il consumo di energia elettrica del Centroparco (480 Mwhe/a + 126 Mwhe/a) è molto inferiore all'energia elettrica risparmiata 1635 Mwhe/a e quindi si può assolutamente affermare che il parco, oltre ad essere autosufficiente è anche **produttore di energia per gli edifici limitrofi.**

1.4 Il Risparmio Globale di energia

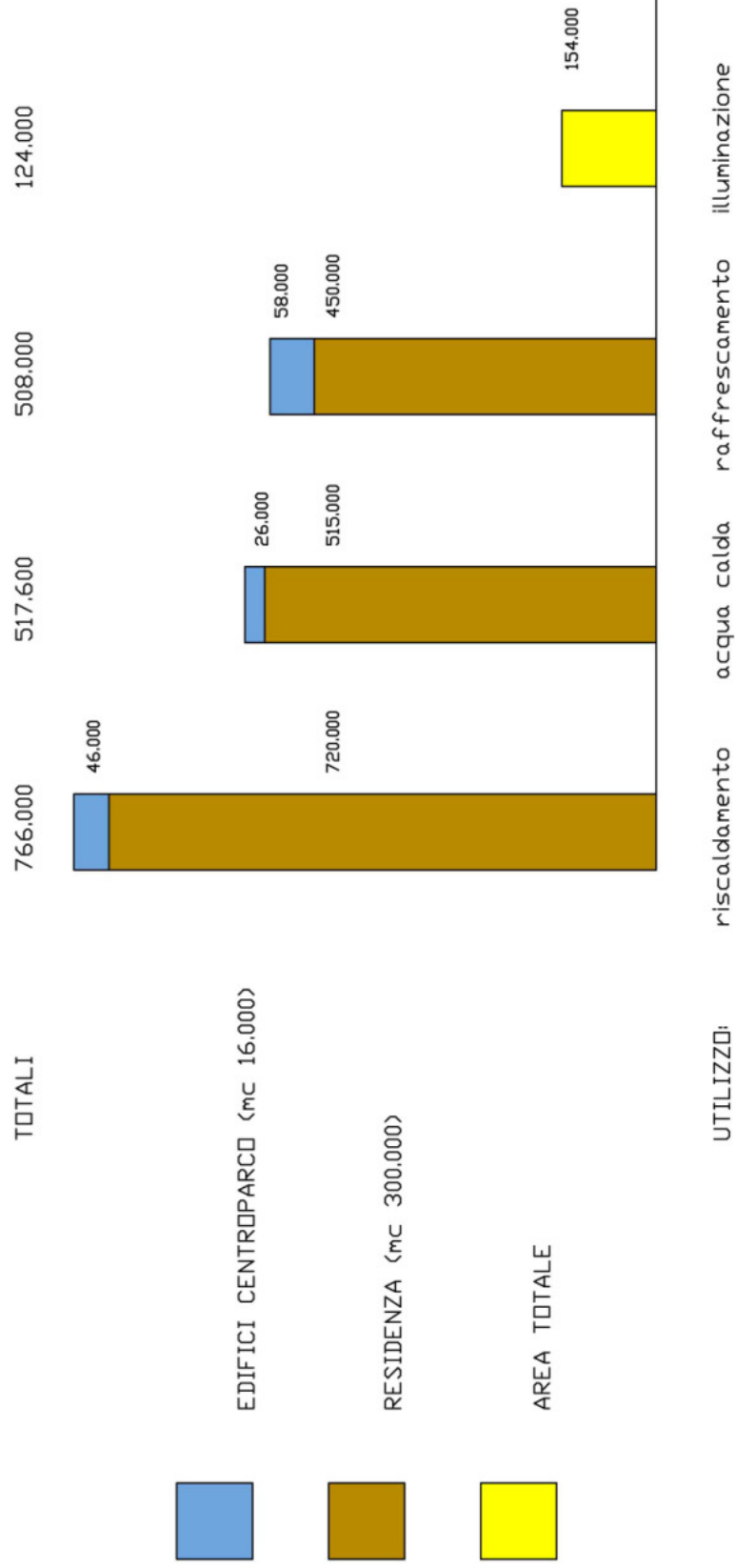
Sommando i risparmi realizzabili con la riduzione dei consumi ottenuti mediante la progettazione attenta al risparmio energetico e i consumi evitati con l'utilizzo di energie rinnovabili si ottiene un risparmio globale di energia corrispondente a **1.436.400 litri di gasolio/annuo** (939.200 + 497.200).

I NUMERI DEL CENTROPARCO

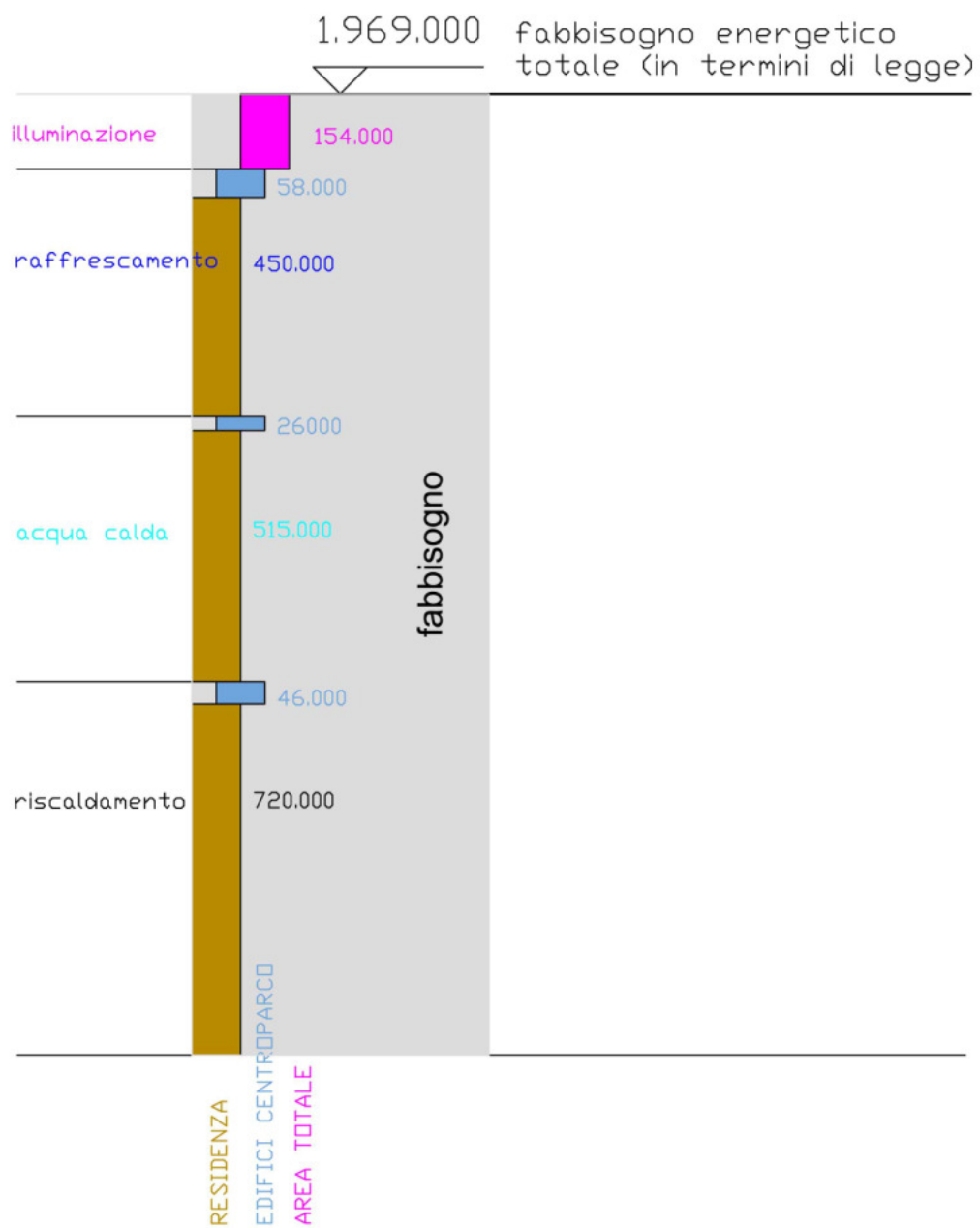
- Energia termica dal **lago** 3.988 MWht/a equivalenti a 256.700 l gasolio risparmiati;
- Energia frigorifera dal lago 1.480 MWht/a equivalenti a 127.150 l gasolio risparmiati;
- Energia da **biomassa** 740 MWht/a equivalenti a 76.200 l gasolio;
- Energia **fotovoltaica** 144 Mwhe/a equivalenti a 37.100 l gasolio;
- **Totale risparmiato 497.150 l gasolio.**

1 FABBISOGNO ENERGETICO SPECIFICO

(espresso in litri di gasolio)



2 FABBISOGNO ENERGETICO TOTALE in litri di gasolio



3 BILANCIO ENERGETICO: fabbisogno, riduzione dei consumi e produzione di energia dal parco

In litri di gasolio

1.969.000 fabbisogno energetico totale (in termini di legge)

