

SUPSI

Istituto sostenibilità applicata all'ambiente costruito

Campus Trevano, CH-6952 Canobbio
T +41 (0)58 666 63 51, F +41 (0)58 666 63 49

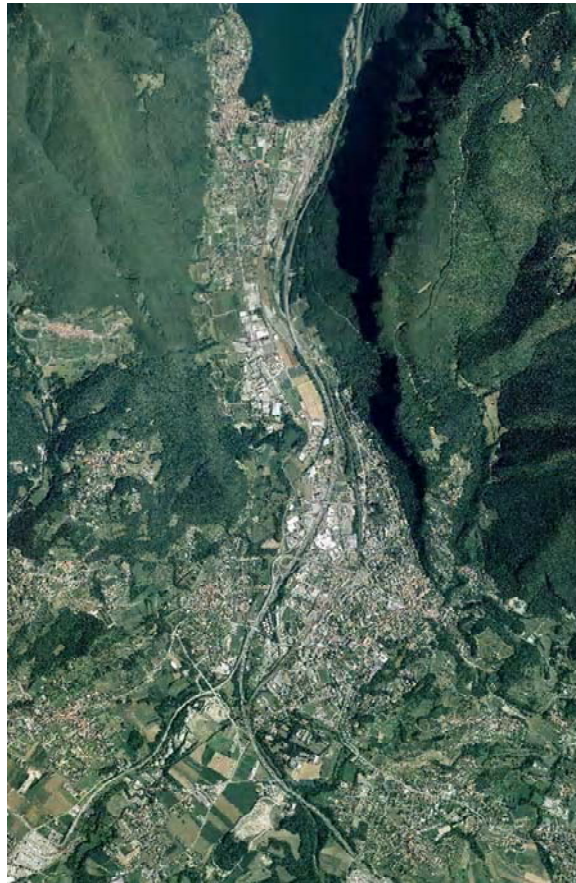
isaac@supsi.ch, www.supsi.ch/isaac
N. IVA CHE-108.955.570

OGGETTO

Aggiornamento Bilancio Energetico

TITOLO

Rapporto tecnico



COMMITTENTE

Comune di Mendrisio

ESTENSORI DEL
RAPPORTO

Nerio Cereghetti, Luca Pampuri, Giorgia Crivelli

LUOGO E DATA

Trevano, 17.10.2014

Indice

1. L'aggiornamento del bilancio energetico comunale	3
2. Il bilancio energetico: situazione al 2013	4
2.1 Il contesto geografico	4
2.2 Il contesto socio-economico.....	4
2.3 Consumi di energia	5
2.3.1 Energia elettrica	8
2.3.2 Gas naturale	11
2.3.3 Olio combustibile	11
2.3.4 Legna	12
2.3.5 Calore ambiente	12
2.3.6 Carburanti	13
2.4 Produzione di energia da fonti rinnovabili	14
2.5 Il bilancio energetico del territorio Mendrisio.....	17
3. Le emissioni di gas ad effetto serra	20
3.1.1 Confronto con le emissioni sul territorio cantonale	20
4. I consumi di energia primaria	23
4.1.1 Confronto con i consumi sull'intero territorio svizzero – analisi per settore	23
5. Confronto con la situazione di Mendrisio al 2009	25
5.1 Contesto socio-economico.....	25
5.2 Consumi di energia	26
5.3 Produzione di energia da fonti rinnovabili	27
5.4 Visione Società a 2000 Watt.....	29
5.4.1 Situazione al 2013	29
5.4.2 Obiettivi di riduzione	31
Allegato 1	33
Allegato 2	40
Allegato 3	43
Allegato 4	47

1. L'aggiornamento del bilancio energetico comunale

Il Municipio di Mendrisio ha incaricato l'Istituto Sostenibilità Applicata all'Ambiente Costruito (ISAAC) della Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana (SUPSI) di aggiornare il bilancio energetico comunale consegnato dalla stessa SUPSI nel mese di marzo del 2013 nell'ambito del Piano energetico comunale (in seguito indicato come PECo).

Obiettivo principale di questo aggiornamento è quello di analizzare il territorio di Mendrisio dal punto di vista della produzione e dei consumi di energia, nonché delle emissioni di gas ad effetto serra, con riferimento all'anno 2013. Ciò consente di valutare l'evoluzione energetica a livello comunale in seguito all'implementazione delle misure proposte nell'ambito del PECo.

Si segnala infine come in ragione della varietà e della vivacità delle attività economiche che si svolgono sul territorio di Mendrisio, ci si possono attendere cambiamenti anche molto importanti dovuti a fattore esogeni, indipendenti dall'applicazione delle misure implementate nell'ambito del PECo.

2. Il bilancio energetico: situazione al 2013

In questo capitolo si delinea lo stato del sistema energetico di Mendrisio: sono analizzate le caratteristiche essenziali del sistema socio-economico, i consumi di energia per i diversi vettori energetici e per i diversi settori di uso finale e la produzione di energia. Le emissioni di CO₂ e, in generale, di gas ad effetto serra, sono analizzate nel Capitolo 3.

Le stime presentate in questo capitolo costituiscono un riferimento essenziale per la verifica dell'efficacia del piano energetico. Fatta eccezione per il settore della mobilità, le stime sono basate sul principio di territorialità: si rilevano le emissioni prodotte sul territorio di Mendrisio, indipendentemente dal fatto che queste emissioni siano prodotte da cittadini di Mendrisio o di altri comuni. Ciò implica ad esempio che si conteggino i consumi delle industrie o dei commercio, indipendentemente dal domicilio dei proprietari.

In considerazione della difficoltà di applicare tale principio anche per il conteggio dei consumi per la mobilità su strada, per questo settore sono effettuate stime basate sul parco veicoli immatricolati e sui relativi consumi medi.

L'anno di riferimento scelto per descrivere il sistema energetico è il 2013. Si rileva che per diversi vettori energetici non è stato possibile accedere a dati direttamente misurati ma si è dovuto fare ricorso a ipotesi e modelli di stima: per i vettori energetici la cui distribuzione non è effettuata da un unico soggetto, è stato necessario appoggiarsi a banche dati relative alla consistenza degli impianti che utilizzano tali vettori al fine di fruizione dell'energia.

I paragrafi che seguono e gli allegati 1 e 2 descrivono le ipotesi effettuate nel caso sia stato necessario ricorrere a modelli di stima.

2.1 Il contesto geografico

Il Comune di Mendrisio è situato nella zona nord del distretto omonimo, a un'altitudine di 367 m s.l.m. e confina con Castel S. Pietro, Coldrerio, Brusino Arsizio, Novazzano, Melano, Riva S. Vitale, Stabio nonché con la vicina Italia. Il territorio si estende per 3'202 ettari.

Il nuovo comune (creatosi in seguito alle aggregazioni perfezionate nel 2009 tra Mendrisio, Rancate, Capolago, Tremona, Arzo e Genestrerio e successivamente tra Mendrisio, Ligornetto, Meride e Besazio nel 2013) è diviso da due vie di comunicazione di valenza federale - l'autostrada A2 e il collegamento ferroviario Lugano-Milano. Il comune è quindi soggetto a un forte impatto ambientale dovuto al traffico di transito. Inoltre il quartiere di Rancate nonché quello di Mendrisio presentano una forte componente industriale.

Le altre frazioni del comune sono principalmente a vocazione residenziale, anche se una certa componente turistica esiste su tutto il territorio.

2.2 Il contesto socio-economico

Il territorio di Mendrisio è aumentato nel corso degli anni a causa delle aggregazioni che hanno coinvolto il Comune: il 5 aprile 2004 i Comuni di Mendrisio e Salorino ed in seguito il 5 aprile 2009 i Comuni di Arzo, Capolago, Genestrerio, Rancate e Tremona sono stati aggregati in un solo Comune, denominato Mendrisio. Con le elezioni comunali del mese di aprile del 2013, si è completata l'ultima tappa, con l'annessione dei comuni di Ligornetto, Meride e Besazio. La seguente tabella riassume la popolazione e gli addetti presenti sul territorio di Mendrisio alla fine del 2013.

Tabella 1 Consistenza della popolazione e degli addetti (addetti equivalenti a tempo pieno, ETP), al 2013 [fonti: Statistica dello stato annuale della popolazione (ESPOP), 2013 e Statistica strutturale delle aziende (STATENT) 2012].

	Popolazione 2013	Addetti ETP 2012
Mendrisio	14'789	12'893
Ticino	346'539	175'274
Mendrisio/Ticino	4.3%	7.4%

La popolazione residente nel comune di Mendrisio rappresenta il 4.3% della popolazione ticinese mentre il numero degli addetti è il 7.4% della massa lavorativa presente sul territorio cantonale.

Come mostra la Tabella 2, la ripartizione degli addetti nei tre settori di attività (primario, secondario e terziario) non è molto omogenea: l'attività economica è infatti omogeneamente ripartita solamente tra secondario (42.9%) e terziario (56.3%). Il settore agricolo impiega invece solo una minima parte degli addetti attivi sul territorio (meno dell'1%). Nonostante questi dati siano disponibili unicamente per l'anno 2012, essi sono considerati come rappresentativi anche per il 2013.

Ci si può attendere che la presenza di attività di tipo industriale e per il commercio e servizi in proporzioni significative condizioni il valore dei consumi energetici pro-capite, che risulterà più elevato di quelli rilevati su territori prettamente residenziali.

Tabella 2 Addetti per settore di attività economica [fonte: Statistica strutturale delle aziende (STATENT) 2012].

Addetti ETP (2012)	Mendrisio		Ticino	
	[-]	[%]	[-]	[%]
Settore primario	102	0.8	2'180	1.2
Settore secondario	5'530	42.9	48'866	27.9
Settore terziario	7'261	56.3	124'228	70.9
Totale	12'893	100.0	175'274	100.0

2.3 Consumi di energia

Le stime di consumo di energia per il 2013 sul territorio di Mendrisio sono riportate in sintesi in Tabella 3.

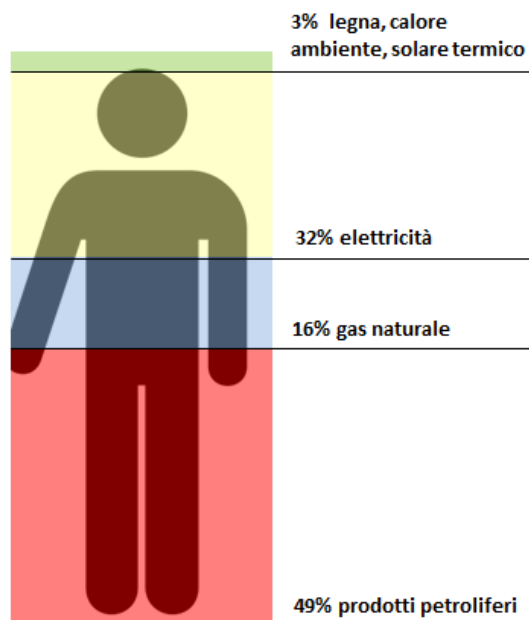
Per l'energia elettrica così come per il gas naturale è stato possibile ricostruire gli effettivi dati di consumo, poiché la distribuzione di tali vettori energetici è effettuata in termini centralizzati dalle AIM. I quantitativi inerenti gli altri vettori energetici sono invece calcolati grazie ad un modello di stima. I paragrafi che seguono e gli Allegati 1 e 2 specificano in dettaglio le ipotesi effettuate per pervenire alle stime di consumo qui presentate.

Tabella 3 Consumi di energia nel 2013 per Mendrisio [fonti: per il gas naturale e l'energia elettrica: AIM; per gli altri vettori energetici: stime ISAAC a partire da Catasto impianti di combustione – SPAAS, Registro Edifici e Abitazioni REA – USTAT, Bilancio energetico cantonale, 2013].

[MWh/anno]	Energia elettrica	Gas naturale	Olio combustibile	Legna	Calore ambiente	Calore Biogas (IDA)	Solare termico	Carburanti	Totale
Mendrisio	178'334	86'552	147'051	6'318	9'957	1'356	353	119'712	549'633
Ticino (TI)	3'185'333	1'119'597	3'027'371	171'090	133'688	11'677	7'834	2'608'688	10'265'377
Mendrisio/TI	5.6%	7.7%	4.8%	3.7%	7.4%	11.6%	4.5%	4.6%	5.4%

L'utilizzo dei diversi vettori energetici, in termini percentuali, risulta in linea con i valori medi cantonali, seppure con alcune lievi variazioni. Con riferimento ad un'immagine già utilizzata per il Piano energetico cantonale PEC, così come il cittadino medio cantonale, anche il cittadino di Mendrisio risulta "immerso nel petrolio fino alla vita" e, in generale, nei combustibili fossili fino a oltre metà del busto (cfr. Figura 1).

Consumi Mendrisio anno 2013



Consumi Cantone Ticino anno 2013

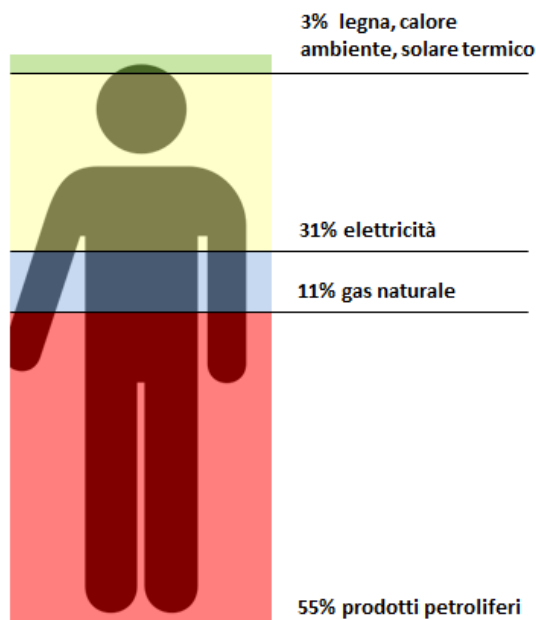


Figura 1 Consumi di energia nel 2013, per vettore energetico [per il Cantone Ticino, fonte: Bilancio energetico cantonale, 2013].

La struttura dei consumi in relazione ai settori di uso finale e ai vettori energetici è sintetizzata nella Figura 2 e in Tabella 4. A livello medio cantonale, i consumi ascrivibili

- alle economie domestiche (riscaldamento abitazioni, illuminazione privata e elettrodomestici),

- alle attività industriali (industria e artigianato), commerciali e per servizi,
- alla mobilità

sono pressoché equivalenti, pesando ciascuno per circa 1/3 sul totale dei consumi cantonali. Rispetto a questo schema, Mendrisio mostra qualche scostamento, a causa della presenza di attività industriali e commerciali in concentrazione elevata. Infatti la percentuale di energia utilizzata per i settori dell'artigianato, dell'industria, del commercio e dei servizi è più elevata per Mendrisio (37%) che per l'intero cantone (30%). In contrapposizione, i consumi percentuali dovuti alla mobilità risultano leggermente inferiori a Mendrisio (23%) che per l'intero cantone (27%). La percentuale dei consumi dovuti al riscaldamento delle abitazioni (36%) è leggermente superiore a quella cantonale (31%). Vi è da ricordare il carattere prevalentemente residenziale di molti quartieri di Mendrisio.

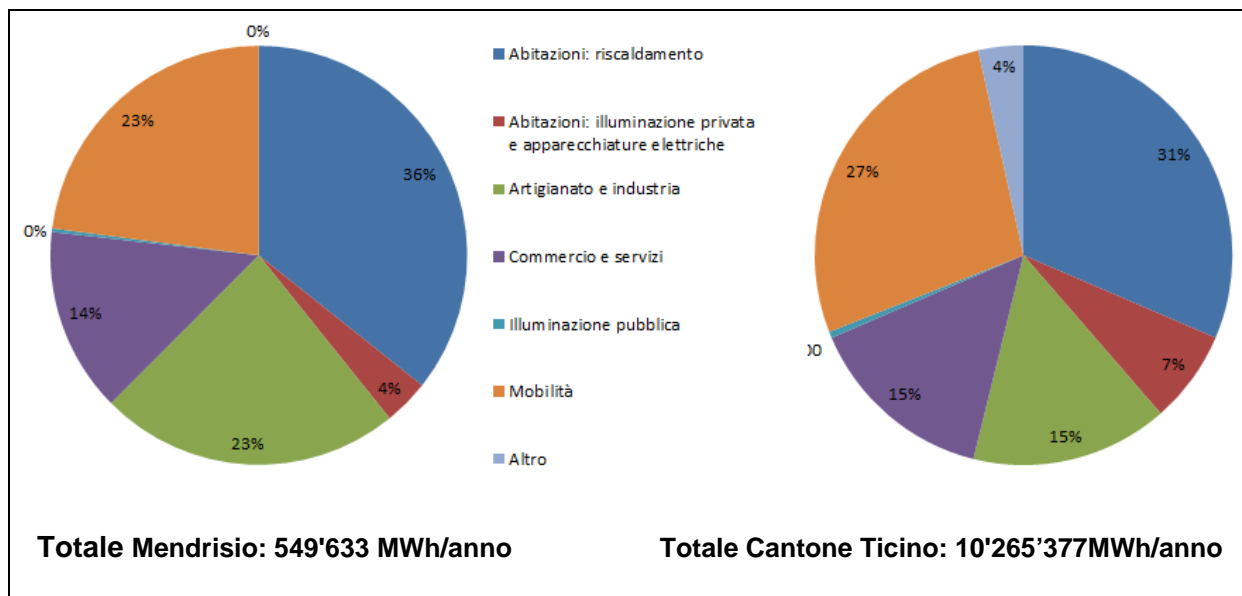


Figura 2 Consumi di energia nel 2013, per settore di uso finale [per il Cantone Ticino, fonte: Bilancio energetico cantonale, 2013]

Tabella 4 Struttura dei consumi energetici a Mendrisio e in Ticino per il 2013 [per il Cantone Ticino, fonte: Bilancio energetico cantonale, 2013].

Consumi (2013) [MWh/anno]	Energia elettrica	Gas naturale	Olio combustibile	Legna	Calore ambiente	Solare termico	Calore Biogas (IDA)	Carburanti	Totale	TICINO
Abitazioni: riscaldamento	25'152	50'100	105'342	5'911	9'147	353	--	--	196'005	3'226'957
Abitazioni: illuminazione privata e apparecchiature elettriche	19'439	--	--	--	--	--	--	--	19'439	735'063
Artigianato e industria	86'000	21'741	18'782	72	332	--	1'356	--	128'282	1'567'000
Commercio e servizi	39'861	14'710	22'927	335	478	--	--	--	78'311	1'509'262
Illuminazione pubblica	1'476	--	--	--	--	--	--	--	1'476	49'768
Mobilità	6'407	--	--	--	--	--	--	119'712	126'119	2'819'719
Altro	--	--	--	--	--	--	--	--	--	85'379
TOTALE	178'334	86'552	147'051	6'318	9'957	353	1'356	119'712	549'633	10'265'377
[%]	32.5	15.8	26.8	1.2	1.8	0.06	0.3	21.8	100.0	--

2.3.1 Energia elettrica

I consumi di energia elettrica sul territorio di Mendrisio sono ricostruibili con un buon livello di approssimazione, in quanto nel 2013 tutta l'energia elettrica consumata è stata distribuita da AIM. Di conseguenza è possibile produrre dati statistici circa l'entità dei consumi per settore di uso finale, come mostrato nelle tabelle seguenti.

Tabella 5 Consumi di energia elettrica nel 2013 [Fonte: Bilancio energetico cantonale, 2013].

	Energia elettrica [MWh/anno]	Energia elettrica / Persona [MWh/abitante*anno]
Mendrisio	178'334	12.1
Ticino	3'185'333	9.2
Mendrisio/Ticino	6.1%	144%

Analizzando nel dettaglio i consumi per settore finale, si ottiene quanto mostrato in Tabella 6. I consumi stimati per il settore mobilità si riferiscono alla trazione ferroviaria. Questi ultimi sono stati stimati secondo un approccio indiretto: a partire dalla stima dei consumi di elettricità per trazione ferroviaria registrati a livello cantonale (150'122 MWh/anno, riferiti a una popolazione cantonale complessiva di 346'539 abitanti [fonte: Bilancio energetico

cantonale, 2013]), si è calcolato un indice di consumo medio pro-capite per abitante, pari a 433 kWh/anno. Quindi si è effettuata la stima del consumo di energia elettrica per trazione ferroviaria moltiplicando tale indice per la popolazione residente.

Tabella 6 Consumi di energia elettrica nel 2013, per settore di uso finale [fonte: AIM, stime ISAAC per "Mobilità"].

[MWh/anno]	Economie domestiche ¹	Artigianato e industria	Commercio e servizi	Illuminazione pubblica	Mobilità	Totale
Mendrisio	44'591	86'000	39'861	1'476	6'407	178'334
%	25.0	48.2	22.4	0.8	3.6	100.0

Il consumo medio complessivo di energia elettrica per persona (14'789 abitanti nel 2013, cfr. Capitolo 2.2) di 12.1 MWh/anno è più elevato di quello calcolato a livello cantonale (9.2 MWh/anno). Questa differenza è causata dalla concentrazione sul territorio di Mendrisio in percentuali superiori alla media di attività nei settori terziario e soprattutto secondario. Infatti in linea generale si può evidenziare come contributo maggiore ai consumi di energia elettrica derivi dalle attività produttive (48.2%). Anche le economie domestiche giocano un ruolo non indifferente nell'utilizzo di energia elettrica (25.0% del totale). I consumi medi di energia elettrica delle economie domestiche localizzate sul territorio comunale (pari a 3.0 MWh/anno pro capite) risultano essere leggermente superiori a quelli riscontrati a livello cantonale, stimati pari a 2.8 MWh/anno pro capite².

. Per questa ragione è di particolare interesse individuare la percentuale dei consumi di energia elettrica per il riscaldamento degli edifici di natura residenziale (riscaldamento elettrico, diretto o ad accumulo e pompe di calore). L'azienda di distribuzione dell'elettricità non è in grado di fornire tale valore. È tuttavia possibile effettuare una stima di tale consumo a partire dai dati riportati nel REA e nel Catasto dei piccoli impianti di combustione. Per facilitare l'interpretazione dei dati, nella Tabella 7 sono riportate le stime di consumo di energia elettrica per il riscaldamento degli edifici residenziali, per i commerci ed i servizi e per le industrie.

¹ I valori sono ricavati dai dati forniti da AIM in funzione delle tariffe.

² Ricavati a partire dai seguenti dati: 251'466 MWh/anno: consumo di energia elettrica per riscaldamento abitazioni; 735'063 MWh/anno: consumo per apparecchiature elettriche e illuminazione privata da parte delle utenze domestiche [fonte: Bilancio energetico cantonale, 2013]; popolazione residente al 31 dicembre 2013: 346'539 abitanti.

Tabella 7 Consumi di energia elettrica nel 2013 per il riscaldamento degli edifici per categoria d'utenza [Fonte: stime ISAAC a partire da Catasto impianti di combustione – SPAAS, Registro Edifici e Abitazioni REA – USTAT].

[MWh/anno]	Riscaldamento elettrico (diretto o ad accumulo)	Riscaldamento con pompa di calore	Totale consumi elettricità per riscaldamento
Economie domestiche	20'578	4'574	25'152
Commercio e Servizi	295	239	534
Artigianato e industria	87	166	253
Totale	20'960	4'979	25'939

La quantità di elettricità utilizzata per il funzionamento degli apparecchi elettrici e per l'illuminazione è stata stimata sottraendo al totale dell'elettricità erogata a Mendrisio, per categoria d'utenza, il rispettivo consumo stimato di energia elettrica per il riscaldamento.

Tabella 8 Consumi di energia elettrica nel 2013 per gli apparecchi e l'illuminazione suddivisi per categoria d'utenza [Fonte: stime ISAAC a partire da Catasto impianti di combustione – SPAAS, Registro Edifici e Abitazioni REA – USTAT].

[MWh/anno]	Economie domestiche	Commercio e servizi	Artigianato e industria	Totale
Elettricità totale	44'591	39'861	86'000	170'451
Elettricità per riscaldamento	25'152	534	253	25'939
Elettricità apparecchi e illuminazione	19'439	39'327	85'747	144'512

Nel settore commerciale e in quello industriale viene impiegata per il riscaldamento degli edifici una quota di energia elettrica molto bassa rispetto ai consumi totali. Nelle economie domestiche tale quota è invece molto più importante e corrisponde al 56%.

Per valutare la plausibilità del risultato, si è proceduto a verificare il consumo di elettricità per economia domestica. Utilizzando il dato sul consumo di elettricità per apparecchi e illuminazione nelle economie domestiche (cfr. Tabella 8) e il numero delle economie domestiche (5'119 per il 2013)³, è possibile individuare un consumo pari a:

$$\frac{[\text{consumo annuo energia elettrica per illuminazione privata e elettrodomestici}]_{\text{utenze domestiche Mendrisio}}}{[\text{numero economie domestiche}]_{\text{Mendrisio}}} = 3'797 \text{ kWh/anno} * \text{economia domestica}$$

Il valore di consumo di energia elettrica per elettrodomestici e illuminazione privata così stimato risulta in linea con la media registrata a livello cantonale che si situa attorno ai 3'500 kWh/anno per economia domestica [fonte: PEC, Rapporto per la consultazione, 2010].

³ Comunicazione orale UTC Mendrisio.

2.3.2 Gas naturale

La rete di distribuzione del gas naturale ha raggiunto un discreto sviluppo sul territorio di Mendrisio. Sul piano del Laveggio, nei pressi degli insediamenti di natura produttiva e terziaria, così come nei comuni di Mendrisio, Capolago, Genestrerio, Ligornetto e Rancate la rete ha raggiunto un elevato livello di ramificazione.

Sul territorio di Arzo, Salorino, Tremona, Besazio e Meride la rete non è invece ancora presente.

La presenza della rete del gas non è tuttavia garanzia dell'effettivo allacciamento delle utenze: anche in presenza di rete una capillare, molte sono le utenze che continuano a soddisfare le proprie esigenze di calore mediante olio combustibile (cfr. Tavola 2), in particolar modo per quanto riguarda gli impianti produttivi.

La Tabella 9 riporta le stime di consumo di gas naturale, articolandole per settore di consumo "economie domestiche", "artigianato e industria" e "commercio e servizi". Le economie domestiche utilizzano il gas quasi unicamente per riscaldamento, le utenze artigianali e industriali anche per i processi produttivi, le utenze commerciali e i servizi anche a scopo di cottura, sebbene in quantità estremamente limitate. Il consumo di gas nel settore dei trasporti (auto alimentate a gas naturale) gioca infine un ruolo assolutamente trascurabile sul territorio di Mendrisio.

Il calcolo dei consumi di gas naturale è stato effettuato grazie alle informazioni fornite dalle AIM, che a partire dal 2013 approvvigionano tutto il territorio comunale.

Tabella 9 Consumi di gas naturale nel 2013, per settore di uso finale [Fonte: stime ISAAC a partire da Catasto impianti di combustione – SPAAS, Registro Edifici e Abitazioni REA – USTAT].

[MWh/anno]	Economie domestiche	Artigianato e industria	Commercio e servizi	Totale
Mendrisio	50'100	21'741	14'710	86'552
Ticino	479'137	246'957	388'763	1'114'857
Mendrisio/Ticino	10.5%	8.8%	3.8%	7.8%

Nel complesso, il consumo di gas di Mendrisio si attesta attorno all'8% dei consumi cantonali. Si tratta di una percentuale abbastanza importante. Questo è dovuto da una parte alla grande estensione di questo comune e dall'altra al fatto che la rete di distribuzione del gas è attualmente limitata principalmente al Sottoceneri.

2.3.3 Olio combustibile

L'olio combustibile costituisce uno dei principali vettori energetici utilizzati sul territorio di Mendrisio. Determinare con precisione i quantitativi annualmente consumati costituisce un'operazione complessa, in quanto non esiste un unico ente che si occupi della distribuzione dell'olio combustibile: il singolo cittadino può approvvigionarsi al rivenditore di olio che, di volta in volta, gli offre le migliori condizioni di prezzo.

Il dato ottenuto dal modello applicato (cfr. Allegato 1) è una stima sicuramente approssimativa, ritenuta tuttavia plausibile come ordine di grandezza: si ritiene che il livello

di approssimazione così ottenuto sia sufficiente anche per la definizione degli obiettivi e delle misure proposte dal PECo.

Le stime di consumo così ottenute sono riportate in

Tabella 10.

Tabella 10 Stima consumi di olio combustibile nel 2013, per settore di uso finale.

[MWh/anno]	Economie domestiche	Artigianato e industria	Commercio e servizi	Totale
Mendrisio	105'342	18'782	22'927	147'051
Ticino	2'183'643	464'399	379'330	3'027'371
Mendrisio/Ticino	4.8%	4.0%	6.0%	4.9%

2.3.4 Legna

Sul territorio di Mendrisio il contributo della legna alla copertura del fabbisogno energetico riveste un ruolo marginale: essa è utilizzata principalmente per il riscaldamento di alcune abitazioni. Infatti le analisi svolte nel complesso si può stimare che il consumo della legna per il riscaldamento delle abitazioni ammonti a circa 5'911 MWh/anno. La legna risulta inoltre sotto-utilizzata anche rispetto all'utilizzo a livello cantonale: Mendrisio consuma il 3.7% dell'energia dal legno consumata dall'intero Cantone.

Tabella 11 Stima dei consumi di energia prodotta dal vettore legna.

[MWh/anno]	Economie domestiche	Artigianato e industria	Commercio e servizi	Totale
Mendrisio	5'911	72	478	6'318
Ticino	171'190	0	0	171'190
Mendrisio/Ticino	3.7%	--	--	3.7%

2.3.5 Calore ambiente

Si parla di "calore ambiente" in relazione all'utilizzo delle pompe di calore, che prelevano energia termica (calore) dall'ambiente e, mediante l'apporto di energia elettrica, sono in grado di produrre una maggiore quantità di energia termica. L'energia termica in ingresso può essere prelevata dall'aria, dall'acqua (corsi d'acqua superficiali o specchi lacustri o acque sotterranee) o dal sottosuolo (pompe di calore con sonda geotermica). E' anche possibile prelevare l'energia termica dalle condotte fognarie o dall'acquedotto (i fluidi che scorrono nelle condotte hanno infatti una temperatura media superiore a quella esterna).

Sono disponibili unicamente dati parziali circa le caratteristiche delle pompe di calore attive sul territorio. Sono noti i dati relativi alle pompe di calore la cui installazione richiede il rilascio di una autorizzazione o concessione a livello cantonale, cioè le pompe di calore alimentate mediante sonda geotermica [fonte: SPAAS/IST]. Sul territorio di Mendrisio sono rilasciate autorizzazioni per 197 sonde geotermiche, per un totale di 38 edifici riscaldati mediante pompa di calore a sonda geotermica. Nessuna informazione dettagliata è stata raccolta relativamente alle pompe di calore che prelevano il calore dall'aria.

I consumi di energia elettrica necessari all'alimentazione delle pompe di calore negli edifici sono già stati presentati (cfr. Tabella 7); tenendo conto che il coefficiente di prestazione medio delle pompe di calore⁴ può essere considerato pari a 3 (approccio cautelativo), si può ritenere che il fabbisogno termico dell'edificio sia soddisfatto per 2/3 mediante calore prelevato dall'ambiente e per 1/3 mediante energia elettrica. La Tabella 12 mostra il contributo del calore ambiente per il riscaldamento degli edifici residenziali, del commercio e servizi e del settore artigianato ed industria.

Tabella 12 Consumi di calore ambiente nel 2013, per il riscaldamento degli edifici residenziali, per commercio e servizi e per il settore artigianato ed industria.

[MWh/anno]	Calore prelevato dall'ambiente	Energia elettrica	Totale fabbisogno termico abitazioni con pompa di calore
Economie domestiche	9'147	4'574	13'721
Commercio e servizi	478	239	717
Artigianato e industria	332	166	497
Totale	9'957	4'979	14'935
TI (2013)⁵	133'688	66'844	200'532
Mendrisio/TI	7.4%	7.4%	7.4%

2.3.6 Carburanti

Una stima dei consumi di carburante per autotrazione (benzina e diesel) può essere effettuata a partire dai dati relativi al parco veicoli immatricolato sul territorio di Mendrisio e da stime di percorrenza media annua e consumo medio di carburante per chilometro percorso.

La stima dei consumi di carburante per aviazione e navigazione può invece essere effettuata in base a indici di consumo pro-capite ricavati a partire dai consumi cantonali individuati dal bilancio energetico cantonale per il 2013.

La stima dei consumi di carburante è cioè effettuata a partire da stime dell'entità degli spostamenti degli abitanti di Mendrisio, indipendentemente dal territorio in cui tali spostamenti sono effettuati.

Si sottolinea che ciò implica un approccio differente da quello utilizzato sinora (principio di territorialità), che avrebbe richiesto di stimare i consumi indotti dagli spostamenti effettuati sul territorio di Mendrisio, indipendentemente da chi li effettua (incluso il traffico di transito e il traffico dei frontalieri). Per una valutazione di questo tipo sarebbe stato necessario disporre di indagini del traffico entrante e uscente sul territorio di Mendrisio.

In quest'ottica è anche possibile effettuare una stima dei consumi di carburante per aviazione e navigazione (cherosene), partendo dal dato di consumo totale cantonale e definendo un indice di consumo di carburante pro capite (secondo lo stesso approccio sono

⁴ Coefficiente di Lavoro Annuo (CLA), definisce il rapporto tra il calore o la potenza termica ceduti e l'energia elettrica necessaria alla pompa di calore.

⁵ Non sono disponibili dati per il confronto a livello cantonale per il settore commercio e servizi e per il settore artigianato ed industria.

stati del resto stimati i consumi di elettricità dei cittadini di Mendrisio per la trazione ferroviaria mostrati in Tabella 6. I consumi di carburante per la mobilità sono riportati in Tabella 13.

Tabella 13 Consumi di carburante per la mobilità.

[MWh/anno]	Carburanti per autotrazione	Carburanti per aviazione	Carburanti per navigazione	Totale carburanti
Mendrisio	117'696	1'780	236	119'712
Ticino	2'561'448	41'709	5'528	2'608'685
Mendrisio/Ticino	4.6 %	4.3 %	4.3 %	4.6 %

2.4 Produzione di energia da fonti rinnovabili

Il territorio di Mendrisio non ospita impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili di grande potenza, né elettrici né termici. Sono attivi alcuni impianti di piccola potenza, che sfruttano l'energia solare per la produzione di calore e di elettricità, così come alcune sonde geotermiche che sfruttano il calore del suolo.

Inoltre bisogna considerare l'impianto di depurazione delle acque (IDA), che tratta 6 mio m³/anno di acque e, grazie alla produzione di biogas⁶ (344'849 m³/anno, valore per l'anno 2013), copre interamente il fabbisogno energetico interno (1'356 MWh). Grazie all'impianto di co-generazione entrato in funzione nel 2004, oltre alla produzione di energia termica si è resa possibile anche la generazione di energia elettrica a partire dal biogas. Parte del fabbisogno in energia elettrica (205 MWh) è infatti soddisfatto grazie alla produzione propria.

⁶ Il biogas prodotto è immesso in parte in un impianto di combustione (caldaia) per la produzione di energia termica e in parte in un impianto di cogenerazione (motore a gas) dove è prodotta sia energia termica che elettrica. La produzione di energia da biogas è stata stimata come segue:

Caldaia: la produzione di energia termica è ottenuta moltiplicando la quantità di biogas per il calore specifico inferiore, pari a 6 kWh/m³ biogas.

Motore a gas: Nota la potenza elettrica del cogeneratore (120 kW) e la relativa produzione di elettricità si definiscono le "ore di funzionamento equivalenti". Moltiplicando quest'ultimo parametro per la potenza termica (219 kW) è possibile stimare la produzione di energia termica. Non tutta l'energia termica prodotta è effettivamente sfruttata dall'IDA: si stima che 2/3 siano effettivamente sfruttati mentre 1/3 sia disperso in atmosfera.

IDA Rancate : Produzione e consumo Biogas

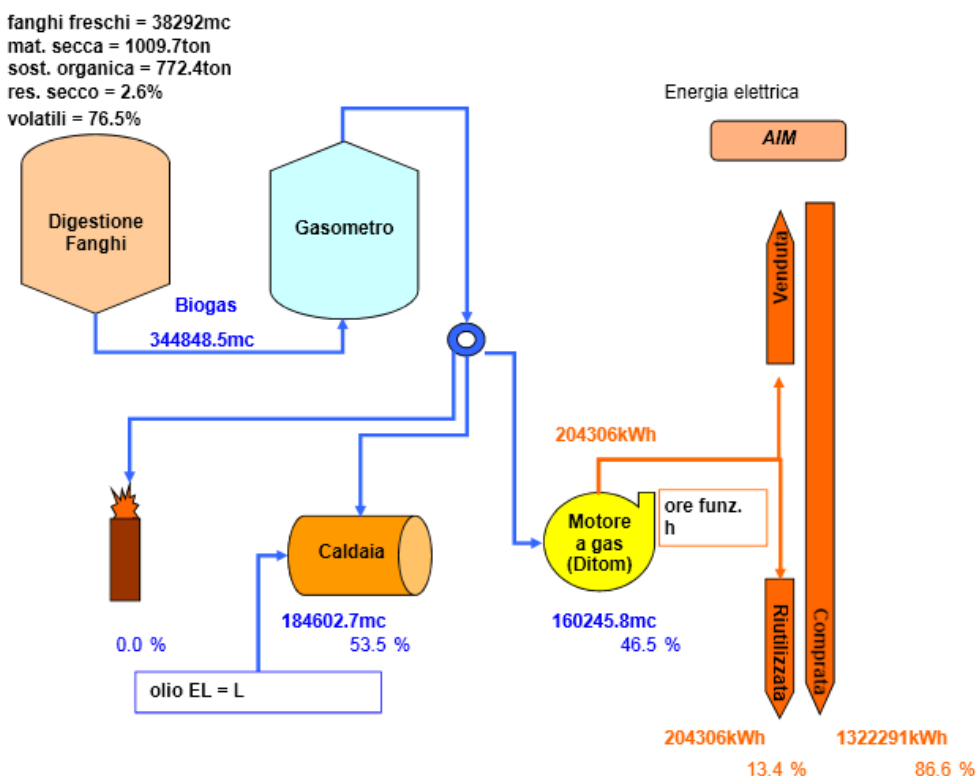


Figura 3 Il bilancio energetico dell'IDA per l'anno 2013 [fonte: Rapporto annuale IDA 2013].

Per quanto riguarda il solare termico, l'elenco completo degli impianti non è disponibile, poiché attualmente nessun ente raccoglie in modo sistematico tale informazione in una specifica banca-dati. Attualmente sono conosciuti solamente gli impianti la cui realizzazione è stata sovvenzionata dal Cantone, nell'ambito dei cicli di sussidio attivati in passato: sono attivi almeno 61 impianti, per una superficie di collettori pari a 608 m² (Cfr. Tabella 14).

Tabella 14 Impianti solari termici riconosciuti sul territorio di Mendrisio [fonte: banca dati sussidi cantonali, SPAAS, stato 31.12.2013].

Comune	Numero impianti [-]	Superficie collettori solari installati [m ²]
Mendrisio	61	608,2

Sulla base di queste informazioni è possibile effettuare una stima del grado di autonomia del Comune rispetto alla copertura del fabbisogno di energia termica. A titolo di riferimento ci si è basati sulle indicazioni fornite da Swissolar, che mostrano che 1 m² di collettori solari installato sul territorio è in grado di produrre mediamente 580 kWh/anno di energia termica⁷. Sulla base di tale valore, si può stimare che 608.2 m² di superficie installata possano coprire un fabbisogno termico complessivo 353 MWh/anno, equivalente a circa l'1.6% del

⁷ Valore medio per collettori piani vetrati utilizzati per la produzione di acqua calda sanitaria in una regione alpina [Fonte: www.swissolar.ch, 2014].

fabbisogno termico per la produzione dell'acqua calda sanitaria delle abitazioni, complessivamente stimata in 22'797 MWh/anno.

Si tratta di una stima per difetto, poiché probabilmente gli impianti riportati in Tabella 14 non costituiscono la totalità degli impianti solari termici effettivamente attivi sul territorio comunale. Ciò non costituisce tuttavia una grave limitazione, in quanto il contributo complessivo del solare termico all'approvvigionamento energetico dei Comuni di Mendrisio è attualmente comunque minimo. Esso è infatti in linea con le condizioni medie del Cantone Ticino: le stime elaborate nell'ambito del Bilancio energetico cantonale 2013 mostrano che 7'834 MWh/anno del consumo di energia termica per il riscaldamento delle abitazioni e l'acqua calda sanitaria è stato coperto mediante il solare termico.

È stato inoltre possibile ricostruire l'elenco degli impianti solari fotovoltaici attivi sul territorio di Mendrisio, accedendo ai dati rilevati da AIM. Una stima della produzione nell'anno 2013 presentata in funzione del proprietario, è presentata in Tabella 15.

Tabella 15 Impianti solari fotovoltaici attivi sul territorio di Mendrisio in funzione del proprietario [fonte: AIM].

Proprietario	Numero impianti [-]	Potenza installata [kW]	Produzione 2013 [MWh]
Privato (Abitazione)	46	307	337
Ente pubblico (Servizi)	6	103	113
Ente privato (Industria e commercio)	8	668	735
Totale	60	1'078	1'186

Attualmente non si rilevano sul territorio comunale impianti che sfruttino altre tipologie di fonti energetiche rinnovabili (ad esempio, eolico, idroelettrico negli acquedotti, etc.). L'energia prodotta utilizzando energia da fonti rinnovabili è riassunta in Tabella 16.

Tabella 16 Produzione di energia da fonti rinnovabili a Mendrisio [fonte: AIM, stime ISAAC].

	Numero impianti [-]	Produzione annua energia termica [MWh/anno]	Produzione annua energia elettrica [MWh/anno]
Solare termico	61	353	--
Solare fotovoltaico	60	--	1'186
Biogas (IDA)	1	1'356	205
Totale produzione energia		1'709	1'391

Si considera che attualmente la produzione indigena di energia elettrica è di circa 1'391 MWh/anno (fotovoltaico e biogas), una quantità pari a poco più dello 0.93% dei consumi di energia elettrica registrati sul territorio di Mendrisio.

2.5 Il bilancio energetico del territorio Mendrisio

Affiancando le informazioni relative al consumo di energia per vettore energetico e per settore a quelle relative alla produzione di energia sul territorio locale, è possibile costruire il bilancio energetico complessivo del territorio di Mendrisio, riportato nel diagramma di flusso di Figura 4.

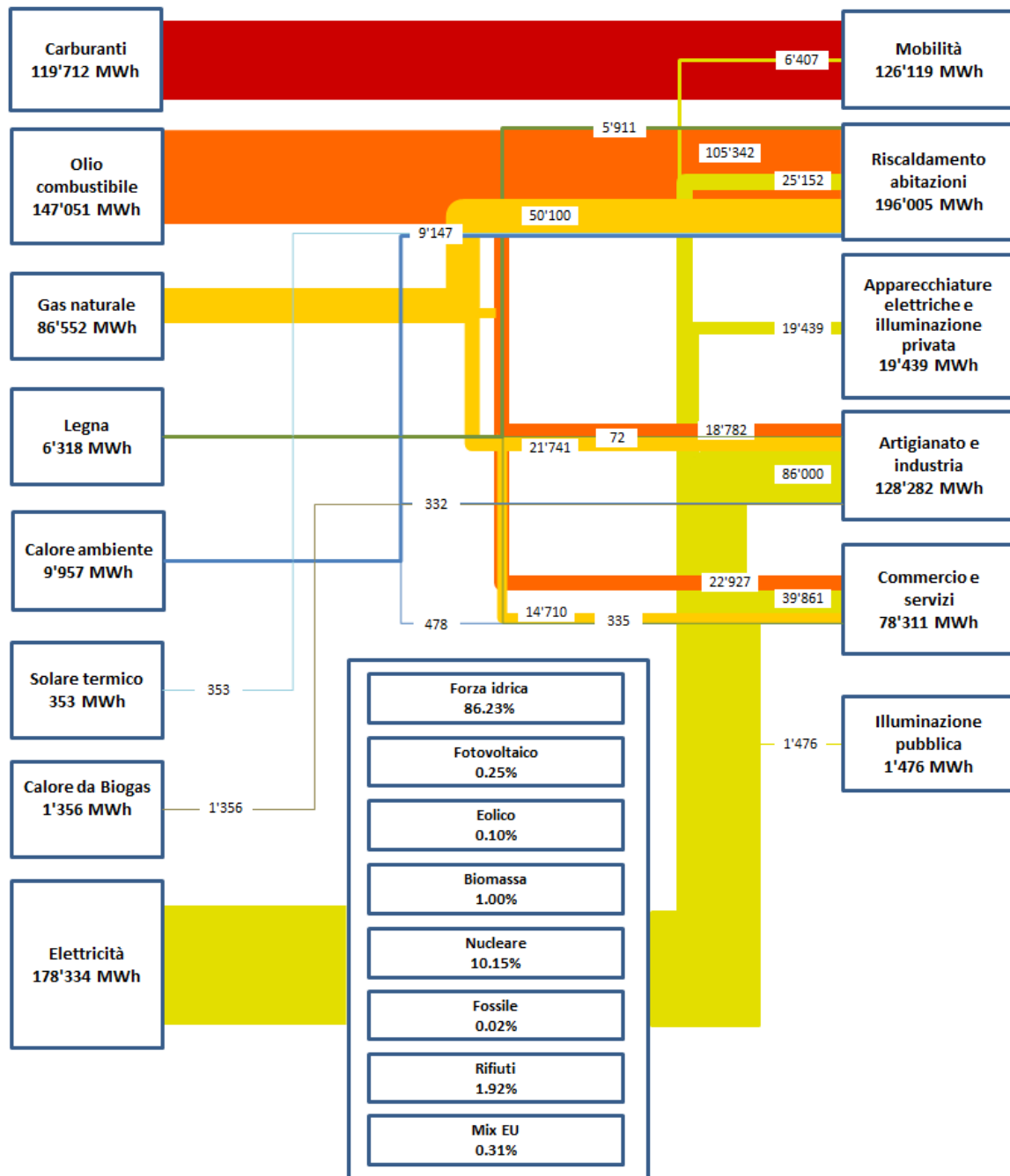


Figura 4 Il bilancio energetico per il territorio di Mendrisio.

Per caratterizzare il mix di consumo di energia elettrica in base alle modalità di produzione, si è fatto riferimento alla composizione percentuale del mix elettrico consumato in sul territorio di Mendrisio nel 2013. A questo proposito nella tabella seguente sono illustrati i consumi presenti sul territorio investigato in funzione delle diverse etichettature.

Tabella 17 Etichettatura dell'energia elettrica consumata sul territorio di Mendrisio (2013).

Etichettatura	Consumo Mendrisio anno 2013 [MWh]
standard	175'653
tiacqua	2'299
ecopower	382
Totale	178'334

Di seguito sono elencate le composizioni dell'energia elettrica secondo il mix standard erogato da AIM così come le composizioni dei prodotti tiacqua ed Ecopower.

Tabella 18 Composizione dell'energia elettrica standard consumata sul territorio di Mendrisio (2013)
[Fonte: AIM].

Vettore energetico	Composizione mix standard AIM 2013 [%]	Consumo Mendrisio anno 2013 [MWh]
Forza idrica	86.03	151'110
Fotovoltaico	0.24	422
Eolico	0.09	156
Biomassa	1.00	1'762
Nucleare	10.34	18'162
Fossile	0.02	36
Rifiuti	1.96	3'440
Mix EU	0.32	562
TOTALE	100	175'653

Tabella 19 Composizione dell'energia elettrica tiacqua consumata sul territorio di Mendrisio (2013).
[Fonte: AIM].

Vettore energetico	Composizione tiacqua 2013 [%]	Consumo Mendrisio anno 2013 [MWh]
Forza idrica	97.50	2'242
Fotovoltaico	0.83	19
Eolico	0.83	19
Biomassa	0.83	19
TOTALE	100	2'299

Tabella 20 Composizione dell'energia elettrica Ecopower consumata sul territorio di Mendrisio (2013). [Fonte: AIM].

Vettore energetico	Composizione Ecopower 2013 [%]	Consumo Mendrisio anno 2013 [MWh]
Forza idrica	97.50	373
Fotovoltaico	2.50	10
TOTALE	100	382

Considerando i quantitativi computati sul territorio comunale così come le diverse composizioni delle etichettature distribuite sul territorio si arriva alla composizione finale dell'energia consumata sul territorio comunale nel 2013, rappresentata in Tabella 21.

Tabella 21 Composizione dell'energia elettrica consumata sul territorio di Mendrisio (2013).

Vettore energetico	Consumo Mendrisio anno 2013 [%]	Consumo Mendrisio anno 2013 [MWh]
Forza idrica	86.20	153'725
Fotovoltaico	0.25	450
Eolico	0.10	175
Biomassa	1.00	1'781
Nucleare	10.18	18'162
Fossile	0.02	35
Rifiuti	1.93	3'443
Mix EU	0.32	562
TOTALE	100	178'334

3. Le emissioni di gas ad effetto serra

Le emissioni di gas serra sul territorio di Mendrisio possono essere stimate secondo due approcci, descritti in modo esaustivo nell'Allegato 3: l'approccio più semplificato si riferisce alla stima delle emissioni prodotte sul territorio di Mendrisio (*emissioni dirette*), attraverso il consumo diretto di combustibili e carburanti di origine fossile, cioè all'atto della combustione. Il secondo approccio fornisce invece numeri più realistici circa le emissioni di gas ad effetto serra dovute ai consumi complessivi del territorio di Mendrisio. La seconda metodologia tiene infatti conto dell'intero ciclo di vita dei vettori energetici (approccio LCA *Life Cycle Assessment*), prendendo quindi in considerazione tutte le fasi di vita, da quella di estrazione e stoccaggio del combustibile, a quella di costruzione degli impianti, di smantellamento a fine esercizio e di eventuale gestione delle scorie.

Applicando i modelli di stima descritti nell'Allegato 3 "Modello di stima – emissioni di gas ad effetto serra" si ottengono i seguenti valori:

- le emissioni di CO₂ complessivamente prodotte sul territorio di Mendrisio nel 2013 (emissioni dirette) sono pari a 107'554 ton CO₂/anno;
- le emissioni di gas ad effetto serra (CO₂ equivalente) complessivamente riconducibili ai consumi del territorio di Mendrisio (emissioni riferite al ciclo di vita) sono pari a 113'544 ton CO_{2 eq}/anno. Ciò equivale a 7.68 ton CO_{2 eq}/anno pro capite;

A titolo di riferimento, si consideri che:

- le emissioni dirette sull'intero territorio cantonale sono pari a 1'923'409 ton CO₂/anno [fonte: Bilancio energetico cantonale, 2013]: le emissioni su Mendrisio sono pari al 5.6% delle emissioni prodotte sull'intero Cantone;
- le emissioni pro capite secondo l'approccio del ciclo di vita applicato all'intero territorio cantonale sono pari a 6.32 ton CO_{2 eq}/anno pro capite [fonte: Bilancio energetico cantonale, 2013].

3.1.1 Confronto con le emissioni sul territorio cantonale

Per comprendere il motivo di emissioni pro-capite elevate sul territorio di Mendrisio, occorre considerare che il territorio comunale è un ambito ricco di attività produttive, commerci e servizi, in proporzioni superiori alla media cantonale. Le stime di emissione per settore di consumo mostrano infatti percentuali di emissione differenti rispetto a quelle medie cantonali (cfr. Tabella 22 e Figura 5). In particolare, il settore "Artigianato ed industria" risulta responsabile del 12% delle emissioni di gas ad effetto serra sul territorio di Mendrisio, mentre del 10% sull'intero territorio cantonale.

Una riduzione delle percentuali delle emissioni rispetto alla media cantonale è invece riscontrabile nel settore della mobilità (35% a livello comunale, 40% a livello cantonale).

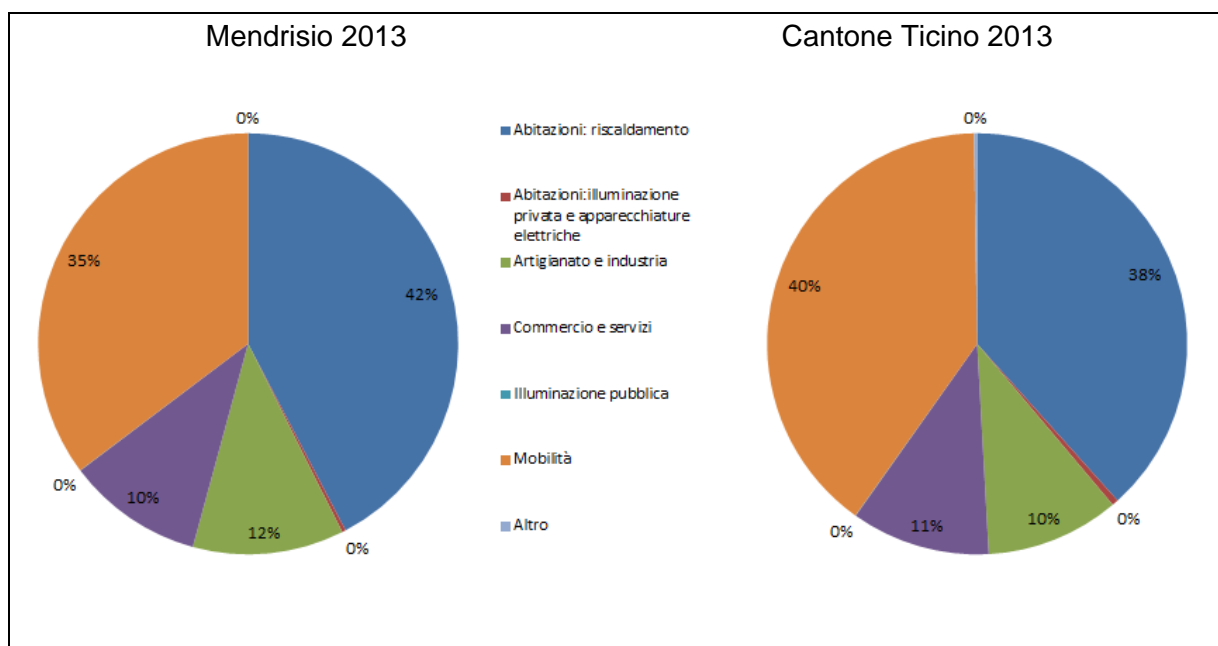


Figura 5 Composizione percentuale delle emissioni di gas ad effetto serra (ton CO₂ equivalente) calcolate secondo l'approccio del ciclo di vita, per settore di uso finale [per le stime relative al Cantone Ticino, fonte: elaborazione ISAAC da Bilancio energetico cantonale, 2013].

Tabella 22 Struttura delle emissioni di gas ad effetto serra (ton CO₂ eq), calcolate secondo l'approccio del ciclo di vita.

Emissioni gas serra [ton CO ₂ eq/anno]	Energia elettrica	Gas naturale	Olio combustibile	Legna	Calore ambiente	Calore da biogas (IDA)	Solare termico	Carburanti	Totale
Abitazioni: riscaldamento	426	13'226	33'485	140	757		15		48'051
Abitazioni: illuminazione privata e apparecchiature elettriche	330								330
Artigianato e industria	1'458	5'740	5'970	2	27	18			13'215
Commercio e servizi	676	3'884	7'288	8	40				11'895
Illuminazione pubblica	25								25
Mobilità	109							39'919	40'028
Altro									0
TOTALE	3'024	22'850	46'743	150	824	18	15	39'919	113'544

Le considerazioni sopra proposte non sono tuttavia sufficienti a giustificare gli elevati valori di emissioni pro capite riconducibili ai settori dell'abitare (riscaldamento, elettrodomestici e

illuminazione privata), per i quali si riscontra comunque una differenza con i dati medi rilevati a livello cantonale (cfr. Tabella 23).

Tabella 23 Emissioni pro capite di gas ad effetto serra (approccio del ciclo di vita) rispetto ai settori di uso finale Abitazioni (riscaldamento + apparecchiature elettriche e illuminazione privata) e Mobilità [per le stime a livello cantonale: elaborazione ISAAC da Bilancio energetico cantonale, 2013].

	 Abitare [ton CO ₂ eq/abitante anno]	 Mobilità [ton CO ₂ eq/abitante anno]
Valore medio Mendrisio anno 2013	3.27	2.71
Valore medio Cantone Ticino anno 2013	2.45	2.52

Le ragioni della leggera differenza esistente tra le emissioni cantonali e comunali del settore dell'abitare sono probabilmente da ricondurre, come già spiegato nel bilancio energetico del 2009, all'elevata dotazione pro capite di superficie abitabile registrata sul territorio di Mendrisio.

Ciò implica quindi maggiori consumi pro capite per il riscaldamento delle abitazioni e di conseguenza maggiori emissioni di gas ad effetto serra.

4. I consumi di energia primaria

Con il termine “energia primaria” ci si riferisce all’energia necessaria per rendere disponibile l’energia finale consumata. L’energia primaria indica cioè i quantitativi di energia intrinsecamente contenuti nelle risorse naturali, prima di ogni conversione o trasformazione antropica; con il termine “energia finale” ci si riferisce invece all’energia risultante da processi di conversione, che la rendono disponibile ad esempio nella forma di elettricità o di combustibili raffinati.

Applicando i fattori di conversione tra energia finale e energia primaria, come descritto nell’Allegato 4 “Modello di stima - Energia primaria”, è possibile stimare il consumo di energia primaria sul territorio di Mendrisio in 763'940 MWh/a, equivalenti a 5'897 W/anno pro capite.

4.1.1 Confronto con i consumi sull'intero territorio svizzero – analisi per settore

Anche i consumi medi per abitante di energia primaria risultano più elevati a Mendrisio rispetto ai valori medi cantonali (4'699 W/anno pro capite secondo le stime Bilancio energetico cantonale, 2013).

Come fatto per le emissioni di gas serra, è dunque utile analizzare i consumi dei singoli settori. I consumi di energia primaria suddivisi per settore di utenza finale si presentano come indicato nella tabella sottostante.

Tabella 24 : Panoramica dei consumi di energia primaria suddivisi per settore di consumo finale e vettore energetico a Mendrisio (2013).

Energia primaria utenze [MWh/a]	Energia elettrica	Gas naturale	Olio combust.	Legna	Calore amb.	Calore da Biogas	Solare termico	Totale
Economie domestiche	67'854	62'347	138'962	10'978	15'916		571	296'628
Industria e artigianato	130'865	27'056	24'776	133	577	347		183'753
Commercio e servizi	60'656	18'306	30'244	621	832			110'660
Totale parziale								591'041
Energia primaria mobilità/illumin. pubbl. [MWh/a]	Energia elettrica	Benzina	Diesel	Cherosene	Totale			
Mobilità	9'749	87'005	71'347	2'552	170'652			
Illuminazione pubblica	2'247				2'247			
Totale parziale								172'899

763'940 MWh/a

Per l'analisi del settore "Abitare" si possono prendere in considerazione i consumi di energia primaria delle economie domestiche, che ammontano a 296'628 MWh/a. Il consumo di energia primaria pro capite per il settore "Abitare" si attesta quindi a una potenza continua equivalente pari a circa 2'290 W pro capite.

Per l'analisi del settore "Mobilità" si possono prendere in considerazione i consumi di energia primaria dei carburanti (benzina, diesel e cherosene) e quelli di elettricità per le FFS. In totale i consumi di energia primaria per la mobilità si attestano quindi a 170'652 MWh/a. Il consumo di energia primaria pro capite per il settore "Mobilità" si attesta quindi su una potenza continua equivalente pari a circa 1'317 W pro capite.

A titolo di riferimento il consumo in energia primaria sull'intero territorio Svizzero si attesta intorno ai 1'800 W per il settore "Abitare" e attorno ai 1'700 W per quello della "Mobilità".

Dunque, i valori stimati per il territorio di Mendrisio per il settore "Mobilità" sono inferiori a quelli stimati per l'intero territorio svizzero. Le stime per il settore "Abitare" sono invece molto più elevate per il territorio di Mendrisio che per quello Svizzero.

Tabella 25 Fabbisogno di energia in potenza continua pro capite per i settori "abitare" e "mobilità" a confronto con i valori medi federali attuali e gli obiettivi della Società 2000 Watt.

	 Abitare [W/capite]	 Mobilità [W/capite]
Valore medio CH anno 2005	1'800	1'700
Valore Mendrisio anno 2013	2'290	1'317
Visione società 2000 Watt	500	450
Fattore di riduzione	4.6	2.9

Come già rilevato per le emissioni di CO₂, ciò può essere legato alle caratteristiche delle abitazioni presenti nel territorio comunale di Mendrisio.

5. Confronto con la situazione di Mendrisio al 2009

5.1 Contesto socio-economico

Indipendentemente dagli obiettivi e dalle misure del PECo, l'andamento dei consumi di energia di Mendrisio è influenzato da molteplici fattori esogeni quali ad esempio il numero d'abitanti, le attività economiche, il progresso tecnologico, la sensibilità ecologica dei cittadini, le politiche a livello sovra-ordinato, ecc. La quantificazione di questi fattori non risulta tuttavia di facile interpretazione. Nonostante il relativo aumento della popolazione così come degli addetti ETP, come già evidenziato nel rapporto tecnico del PECo 2009, l'importante complessità non ci permette di determinare l'effetto di questi fattori sull'andamento dei consumi complessivi della città di Mendrisio.

Su queste basi, ai fini della costruzione del PECo, si effettua l'ipotesi che l'aumento spontaneo dei consumi possa essere compensato da una riduzione registrata nello stesso periodo, portando ad un sostanziale equilibrio.

Tabella 26 Consistenza della popolazione e degli addetti ETP nel Comune di Mendrisio per gli anni 2009 e 2013.

	Mendrisio 2009	Mendrisio 2013	Evoluzione 2009-2013
Popolazione	14'235	14'789	+4%
Addetti ETP – Totale	11'672	12'893	+10%
Addetti ETP – Settore Primario	111	102	-8%
Addetti ETP – Settore Secondario	6'106	5'530	-9%
Addetti ETP – Settore Terziario	5'455	7'261	+33%

Si noti che ai fini dell'analisi del bilancio 2009 tutte le aggregazioni erano già state considerate come avvenute, anche se in realtà nel 2009 queste non erano ancora state terminate.

5.2 Consumi di energia

Rispetto al 2009, nel 2013 i consumi complessivi di energia sul territorio di Mendrisio sono diminuiti del 4% circa (Figura 6). Le riduzioni più importanti in termini assoluti sono da ricondurre al settore delle economie domestiche (-15 GWh) e a quello relativo alla mobilità (-15 GWh). In questo contesto è importante considerare che tra il bilancio del 2009 e quello del 2013 il modello per la stima dei consumi del settore della mobilità è stato aggiornato: il dato per il 2009 rappresenta quindi molto probabilmente una sovrastima. Effettuando un confronto senza considerare il settore della mobilità emerge che la riduzione del consumo complessivo è pari a poco meno del 2%.

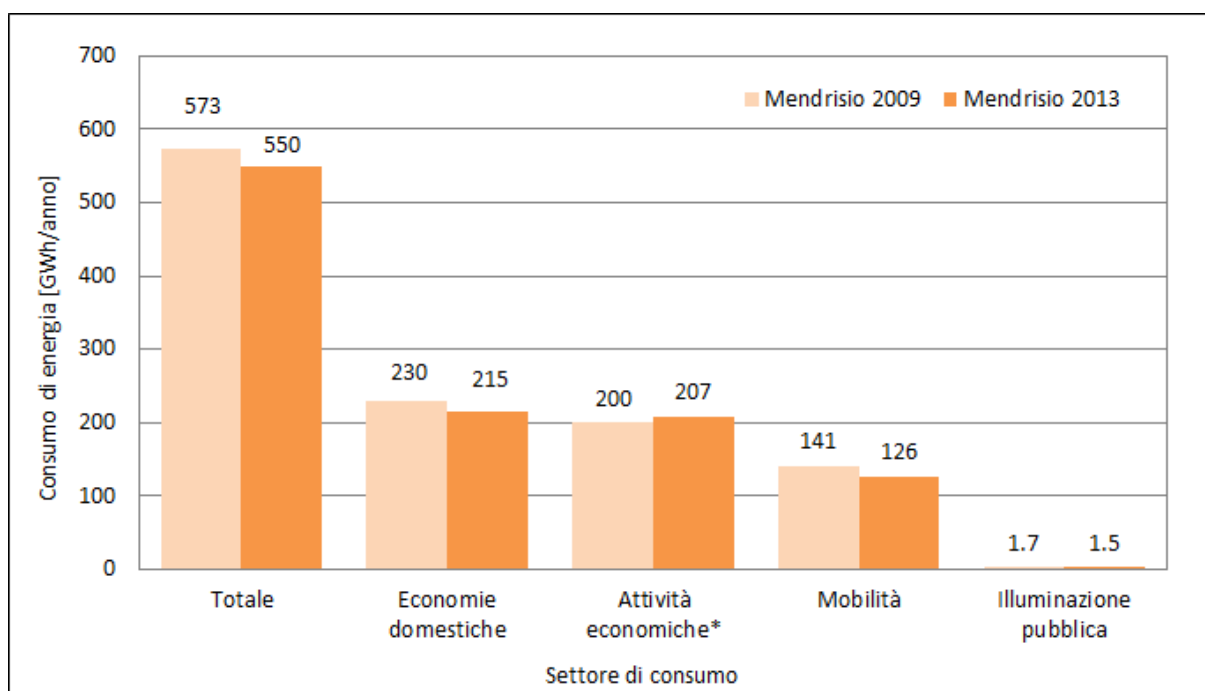


Figura 6 Ripartizione dei consumi di energia nei vari settori per Mendrisio negli anni 2009 e 2013.

* L'ambito «Attività economiche» raggruppa sia il settore artigianato e industria che commercio e servizi.

A differenza del trend generale di riduzione, per l'ambito delle attività economiche, che raggruppa i consumi dell'artigianato e dell'industria e del commercio e dei servizi, è stato registrato un aumento dei consumi pari al 4%.

Confrontando la ripartizione dei vettori energetici impiegati a Mendrisio nel 2009 e nel 2013 per coprire il fabbisogno di energia si nota in particolare che (Figura 7):

- Il consumo di gas naturale e di energia da fonti rinnovabili ha subito un forte aumento (+31% risp. +38%) mentre il consumo di olio combustibile è diminuito del 24%. Ciò lascia supporre che diversi utenti abbiano abbandonato l'olio combustibile per passare al gas naturale oppure a fonti di energia rinnovabili.
- Il consumo di elettricità è aumentato del 7%. Questo aumento è da ricondurre in primo luogo alle attività economiche (+12 GWh) e in misura minore alle economie domestiche (+2 GWh). Mentre per i settori illuminazione pubblica e mobilità nel 2013 sono stati registrati dei consumi di elettricità leggermente più contenuti rispetto al 2009.

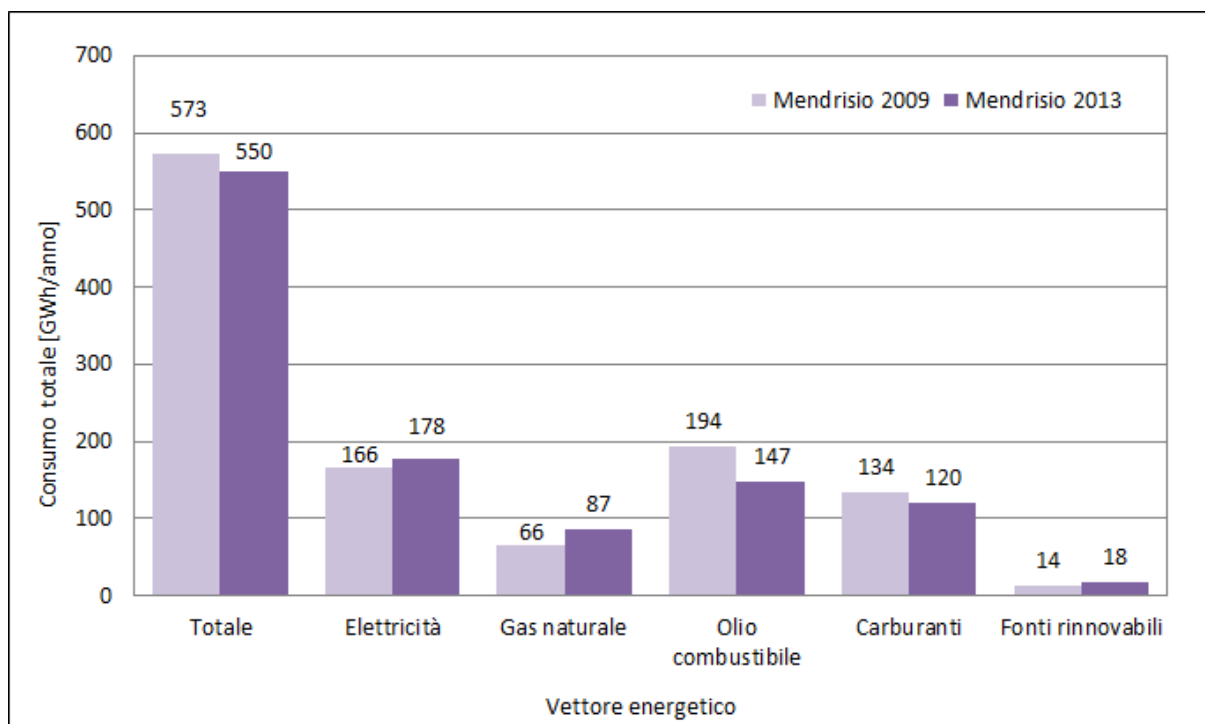


Figura 7 Ripartizione dei vettori energetici utilizzati per coprire il fabbisogno di energia di Mendrisio negli anni 2009 e 2013.

Come indicato sopra, nel valutare la variazione dei consumi di carburante è importante considerare che per il 2013 il modello di stima è stato aggiornato e conseguentemente il valore per il 2009 rappresenta molto probabilmente una sovrastima.

5.3 Produzione di energia da fonti rinnovabili

Tra il 2009 e il 2013 la produzione di energia da fonti rinnovabili sul territorio di Mendrisio è più che raddoppiata (1'345 GWh nel 2009 e 3'099 GWh nel 2013). Un confronto tra le singole fonti rinnovabili è rappresentato in Tabella 27 e Figura 8.

Per quanto riguarda la tecnologia del fotovoltaico, negli ultimi quattro anni sul territorio di Mendrisio la potenza installata è aumentata di un fattore 40, mentre il numero di impianti di un fattore 9. Ciò significa che la potenza media per singolo impianto è aumentata notevolmente (2009: in media 4 kW per impianto, 2013: in media 18 kW per impianto). A titolo di paragone, nello stesso periodo a livello cantonale la potenza installata è aumentata di un fattore 10, mentre il numero di impianti di un fattore 5. Il trend di diffusione di impianti fotovoltaici a Mendrisio è quindi più marcato rispetto a quanto registrato in media a livello ticinese. Al 2013, gli impianti fotovoltaici installati a Mendrisio costituiscono ca. il 7% della potenza complessivamente installata nel Canton Ticino.

Tra il 2009 e il 2013 anche la diffusione dei collettori solari termici a Mendrisio è aumentata, anche se in maniera più contenuta rispetto agli impianti fotovoltaici. Infatti la superficie installata ha subito un incremento di un fattore 6, mentre il numero di impianti di un fattore 8. Nel periodo considerato la superficie media per singolo impianto è quindi diminuita (2009: in media 13 m² per impianto, 2013: in media 10 m² per impianto). Al 2013, gli impianti solari termici a Mendrisio rappresentano ca. il 3% della superficie complessivamente installata a

livello cantonale. Si ricorda che sia per Mendrisio che per il Cantone i valori relativi alla tecnologia del solare termico includono esclusivamente gli impianti che hanno beneficiato di un sussidio cantonale.

Tabella 27 Confronto della produzione di energia da fonti rinnovabili a Mendrisio negli anni 2009 e 2013.

	Mendrisio 2009	Mendrisio 2013
Solare termico		
Numero impianti [num]	8	61
Superficie [m ²]	106.3	608.2
Produzione energia termica [MWh]	51*	353
Fotovoltaico		
Numero impianti [num]	7	60
Potenza [kWp]	26	1'078
Produzione energia elettrica [MWh]	28	1'186
Biogas (IDA)		
Numero impianti [num]	1	1
Produzione energia termica [MWh]	1'010	1'356
Produzione energia elettrica [MWh]	254	204

* Nel 2009 per calcolare l'energia termica prodotta è stata utilizzata la resa energetica di 484 kWh/anno ottenuta dal programma di simulazione Polysun. Nel 2013 è stato invece deciso di applicare il valore medio di 580 kWh/anno stimato da Swissolar.

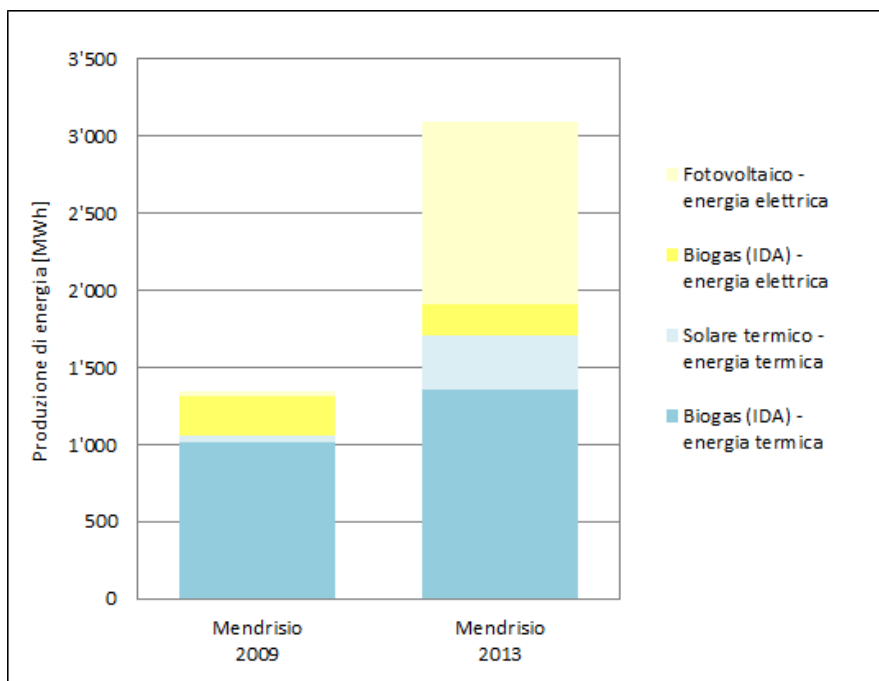


Figura 8 Produzione di energia da fonti rinnovabili a Mendrisio nel 2009 e nel 2013.

5.4 Visione Società a 2000 Watt

5.4.1 Situazione al 2013

Affiancando le stime relative alle emissioni pro capite di gas serra ai consumi pro capite di energia primaria (questi ultimi espressi in potenza continua) è possibile verificare la posizione di Mendrisio rispetto alla situazione cantonale e alla visione Società a 2000 Watt. Come mostrato nella Figura 9, nel 2013 per Mendrisio risulta un consumo medio di energia primaria di 5'897 Watt pro capite e delle emissioni di gas serra di 7.7 ton CO₂ pro capite. Dal 2009 al 2013 sia il consumo di energia primaria pro capite che le emissioni di gas serra pro capite sono quindi diminuiti in modo importante (-18% risp. -25% in confronto al valore del 2009). Anche a livello cantonale si registra un trend analogo, la riduzione è però leggermente più contenuta sia per l'energia primaria che per le emissioni di gas serra. Ciononostante, al 2013 i valori di Mendrisio risultano superiori alla media cantonale: come già affermato, questa differenza può essere ricondotta al carattere prevalentemente commerciale-industriale del comune, che non presenta quindi una struttura economica tale da poter essere rappresentativa dei valori medi del Canton Ticino.

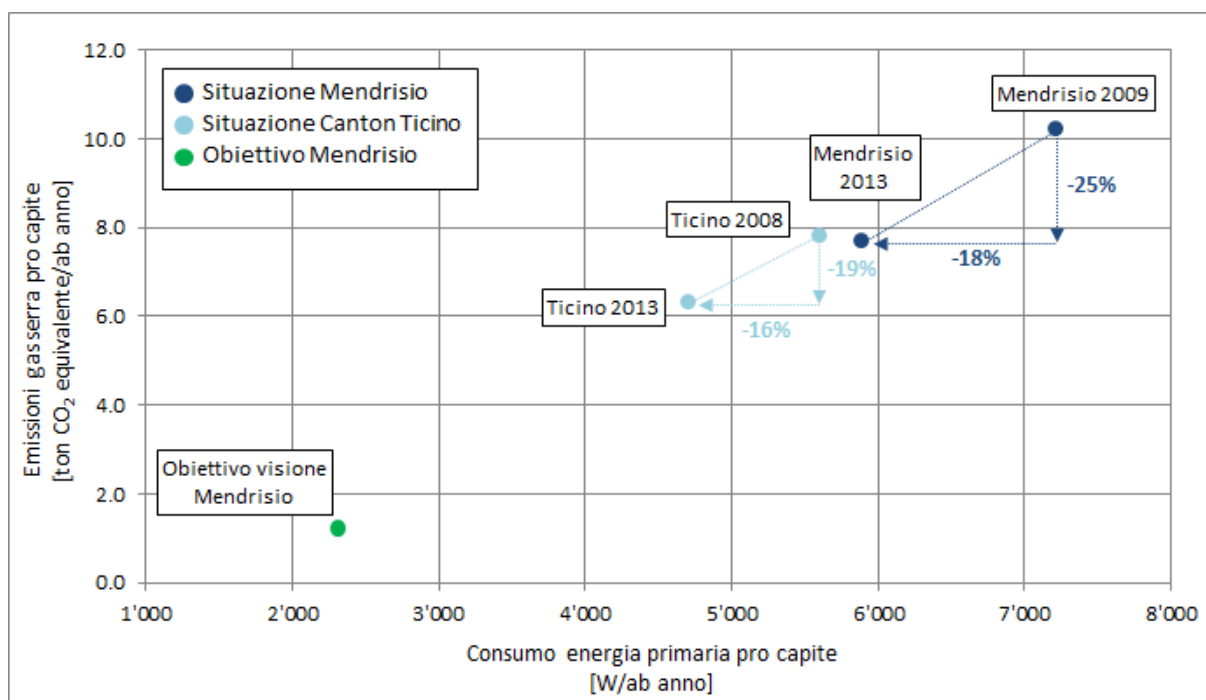


Figura 9 Evoluzione del consumo di energia primaria pro capite e delle emissioni di gas serra pro capite per Mendrisio (2009 e 2013) e per il Canton Ticino (2008 e 2013).⁸

La riduzione dei consumi di energia primaria e delle emissioni di gas serra registrata a Mendrisio tra il 2009 e il 2013 è da ricondurre da una parte alla diminuzione dei consumi complessivi di energia finale (come indicato nel capitolo 5.5) e dall'altra alla differenza

⁸ In seguito all'eliminazione dei fattori correttivi (grandi consumatori e turismo del pieno) nella procedura di analisi adottata per l'aggiornamento del PECo 2013, questi valori, quantificati in 300 W/abitante sono stati sottratti anche al bilancio del 2009. Il consumo di energia primaria pro capite per il 2009 si attesta quindi a 7'215 W/abitante.

ripartizione dei vettori energetici utilizzati per coprire il proprio fabbisogno energetico. Per comprendere l'effetto di quest'ultimo fattore è utile effettuare un'analisi in base ai vettori energetici: energie fossili, energie rinnovabili/calore residuo, elettricità e carburanti (Figura 10). In base a questa valutazione emerge che il contributo maggiore alla riduzione dei valori registrati nel 2009 è dato dall'elettricità e più precisamente dalla composizione del suo mix. Nel 2009 una parte importante di elettricità consumata a Mendrisio proveniva da vettori energetici non omologabili, quali carbone e gas, con un elevato impatto in termini di energia primaria ed emissioni di gas serra. Il mix di consumo del 2013 è invece composto per la maggior parte da vettori energetici rinnovabili che hanno un impatto molto più contenuto. Il cambiamento del mix di energia elettrica ha permesso di ridurre di 777 Watt (da 2'872 Watt a 2'095 Watt) il consumo di energia primaria pro capite e di 1.2 ton CO₂ equivalente (da 1.4 a 0.2 ton CO₂) le emissioni di gas serra pro capite, malgrado il consumo di elettricità (energia finale) sia aumentato del 7%. La conversione degli impianti da riscaldamento da olio combustibile a gas naturale hanno invece permesso una riduzione più contenuta sia dell'energia primaria che dell'emissione di gas ad effetto serra (da 2'726 Watt/capite a 2'329 Watt/capite per l'energia primaria e da 5.5 ton CO₂ a 4.7 ton CO₂ per le emissioni di gas ad effetto serra).

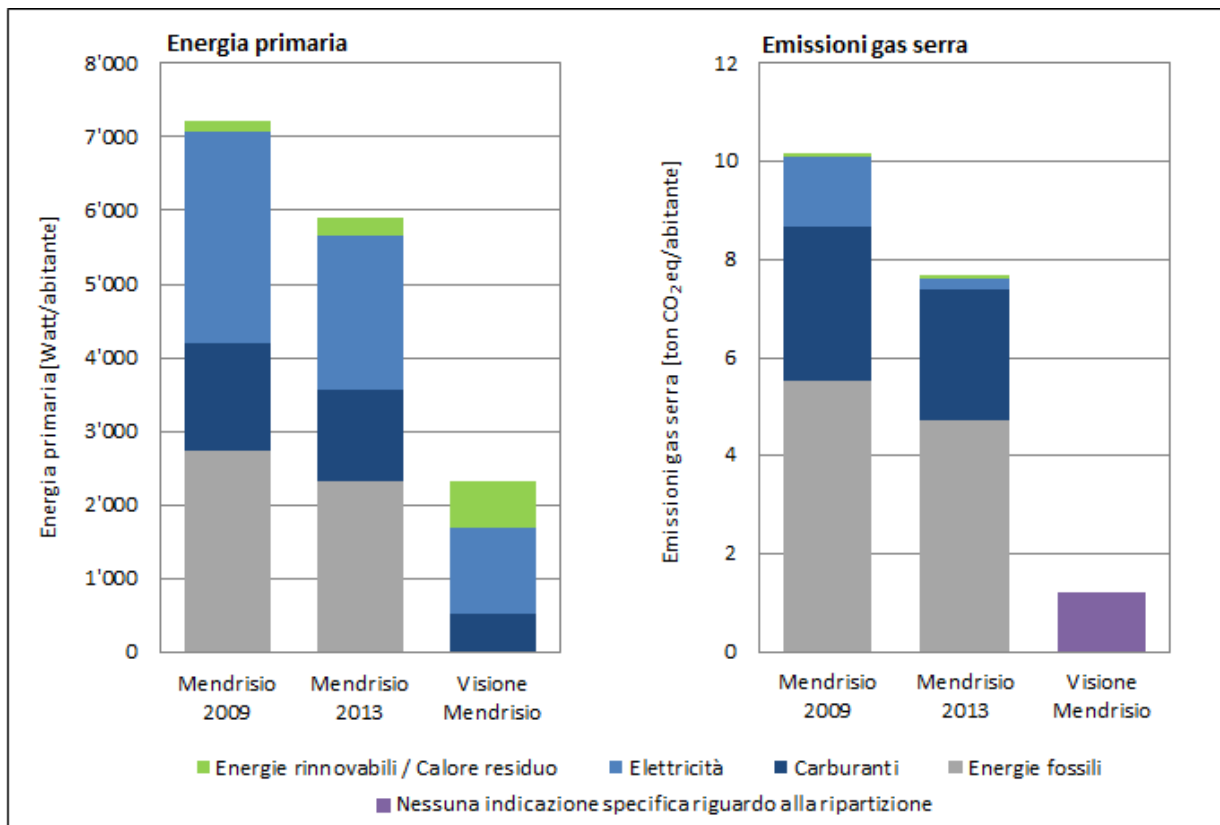


Figura 10 Consumo di energia primaria e emissioni di gas serra per Mendrisio negli anni 2009 e 2013 e confronto con la visione Società a 2000 Watt.

Anche l'impatto relativo al consumo di energie fossili si è ridotto in questi quattro anni. Ciò è dovuto non solo alla diminuzione del loro consumo complessivo (energia finale), ma anche alla sostituzione dell'olio combustibile con il gas, vettore energetico che mostra un impatto in termini di energia primaria e emissioni di gas serra leggermente più contenuto rispetto all'olio.

5.4.2 Obiettivi di riduzione

L'obiettivo di efficienza energetica di 2000 Watt di energia primaria pro capite e quello relativo al contenimento delle emissioni di gas serra a 1 ton CO₂ equivalente pro capite corrispondono ai valori mirati validi a livello nazionale. In questo contesto è utile ricordare che ogni Comune ha una situazione iniziale differente che dipende dalla struttura socio-economica e dalle caratteristiche dell'edificato e delle infrastrutture. Gli obiettivi della visione a livello comunale sono pertanto definiti applicando una riduzione percentuale dello specifico valore di partenza del Comune. In questo modo, se ogni comune applicasse i valori percentuali di riduzione, la Svizzera diventerebbe una Società a 2000 Watt.

In base a quanto espresso gli obiettivi di riduzione a lungo termine specifici per Mendrisio corrispondono a un consumo medio di energia primaria di 2'309 Watt pro capite e a emissioni medie di 1.2 ton CO₂ pro capite. Per guidare l'operato comunale nella direzione indicata da tale visione sono stati inoltre definiti degli obiettivi riferiti agli anni 2020, 2035 e 2050. Come si può notare dalla Figura 11, al 2013 Mendrisio ha già raggiunto e superato gli obiettivi di riduzione indicati per il 2020.

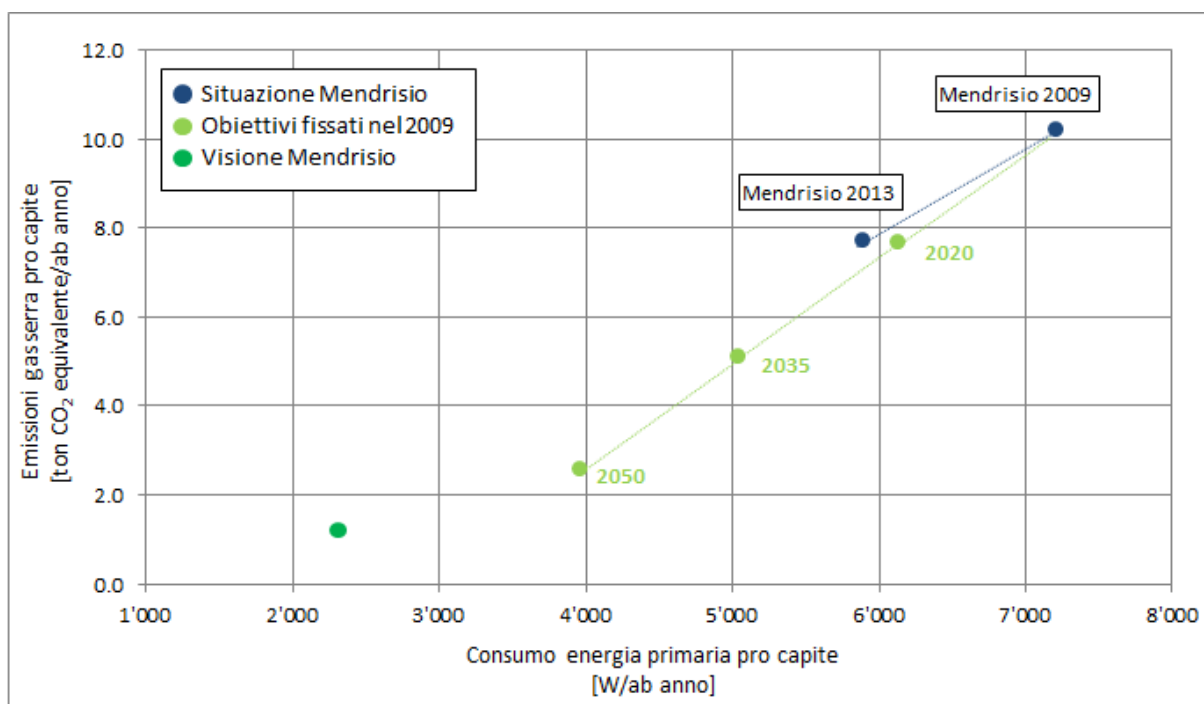


Figura 11 Obiettivi di riduzione per Mendrisio.

A seguito del cambiamento del mix dell'elettricità avvenuta nel 2010 e, in misura minore, della progressiva conversione del riscaldamento ad olio combustibile verso il gas naturale è stata constatata una notevole riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra così come dell'energia primaria pro capite. L'influenza che ha potuto avere la variazione del mix di energia elettrica può essere chiaramente esplicitata indicando la differenza con il mix utilizzato nell'orizzonte temporale del 2009. Come indicato nell'Allegato 4 il consumo totale di energia primaria per il 2013, considerando unicamente il consumo di energia elettrica, ammonta a 271'370 MWh/anno, che corrispondono a 2'095 W/abitante di potenza continua. Consumando gli stessi quantitativi ma considerando il mix del 2009 questo valore aumenta

fino a raggiungere i 2'610 W/capite. Una riduzione di ca. il 20%, relativamente all'energia elettrica, è quindi imputabile unicamente a questo fattore.

Gli obiettivi di riduzione così come la situazione del 2009 e del 2013 sono riportati in Tabella 28.

Tabella 28 Obiettivi di riduzione intermedi per Mendrisio.

	2009	2013	2020	2035	2050	Visione Mendrisio
Energia primaria [Watt / abitante]	7'216	5'897	6'134	5'051	3'969	2'309
Emissioni di gas serra [ton CO ₂ eq /abitante]	10.2	7.7	7.7	5.1	2.6	1.2

Nonostante gli obiettivi intermedi relativi al 2020 siano stati raggiunti con largo anticipo, un impegno costante sarà comunque necessario per raggiungere i traguardi di riduzione futuri (2035). Considerando che il potenziale di riduzione ottenibile grazie all'utilizzo di energia elettrica più ecologica è già stato quasi completamente sfruttato, grazie all'utilizzo del nuovo mix, sarà quindi necessario agire da subito sia sull'efficienza energetica, riducendo i consumi presenti sul territorio, che sulla sostituzione e l'abbandono delle fonti fossili.

Questi aspetti, che in minima parte sono già avvenuti malgrado il PECo sia stato approvato nella primavera 2013, dovranno essere accentuali mettendo in atto il più possibile le misure previste dal piano d'azione.

Allegato 1

Modello di stima del fabbisogno di energia per il riscaldamento degli edifici residenziali, per commercio e servizi

Il consumo di energia per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria per gli edifici residenziali, per commercio e per servizi viene stimato a partire dall'individuazione di un fabbisogno *teorico* di energia, al quale viene applicato un correttivo che riflette le effettive condizioni di utilizzo degli edifici. I paragrafi seguenti descrivono l'approccio seguito.

1. Costruzione di una banca dati dell'edificato di Mendrisio

Sono utilizzati i dati contenuti:

- nel Registro Edifici e Abitazioni (REA) gestito, per il Cantone Ticino, dall'USTAT (aggiornamento maggio 2014);
- nel Catasto dei piccoli impianti di combustione, gestito dalla SPAAS (aggiornamento giugno 2014).

Il REA fornisce indicazioni per tutti gli edifici sul territorio cantonale di tipo residenziale o assimilabile⁹ in relazione alla superficie coperta (la proiezione dell'edificio sull'asse orizzontale), al numero di piani, all'epoca di costruzione e al tipo di fonte energetica per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria. Si tratta di una banca dati di notevole importanza, coordinata a livello federale, allestita per la prima volta con i dati del Censimento Federale dell'anno 2000 e sottoposta a continuo aggiornamento, revisione e integrazione.

Il Catasto dei piccoli impianti di combustione fornisce invece informazioni relative a tutti gli impianti di combustione (caldaie) alimentati a olio e gas naturale, di potenza inferiore a 1'000 kW. Il Catasto è aggiornato su base biennale, mediante controllo diretto di ciascun impianto da parte dei controllori della combustione incaricati dai Comuni.

Il Catasto dei piccoli impianti fornisce indicazioni circa la tipologia di combustibile utilizzato, la potenza dell'impianto e l'anno di installazione. Non fornisce invece indicazioni circa i consumi effettivi degli impianti.

Le due banche dati possono essere poste in relazione basandosi sul mappale catastale, che è riportato in entrambe: incrociando opportunamente le due banche dati viene creata una nuova banca dati che contiene le informazioni presenti in entrambe. La banca dati così creata è qui indicata come "Banca dati consumi dell'edificato di Mendrisio".

Per ogni edificio contenuto nel REA o ogni impianto contenuto nel Catasto degli impianti di combustione, essa contiene le voci riportate nella tabella che segue.

⁹ Esso include anche edifici a destinazione non abitativa, sebbene in termini parziali e non esaustivi, poiché a livello federale non sussiste l'obbligo per i Comuni di includere questa tipologia di edifici.

Tabella 29 I campi della “Banca dati consumi dell’edificio di Mendrisio” e le relative fonti.

	REA	Catasto dei piccoli impianti di combustione
Comune	X	X
Mappale	X	X
Coordinata X	X	
Coordinata Y	X	
Numero di appartamenti	X	
Numero dei piani	X	
Superficie coperta	X	
Periodo di costruzione	X	
Periodo di rinnovamento	X	
Classe dell’edificio	X	
Categoria dell’edificio	X	
Fonte energetica per il riscaldamento e l’acqua calda sanitaria	X	X
Potenza impianto [kW]		X

Per identificare il vettore energetico che alimenta ciascun edificio (“Fonte energetica per il riscaldamento e l’acqua calda sanitaria”) si fa riferimento alle seguenti informazioni:

- REA: campo “Fonte energetica per il riscaldamento” (GENHZ) e “Fonte energetica per la produzione di acqua calda sanitaria (GENWW);
- Catasto dei piccoli impianti di combustione: campo “tipo di combustibile” (BCom);
- Catasto dei piccoli impianti di combustione: campo “solo riscaldamento o riscaldamento e acqua calda sanitaria” (ACS).

Tabella 30 Le informazioni riportate nel REA e nel Catasto dei piccoli impianti di combustione circa la fonte energetica utilizzata per il riscaldamento degli edifici.

Fonti energetiche	Codice REA [campo GENHZ]	Codice REA [campo GENWW]
Nessuna fonte energetica	7200	7200
Olio da riscaldamento	7201	7201
Carbone	7202	7202
Gas	7203	7203
Elettricità	7204	7204
Legna	7205	7205
Pompa di calore	7206	7206
Collettore solare	7207	7207
Calore a distanza	7208	7208
Altre fonti energetiche	7209	7209

Combustibile	Codice Catasto impianti di combustione [campo BCom]
Olio combustibile	1
Gas naturale	2
Bicombustibile a gasolio	31
Bicombustibile a gas	32
Bicombustibile a gas liquido	34
Gas liquido	4

Le logiche utilizzate per l’unione delle due banche dati sono sintetizzate in Tabella 31.

Tabella 31 Le logiche di unione dei dati contenuti nelle banche dati REA e Catasto dei piccoli impianti di combustione, per comporre la “Banca dati dei consumi dell’edificato Mendrisio”.

Banca dati consumi dell’edificato di Mendrisio	
Problema	Soluzione
1. Più edifici esistenti sullo stesso mappale o più impianti di combustione contenuti nello stesso edificio	Tutti gli oggetti sono inseriti, con indicazione delle coordinate dei singoli edifici (baricentro)
2. Indicazione del vettore energetico conflittuale tra REA e Catasto degli impianti di combustione	E’ inserita l’indicazione contenuta nel Catasto degli impianti di combustione
3. Vettore energetico indicato come gas o olio dal REA ma non presente nel Catasto degli impianti di combustione	Il vettore energetico è classificato come “Altre fonti energetiche”
4. Vettore energetico indicato come gas o olio nel Catasto degli impianti di combustione ma non presente nel REA	Sono stimati la superficie coperta dell’edifici e il numero di piani e la categoria dell’edificio grazie al catasto ufficiale

Per le analisi relative agli edifici residenziali, sono selezionati gli edifici di categoria “casa unifamiliare” e “casa plurifamiliare” individuati dal REA (campo “Categoria dell’edificio” GKAT, rispettivamente codice “1021” e “1025”). Sono stati inoltre sottoposti a verifica puntuale gli edifici appartenenti alla categoria “edifici a destinazione accessoria”, “edifici a destinazione parzialmente abitativa” e “edifici a uso non abitativo” (campo “Categoria dell’edificio” GKAT, rispettivamente codice “1030”, “1040” e “1060”). L’attività è risultata alquanto onerosa in quanto ha richiesto una verifica puntuale edificio per edificio¹⁰.

Si è in seguito proceduto all’aggregazione degli edifici alle diverse categorie d’edificio secondo la norma SIA. Ciò ha permesso l’individuazione e l’assegnazione ai settori “edifici residenziali”, “uffici e edifici per il commercio” e “edifici artigianali e industriali” secondo la seguente tabella:

Tabella 32 assegnazione delle categorie d’edificio secondo norma SIA.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	abitazioni plurifamiliari	abitazioni monofamiliari	amministrazione	scuole	negozi	ristoranti	locali pubblici	ospedali	industrie	magazzini	impianti sportivi	piscine coperte
Edificio residenziale	X	X										
Uffici e edifici per il commercio			X	X	X	X	X	X			X	X
Edifici artigianali e industriali									X	X		

¹⁰ Non si sono effettuati sopralluoghi in loco ma analisi basate sull’incrocio di mappe, ortofoto e dati catastali, con l’ausilio di strumenti GIS e WebGIS.

2. Stima del fabbisogno teorico di energia termica per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria

Per stimare il fabbisogno termico teorico di energia termica F_t per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria, espresso in [kWh/anno], per ogni oggetto contenuto nella "Banca dati consumi dell'edificato di Mendrisio" è necessario stimare i seguenti due elementi:

- superficie di riferimento energetico A_E [m²];
- indice di fabbisogno di energia termica per metro quadro dell'edificio IE [kWh/m² anno]¹¹.

Noti tali valori, il fabbisogno teorico di energia termica è individuato dalla seguente relazione:

$$F_t = A_E \cdot IE$$

La stima della superficie di riferimento energetico A_E è effettuata mediante la seguente relazione:

$$A_E = S \cdot n$$

dove

- S [m²] rappresenta la superficie coperta dell'edificio, cioè la proiezione sul piano orizzontale della superficie dell'edificio [campo GAREA del REA]; nei casi in cui la superficie non è indicata nel REA mediante GIS se ne effettua una stima numerica;
- n rappresenta il numero di piani dell'edificio [campo GASTW del REA]; nei casi in cui il numero di piani non è indicato. Quest'informazione viene ricavata dal catasto comunale o, mediante GIS, ne viene effettuata una stima numerica.

L'indice di fabbisogno energetico IE dipende dalle tecniche costruttive e impiantistiche che caratterizzano ciascun edificio: per una valutazione puntuale e realistica di tale valore occorrerebbe analizzare uno per uno tutti gli edifici esistenti. Al fine di produrre analisi di tipo statistico si può tuttavia utilizzare una stima, ricavabile in base all'epoca di costruzione dell'edificio. Alle diverse epoche storiche possono infatti essere associate tecniche costruttive ed edilizie "medie", in base alle quali è possibile ricavare una stima del consumo per metro quadro di edificio.

Gli indici energetici per i periodi di costruzione fino all'anno 2000 risultano dalla somma della media dell'indice energetico dell'involucro definito grazie all'analisi CECE e dell'indice del fabbisogno termico per l'acqua calda definito dalla norma SIA 380/1 (2009).

¹¹ I parametri utilizzati corrispondono a quelli indicati dalla norma SIA 380/1 (2009):

- F_t = fabbisogno termico per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria Q_{hww} [MJ/m²];
- IE = fabbisogno energetico finale per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria $E_{F,hww}$ [MJ/m²];
- SRE = superficie di riferimento energetico A_E [m²].

Categoria d'edificio	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	abitazioni plurifamiliari	abitazioni monofamiliari	amministrazione	scuole	negozi	ristoranti	locali pubblici	ospedali	industrie	magazzini	impianti sportivi	piscine coperte
Fabbisogno termico per l'acqua calda MJ/m ²	75	50	25	25	25	200	50	100	25	5	300	300

Tabella 33 Fabbisogno termico annuale per l'acqua calda sanitaria in riferimento alla categoria di edificio [MJ/m² di superficie di riferimento energetico] [fonte: Norma SIA 380/1, aggiornamento 2009].

Per i periodi di costruzione successivi al 2000 si sono invece utilizzati gli indici energetici definiti in base alle disposizioni legislative in materia. Queste sono:

- Decreto esecutivo sui provvedimenti di risparmio energetico nell'edilizia (DE, 2002);
- Regolamento sull'utilizzazione dell'energia (RUEn, 2008).

Al fine di ottenere i valori relativi al consumo per riscaldamento degli stabili residenziali devono essere sottratti i consumi relativi al riscaldamento dell'acqua calda sanitaria.

L'andamento dell'*IE* ricostruito secondo queste logiche è stato aggiornato recentemente ed è riportato in Figura 12.

Si sottolinea che i valori così ottenuti riflettono l'attuale struttura dei consumi degli edifici in relazione all'epoca di costruzione, pertanto tengono già conto del fatto che nel corso degli anni gli edifici di più antica costruzione sono stati sottoposti ad interventi di ristrutturazione, quali sistemazione delle facciate, rifacimento tetto, sostituzione serramenti etc.

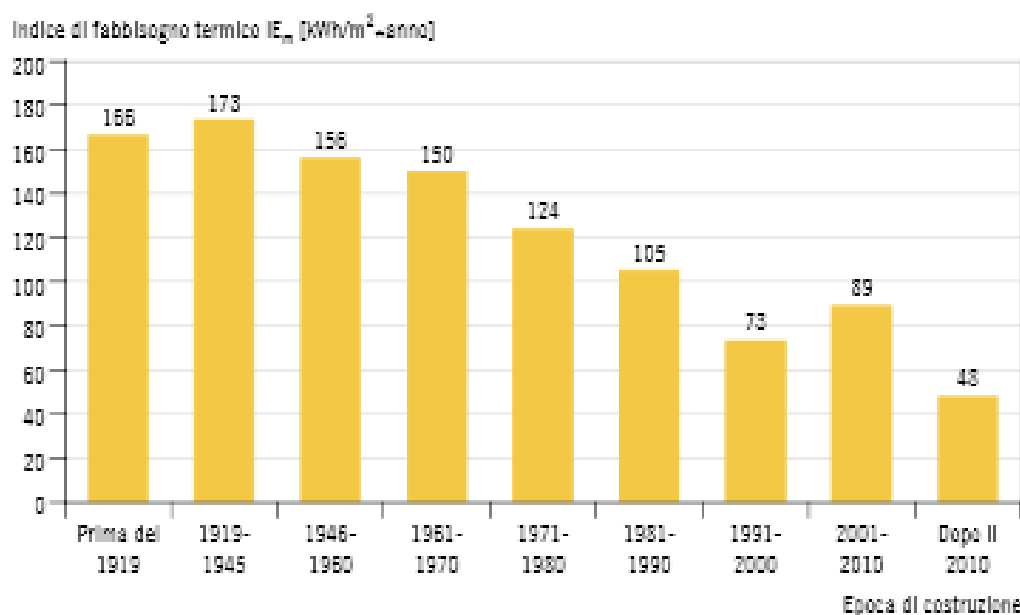


Figura 12 Andamento dell'indice di fabbisogno di energia termica *IE* (riscaldamento e acqua calda sanitaria) in base al periodo di costruzione degli edifici.

La determinazione dell'epoca di costruzione o ristrutturazione dell'edificio è effettuata in base ai dati contenuti nel REA, campi GBAUP o GRENP, in alcuni casi aggiornati sulla base della verifica puntuale condotta (cfr. nota 10). È disponibile una classificazione secondo le seguenti epoche:

Epoca di costruzione	Codice REA [campi GBAUP o GRENP]
Prima del 1919	8011
Dal 1919 al 1945	8012
Dal 1946 al 1960	8013
Dal 1961 al 1970	8014
Dal 1971 al 1980	8015
Dal 1981 al 1985	8016
Dal 1986 al 1990	8017
Dal 1991 al 1995	8018
Dal 1996 al 2000	8019
Dal 2001 al 2005	8020
Dal 2006 al 2010	8021
Dal 2011 al 2015	8022
Dopo il 2015	8023

La stima dell'indice di fabbisogno teorico deve inoltre tenere conto del fatto che alcuni edifici di tipo residenziale sono utilizzati in qualità di residenza secondaria, o non sono utilizzati affatto. Le abitazioni secondarie sono occupate prevalentemente durante la stagione estiva, pertanto non sono responsabili di consumi per riscaldamento. Il consumo per l'acqua calda sanitaria ad esse riconducibile è inoltre trascurabile rispetto a quello di un edificio occupato in modo permanente, pertanto in questo approccio è ritenuto nullo.

L'informazione circa il numero di edifici abitati in modo permanente è ricavabile dal Censimento Federale del 2000. Questi valori esistono separatamente per i quartieri che compongono oggi il comune di Mendrisio (nel 2000, anno del censimento, l'aggregazione non era ancora stata completata). Al fine di poter avere un valore unico che caratterizza il comune, è stata effettuata una media ponderata sul numero di edifici censiti nel 2000 fra quartieri ottenendo il risultato presentato nella Tabella 34. A questo proposito si segnala come, a causa della recente implementazione della nuova banca dati Federale interattiva (STAT-TAB), non sia stato possibile considerare nell'analisi i tre nuovi quartieri di Mendrisio (Ligornetto, Besazio, Meride). Visto il numero relativamente basso di edifici presenti in questi tre nuovi quartieri si considera tuttavia che questa carenza abbia un influsso ridotto sulle stime effettuate.

Tabella 34 Caratterizzazione delle abitazioni dal punto di vista dell'occupazione nel corso dell'anno, [fonte: Censimento Federale delle abitazioni, anno 2000].

	Abitazione occupata permanentemente	Abitazione occupata temporaneamente	Abitazione non occupata	Riduzione percentuale consumi
Mendrisio (esclusi Ligornetto, Meride e Besazio)	4'774	613	95	12.81%

Ai nostri fini si è ipotizzato che la *percentuale degli edifici* residenziali abitati in modo permanente indicata dal Censimento, articolata dunque per Comune, coincida con la *percentuale di superficie* degli edifici abitati in modo permanente: le rimanenti superfici sono state considerate responsabili di un fabbisogno energetico pari a zero. È dunque stata considerata un'identica percentuale per tutti gli edifici indipendentemente dal loro vettore energetico.

Le informazioni così ricostruite consentono di attribuire a ciascun edificio residenziale abitato stabilmente e agli edifici commerciali e per servizi l'indice medio di fabbisogno energetico, con un buon grado di approssimazione. Con questi elementi è possibile ricavare il fabbisogno termico teorico di ogni edificio.

La Tabella 35 riporta la stima dei consumi effettivi per il riscaldamento delle abitazioni e degli edifici per commercio e servizi nel 2013.

I valori così ottenuti sono considerati realistici. È importante sottolineare tuttavia che, trattandosi di stime, devono essere utilizzati per definire l'ordine di grandezza dei valori di consumo, più che i valori assoluti.

Tabella 35 Consumi per il riscaldamento degli edifici residenziali e per commercio e servizi (2013).

[MWh/anno]	Energia elettrica (risc. Diretto o ad accumulato)	Energia elettrica (pompe di calore)	Gas naturale	Olio	Calore ambiente (pompe di calore)	Legna	Solare termico	TOTALE
MENDRISIO Edifici residenziali	20'578	4'574	50'100	105'342	9'147	5'911	245	195'898
MENDRISIO Edifici per commercio e servizi	295	239	14'710	22'927	478	335	---	38'984
MENDRISIO Totale	20'873	4'813	64'810	128'269	9'625	6'246	245	234'882

Allegato 2

Modello di stima del fabbisogno di energia per la mobilità

1. Consumo di carburante per autotrazione

I consumi sono definiti facendo riferimento ai seguenti elementi:

- dati sui veicoli immatricolati messi a disposizione dalla Sezione della circolazione;
- valori medi di percorrenza [km/anno] e di consumo in base alla tipologia di veicolo [l/km percorso];

La consistenza del parco veicoli immatricolato è stata indicata dalla Sezione della circolazione del Cantone, che ha fornito i dati riportati in Tabella 36.

Tabella 36 Parco veicoli immatricolati sul territorio di Mendrisio [fonte: Sezione della circolazione, dicembre 2013].

Automobili benzina	Automobili diesel	Autoveicoli leggeri	Autoveicoli pesanti	Autobus	Furgoncini	Autobus snodati	Autofurgoni	Autocarri	Trattori agricoli	Carri con motore agricoli	Motoveicoli	Motoleggere	Ciclomotori
7'132	2'631	55	6	21	15	1	819	100	200	36	2'078	212	1'260

I valori medi di percorrenza [km/anno] e consumo medio annuo [l/km] per tipologia di veicolo sono riportati in Tabella 37.

Tabella 37 Parametri di riferimento per definire il consumo di carburante.

Tipologia di veicolo	Percorrenza media annua¹² [km]	Consumo medio¹³ [l/km]
Automobili benzina	12'358	0.077
Automobili diesel	12'358	0.064
Autoveicoli leggeri	15'792	0.110
Autoveicoli pesanti	37'921	0.323
Autobus	15'792	0.323
Furgoncini	15'792	0.110
Autobus snodati	15'792	0.323
Autofurgoni	12'807	0.131
Autocarri	53'132	0.323
Trattori agricoli	1'981	0.400
Carri agricoli con mot.	1'981	0.200
Motoveicoli	2'642	0.040
Motoleggere	2'642	0.018
Ciclomotori	802	0.034

Si effettua l'ipotesi che siano alimentati a benzina i veicoli delle categorie

- autoveicoli leggeri
- motoveicoli
- motoleggere
- ciclomotori

e che siano alimentati a diesel i veicoli di tutte le altre tipologie.

Moltiplicando il numero di veicoli immatricolati sul territorio di Mendrisio per i rispettivi indici di percorrenza media annua e i valori di consumo medi riportati in Tabella 37, è possibile stimare il consumo di carburante dovuto al traffico motorizzato privato.

Tabella 38 Resa energetica e densità media per i carburanti benzina e diesel [fonte: Ufficio Federale dell'ambiente e Ufficio federale dell'energia].

	Resa energetica [MWh/ton]	Densità [ton/1000 l]
Benzina	11.83	0.74
Diesel	11.94	0.83

Considerando i parametri di resa energetica e densità riportati in Tabella 38, per il territorio Mendrisio si ottengono le stime di consumo riportate in Tabella 39.

¹² Fonte: Prestations du transport privé motorisé de personnes par la route, OFS, febbraio 2014; Le transport de marchandises en Suisse, OST, 2013.

¹³ Fonte: Energieverbrauch und Energieeffizienz der neuen Personenwagen 2013, BFE, giugno 2013.

Tabella 39 Stima dei consumi di energia generati dalla mobilità veicolare (parco veicoli immatricolati).

	Benzina traffico motorizzato [MWh/anno]	Diesel traffico motorizzato [MWh/anno]	Totale traffico motorizzato [MWh/anno]
Mobilità veicolare	62'724	54'972	117'696

2. Consumo di carburante per aviazione e navigazione

I consumi di carburante per aviazione e navigazione (cherosene) sono stimati a partire dai dati di consumo cantonali, ricavati dal bilancio energetico cantonale del 2013, attraverso la definizione di indici di consumo pro capite [kWh/abitante anno].

Tabella 40 Indici di consumo pro capite di petrolio per aviazione e carburante per navigazione.

	Consumo Cantone Ticino (2013) [MWh/anno]	Indice pro capite Ticino (2013) [kWh/abitante anno]	Consumo Mendrisio [MWh/ anno]
Cherosene aviazione	41'709	120	1'780
Cherosene navigazione	5'528	16	236
Totale	47'237	136	2'016

3. Consumo di energia elettrica per trazione ferroviaria

Il consumo di energia elettrica per trazione ferroviaria è stimato secondo la logica utilizzata per il consumo di carburanti per aviazione e navigazione, a partire cioè da un indice medio di consumo pro capite ricavato dalle stime di consumo cantonale proposte dal bilancio energetico cantonale del 2013.

Tabella 41 Indice di consumo pro capite per la trazione ferroviaria.

	Consumo Cantone Ticino (2013) [MWh/anno]	Indice pro capite Ticino (2013) [kWh/abitante anno]	Consumo Mendrisio [MWh/ anno]
Trazione ferroviaria	150'122	433	6'407

Allegato 3

Modello di stima delle emissioni di gas ad effetto serra

L'effetto serra è un processo naturale, che funziona, come indicato dal nome stesso, similmente a una serra. La luce solare penetra nell'atmosfera terrestre e, raggiunta la superficie del pianeta, la riscalda. I principali gas serra naturalmente presenti nell'atmosfera sono vapore acqueo [H₂O], anidride carbonica [CO₂], metano [CH₄], ozono [O₃] e diossido di azoto [NO₂]. Essi trattengono una parte del calore formatosi grazie all'irraggiamento solare e la emettono nuovamente a lunghezze d'onda specifiche. Questo processo consente di avere un clima ideale per consentire la vita sul pianeta. Attraverso le attività antropiche vengono emesse grandi quantità di anidride carbonica (CO₂) e clorofluorocarburi (CFC) nell'aria che rompono l'equilibrio naturale dell'effetto serra. La più elevata concentrazione di queste sostanze nell'atmosfera provoca l'ispessimento dello strato di gas serra e un conseguente aumento dell'effetto serra e della temperatura globale del pianeta, con gravi conseguenze negative per l'ambiente e gli insediamenti umani. Il CO₂ è considerato il gas serra di riferimento, in ragione del fatto che più dell'80% delle emissioni di gas serra sono emissioni di CO₂. L'insieme dei gas serra è pertanto frequentemente misurato in termini di CO₂ *equivalente* (CO₂ *eq*), un parametro che pondera i diversi gas in base al potenziale di riscaldamento climatico di ciascuno di essi rispetto a quello del CO₂.

Le emissioni di gas ad effetto serra possono essere stimate attraverso due differenti metodologie.

1. Stima della emissioni da combustione diretta

La prima metodologia considera le emissioni di CO₂ generate sul territorio attraverso la combustione diretta di combustibili e carburanti di origine fossile. Questo approccio viene preso in considerazione poiché di frequente utilizzato anche a livello cantonale. Per la stima delle emissioni si considera quindi il consumo diretto di questi vettori energetici, ai quali si applicano i fattori di emissione di CO₂ da combustione proposti dall'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM).

Tabella 42 Fattori di emissione di CO₂ per vettore energetico.

Vettore energetico	Fattore di emissione
Olio combustibile ¹⁴	0.26532 ton CO ₂ /MWh
Gas naturale ¹⁵	0.20196 ton CO ₂ /MWh
Benzina ¹⁴	0.26568 ton CO ₂ /MWh
Diesel ¹⁴	0.26388 ton CO ₂ /MWh
Cherosene ¹⁴	0.26208 ton CO ₂ /MWh
Le altre fonti energetiche sono caratterizzate da fattori di emissione di CO ₂ pari a zero.	

¹⁴ BFE/BAFU 2014: Messung von Heizwerten und CO₂-Emissionsfaktoren von Erdölprodukten 2013, Statistische Analyse der Messresultate, Bern.

¹⁵ IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, IPCC, 2006.

Inoltre, è opportuno applicare un fattore di correzione corrispondente al rapporto fra potere calorifico inferiore (Hu) e superiore (Ho) del vettore energetico considerato: le emissioni di CO₂ stimate in base ai fattori di emissione sono divise per il fattore di correzione (Hu/Ho) (cfr. Tabella 43).

Tabella 43 Fattore di correzione per i combustibili definito in base al potere calorifico inferiore e superiore.

Vettore energetico	Densità	Potere cal. inferiore (Hu)	Potere cal. sup. (Ho)	Hu/Ho
<u>Prodotti petroliferi</u>	[kg/l]	[MJ/kg]	[MJ/kg]	
Olio comb. EL	0.84	42.6	45.5	0.94
Benzina	0.74	42.5	45.8	0.93
Diesel	0.84	42.8	45.7	0.94
Carburanti liquidi	0.82	43.0	45.7	0.94
<u>Gas</u>	[kg/m ³]	[MJ/m ³]	[MJ/m ³]	
Gas naturale	0.76	36.3	40.3	0.90

Applicando questo approccio, si ricavano le stime proposte in Tabella 44: sul territorio di Mendrisio sono direttamente rilasciate 107'554 ton CO₂/anno.

Tabella 44 Emissioni di gas ad effetto serra (CO₂) prodotte sul territorio di Mendrisio nel 2013 secondo i fattori di emissione in uso presso l'Ufficio Federale dell'ambiente.

Vettore energetico	Consumo Mendrisio [MWh/anno]	Fattore di emissione CO ₂ [ton CO ₂ /MWh]	Fattore di correzione (Hu/Ho)	Emissioni dirette CO ₂ Mendrisio [ton CO ₂ /anno]
Benzina	62'724	0.26568	0.93	17'919
Diesel	54'972	0.26568	0.94	15'537
Cherosene aviazione e navigazione	47'237	0.26208	0.94	13'170
Gas naturale	86'552	0.20196	0.9	19'422
Olio combustibile	147'051	0.26532	0.94	41'506
TOTALE	396'988	---	---	107'554

Le emissioni stimate secondo questo approccio sull'intero territorio cantonale sono pari a 1'923'189 ton CO₂/anno: le emissioni di Mendrisio sono dunque pari al 5.6% delle emissioni prodotte sull'interno Cantone.

2. Stima delle emissioni secondo l'approccio del ciclo di vita

La seconda metodologia tiene conto delle emissioni di CO₂ equivalente complessivamente generate per poter consumare energia: essa tiene conto cioè dell'intero ciclo di vita dei vettori energetici (approccio LCA *Life Cycle Assessment*), prendendo quindi in considerazione tutte le fasi di vita, da quella di estrazione e stoccaggio del combustibile, a

quella di costruzione degli impianti, di smantellamento a fine esercizio e di eventuale gestione delle scorie.

In quest'ottica anche le energie rinnovabili e l'energia nucleare sono responsabili della produzione di gas a effetto serra. Per la stima delle emissioni generate durante l'intero ciclo di vita, si è fatto riferimento alla banca dati Ecoinvent v.3.0 (elaborata da un centro di competenza che convoglia ETH, EMPA, PSI e ART), già utilizzata per il PEC.

A differenza della valutazione delle emissioni dirette, questo tipo di approccio permette di tenere conto delle emissioni associate ai consumi di energia primaria, consentendo quindi un confronto con la Società 2000 Watt e la società 1 ton CO₂.

I fattori di emissione presi in considerazione sono riportati in Tabella 45. Si segnala che si tratta dei fattori di emissione dell'insieme dei gas ad effetto serra, espressi in termini di CO₂ equivalente, e non del solo CO₂.

Per stimare le emissioni legate al consumo di elettricità, occorre tenere conto della modalità di produzione dell'elettricità: è cioè necessario definire la composizione del mix elettrico consumato nel 2013 sul territorio di Mendrisio. A questo scopo si rimanda alle stime presentate in Tabella 21.

Tabella 45 Emissioni di gas ad effetto serra (CO₂ equivalente) relative all'energia consumata sul territorio di Mendrisio nel 2013 (approccio del ciclo di vita).

Vettore energetico ¹⁶	Consumo Mendrisio [MWh/anno]	Fattore di emissione CO ₂ [ton CO _{2eq} /MWh] ¹⁷	Fattore corr. (Hu/Ho) ¹⁶	Emissioni LCA CO ₂ equivalente [ton CO _{2eq} /anno]
Olio combustibile	147'051	0.2988	0.94	46'743
Gas naturale	86'552	0.2376	0.9	22'850
Benzina	62'724	0.3204	0.93	21'610
Diesel	54'972	0.3024	0.94	17'685
Cherosene	2'016	0.2916	0.94	625
Solare termico	353	0.0432	---	15
Legna	6'318	0.0216	0.91	150
Calore ambiente	9'957	0.0828	---	824
Calore da Biogas IDA	1'646	0.0684	0.9	18
Elettricità:				
- Idroelettrico	153'725	0.0144	---	2'214
- Fotovoltaico	450	0.1008	---	45
- Eolico	175	0.0288	---	5
- Biomassa	1'781	0.1152	---	48
- Nucleare	18'162	0.018	---	327
- Fossile	35	0.738	---	26
- Rifiuti	3'443	0.0072	---	25
- Mix EU	562	0.594	---	334
Totale	549'922			113'544

Nel 2013 le emissioni di CO₂ equivalente calcolate secondo l'approccio del ciclo di vita sul territorio di Mendrisio sono dunque state pari a 113'544 ton.

Considerando la popolazione residente sul territorio, ciò equivale a 7.68 ton CO₂ equivalente/abitante anno.

¹⁶ Vettore energetico corrispondente: Olio combustibile=Heizöl EL; Gas naturale=Erdgas; Benzina=Benzin in Pkw; Diesel=Diesl in Pkw; Cherosene=Kerosin in Flugzeug; Solare termico=Flaschkollektor Warmwasser EFH; Legna=Wärme Stückholz; Calore ambiente=EWP Luft/Wasser (JAZ 2.8); Calore da Biogas IDA=Blockheizkraftwerk Biogas; Idroelettrico=Wasserkraft; Fotovoltaico=Photovoltaik; Eolico=Windkraft; Biomassa=Heitkraftwrk Holz; Nucleare=Atomkraftwerk; Fossile=Blockhwizkraftwerk Gas; Rifiuti= Kehrlichverbrennung; Mix EU=UCTE-Mix.

¹⁷ Primärenergiefaktoren von Energiesystemen, ESU-services GmbH, Version 2.2 Juli 2012

Allegato 4

Modello di stima del consumo di energia primaria

In analogia con quanto effettuato per il PEC, per la stima del consumo di energia primaria è possibile appoggiarsi alla banca dati Ecoinvent v.3.0, che individua un fattore di conversione tra l'energia finale consumata e l'energia primaria ad essa corrispondente, tenendo conto dei processi necessari a rendere disponibile per l'utente finale l'energia nella forma adatta agli usi finali (approccio del ciclo di vita).

La

Tabella 46 riporta tale fattore di conversione. Essa esplicita anche il fattore di correzione H_u/H_o , utilizzato per tenere conto del rapporto fra potere calorifico inferiore (H_u) e superiore (H_o) del vettore energetico considerato: l'energia primaria stimata in base ai fattori di conversione è divisa per il fattore di correzione (H_u/H_o) (cfr. Tabella 43).

La caratterizzazione della composizione del mix di consumo di energia elettrica costituisce elemento essenziale per determinare la quantità di energia primaria effettivamente consumata. Come mostra la

Tabella 46, il rapporto di conversione tra energia finale e energia primaria varia sensibilmente a seconda della modalità di produzione dell'energia elettrica: per il nucleare ad esempio il consumo di energia primaria è pari a 4 volte l'energia finale effettivamente consumata, mentre per l'idroelettrico l'energia primaria è solo 1.22 volte l'energia finale consumata.

La composizione del mix di consumo dell'energia elettrica sul territorio di Mendrisio è stata stimata secondo la logica illustrata in Tabella 21.

Tabella 46 Consumo di energia primaria sul territorio di Mendrisio nel 2009 e fattori di conversione utilizzati [fonte fattori di conversione: banca dati Ecoinvent v.2.01].

Vettore energetico ¹⁸	Consumo Mendrisio [MWh/anno]	Fattore di conversione [MWh _{primaria} /MWh _{finale}] ¹⁹	Fattore corr. (Hu/Ho) ¹ ₈	Consumo energia primaria Mendrisio [MWh/anno]
Olio combustibile	147'051	1.24	0.94	193'982
Gas naturale	86'552	1.12	0.9	107'709
Benzina	62'724	1.29	0.93	87'005
Diesel	54'972	1.22	0.94	71'347
Cherosene	2'016	1.19	0.94	2'552
Solare termico	353	1.62	---	571
Legna	6'318	1.69	0.91	11'733
Calore ambiente	9'957	1.74	---	17'325
Calore da Biogas IDA	1'646	0.23	0.9	421
Elettricità:	---	---	---	---
- Idroelettrico	153'725	1.22	---	187'545
- Fotovoltaico	450	1.62	---	729
- Eolico	175	1.32	---	231
- Biomassa	1'781	3.8	---	6'769
- Nucleare	18'162	4.07	---	73'921
- Fossile	35	3.29	---	116
- Rifiuti	3'443	0.02	---	69
- Mix EU	562	3.54	---	1'990
Totale	549'922			764'014

L'energia primaria complessivamente consumata sul territorio di Mendrisio risulta dunque pari a 764'014 MWh/anno, equivalenti a 51'661 kWh/anno pro capite.

Tale valore corrisponde a una potenza quantitativa installata pari a 5'897 W/abitante.

¹⁸ Vettore energetico corrispondente: Olio combustibile=Heizöl EL; Gas naturale=Erdgas; Benzina=Benzin in Pkw; Diesel=Diesl in Pkw; Cherosene=Kerosin in Flugzeug; Solare termico=Flaschkollektor Warmwasser EFH; Legna=Wärme Stückholz; Calore ambiente=EWP Luft/Wasser (JAZ 2.8); Calore da Biogas IDA=Blockheizkraftwerk Biogas; Idroelettrico=Wasserkraft; Fotovoltaico=Photovoltaik; Eolico=Windkraft; Biomassa=Heitkraftwrk Holz; Nucleare=Atomkraftwerk; Fossile=Blockhwizkraftwerk Gas; Rifiuti= Kehrlichverbrennung; Mix EU=UCTE-Mix.

¹⁹ Primärenergiefaktoren von Energiesystemen, ESU-services GmbH, Version 2.2 Juli 2012