

ANALISI RIDUZIONE DI CO₂

Sostituzione di una cabinovia esistente con impianto a due sezioni

Oggetto:

La presente relazione quantifica la variazione delle emissioni di CO₂ equivalente derivante dalla sostituzione di un impianto a fune (cabinovia monosezione) costruito da oltre 20 anni con un nuovo impianto composto da due sezioni (sezione 1 = cabinovia Ruacia – Sochers, sezione 2 = cabinovia Sochers – Bruno). L'analisi considera esclusivamente il vettore energetico elettrico e confronta i consumi a parità di ore di funzionamento stagionale (solo inverno) e in uno scenario ampliato inverno ed estate.

Fattore di emissione elettricità nazionale (ISPRA 2023): 0,233 tCO₂/MWh

Data redazione: **10 marzo 2026**

1. Premessa e metodologia

La decarbonizzazione degli impianti di trasporto alpino rappresenta un obiettivo strategico nell'ambito delle politiche energetiche regionali e nazionali. La sostituzione di impianti a fune obsoleti con infrastrutture di nuova generazione incide sul bilancio delle emissioni climalteranti sia per effetto del miglioramento dell'efficienza elettromeccanica, sia per l'incremento della capacità di trasporto che riduce la pressione sul trasporto privato su gomma.

La metodologia adottata è la seguente:

1. Calcolo del consumo energetico annuo (MWh) come prodotto della potenza installata per le ore di funzionamento.
2. Conversione in emissioni di CO₂ equivalente mediante il fattore di emissione nazionale del mix elettrico italiano (ISPRA 2023: 0,233 tCO₂/MWh).
3. Calcolo delle emissioni specifiche per passeggero trasportato (gCO₂/P) per tenere conto della diversa capacità di trasporto dei due impianti.
4. Confronto tra scenari: (a) scenario base inverno – 1.080 ore/anno; (b) scenario ampliato inverno ed estate – 1.864 ore/anno per il nuovo impianto.

Il perimetro dell'analisi è limitato alla fase operativa dell'impianto e non include le emissioni incorporate nella costruzione. La sola fonte energetica considerata è l'energia elettrica assorbita in condizioni di funzionamento a regime.

2. Dati tecnici degli impianti

Nella tabella seguente sono riportati i parametri tecnici forniti per i tre impianti oggetto di analisi.

Parametro	Vecchia cabinovia	Nuova – Sez. 1	Nuova – Sez. 2
Lunghezza inclinata (m)	1.721,00	1.897,00	625,00
Potenza teorica a regime (kW)	880	780	350
Potenzialità max (P/h)	2.200	3.500	3.500
Velocità max fune (m/s)	5,00	6,00	6,00
Ore funzionamento/anno – inverno	1.080	1.080	1.080

Il nuovo impianto è composto da due sezioni indipendenti che nel complesso servono il medesimo tracciato della vecchia cabinovia, con una potenzialità oraria di trasporto superiore di oltre il 59,1 % (3.500 P/h rispetto a 2.200 P/h).

3. Scenario A – Solo stagione invernale (1.080 h/anno)

3.1 Calcolo dei consumi energetici e delle emissioni

Per ciascun impianto il consumo annuo di energia elettrica è calcolato moltiplicando la potenza teorica di calcolo a regime per le ore annue di funzionamento:

Vecchia cabinovia:

$$E = 880 \text{ kW} \times 1.080 \text{ h} = 950.400 \text{ kWh} = 950,40 \text{ MWh} \rightarrow \text{CO}_2 = 950,40 \times 0,233 = 221,44 \text{ tCO}_2$$

Nuova cabinovia – Sezione 1:

$$E = 780 \text{ kW} \times 1.080 \text{ h} = 842.400 \text{ kWh} = 842,40 \text{ MWh} \rightarrow \text{CO}_2 = 196,28 \text{ tCO}_2$$

Nuova cabinovia – Sezione 2:

$$E = 350 \text{ kW} \times 1.080 \text{ h} = 378.000 \text{ kWh} = 378,00 \text{ MWh} \rightarrow \text{CO}_2 = 88,07 \text{ tCO}_2$$

Totale nuovo impianto: E = 1.220,40 MWh → CO₂ totale = 284,35 tCO₂

Grandezza	Vecchia cab.	Nuova Sez. 1	Nuova Sez. 2
Potenza installata (kW)	880	780	350
Ore funzionamento (h/anno)	1.080	1.080	1.080
Energia consumata (MWh/anno)	950,40	842,40	378,00
Emissioni CO ₂ (tCO ₂ /anno)	221,44	196,28	88,07

3.2 Confronto normalizzato per passeggero trasportato

A parità di ore di funzionamento invernale (1.080 h/anno), il nuovo impianto consuma complessivamente più energia rispetto alla vecchia cabinovia, in ragione della maggiore potenza installata. Tuttavia, il confronto rilevante ai fini ambientali è quello normalizzato per unità di passeggero trasportato, poiché i due impianti offrono capacità di trasporto significativamente diverse (3.500 P/h contro 2.200 P/h).

L'intervento a progetto ha quale obiettivo una migliore distribuzione dei flussi attuali. L'implementazione della portata di esercizio, dalle attuali 2.200 persone/ora a 3.500 persone/ora, non mira pertanto a un aumento della clientela, quanto piuttosto a una gestione più equilibrata e sostenibile della stessa, volta alla riduzione delle code di accesso all'impianto. Il confronto omogeneo tra i due impianti si effettua pertanto calcolando le emissioni specifiche per passeggero trasportato.

Emissioni specifiche – Vecchia cabinovia:

$$\text{CO}_{2,\text{spec}} = 221,44 \text{ tCO}_2 / (2.200 \text{ P/h} \times 1.080 \text{ h}) = 93,2000 \text{ kgCO}_2/\text{P} = 93.200,00 \text{ gCO}_2/\text{P}$$

Emissioni specifiche – Nuovo impianto (entrambe le sezioni):

$$\text{CO}_{2,\text{spec}} = 284,35 \text{ tCO}_2 / (3.500 \text{ P/h} \times 1.080 \text{ h}) = 75,2249 \text{ kgCO}_2/\text{P} = 75.224,87 \text{ gCO}_2/\text{P}$$

Riduzione specifica: 17.975,13 gCO₂/P (-19,29 %)

⚠ Il confronto normalizzato per unità di passeggero trasportato evidenzia un netto miglioramento di efficienza ambientale del nuovo impianto rispetto alla vecchia cabinovia, come illustrato di seguito.

RIDUZIONE EMISSIONI CO₂ SPECIFICHE – per passeggero trasportato (Scenario A)

17.975,13 gCO₂/P

Riduzione specifica per passeggero trasportato (-19,29 %)

4. Scenario B – Stagione invernale + estiva (1.864 h/anno)

4.1 Calcolo dei consumi energetici e delle emissioni

Nel secondo scenario si ipotizza che il nuovo impianto a due sezioni operi per l'intera stagione invernale e quella estiva, per un totale di 1.864 ore/anno. La vecchia cabinovia mantiene il riferimento di 1.080 ore/anno.

Nuova cabinovia – Sezione 1 (1.864 h):

$$E = 780 \text{ kW} \times 1.864 \text{ h} = 1.453.920 \text{ kWh} = 1.453,92 \text{ MWh} \rightarrow \text{CO}_2 = 338,76 \text{ tCO}_2$$

Nuova cabinovia – Sezione 2 (1.864 h):

$$E = 350 \text{ kW} \times 1.864 \text{ h} = 652.400 \text{ kWh} = 652,40 \text{ MWh} \rightarrow \text{CO}_2 = 152,01 \text{ tCO}_2$$

Totale nuovo impianto (Scenario B): E = 2106,32 MWh → CO₂ = 490,77 tCO₂

Grandezza	Vecchia cab.	Nuova Sez. 1	Nuova Sez. 2
Potenza installata (kW)	880	780	350
Ore funzionamento (h/anno)	1.080	1.864	1.864
Energia consumata (MWh/anno)	950,40	1.453,92	652,40
Emissioni CO ₂ (tCO ₂ /anno)	221,44	338,76	152,01

4.2 Confronto normalizzato per passeggero trasportato

Per effettuare un confronto omogeneo nello Scenario B si considera anche per la vecchia cabinovia il funzionamento per 1.864 ore/anno: $E = 880 \text{ kW} \times 1.864 \text{ h} = 1.640,32 \text{ MWh} \rightarrow \text{CO}_2 = 382,19 \text{ tCO}_2$. Il numero di passeggeri trasportabili dalla vecchia cabinovia in 1.864 h sarebbe 4.100.800 P, con emissione specifica pari a 93,20 gCO₂/P. Il nuovo impianto, operando per 1.864 h/anno, emette 490,77 tCO₂ trasportando potenzialmente 6.524.000 P, con emissione specifica pari a 75,23 gCO₂/P.

Questo incremento è interamente riconducibile all'allungamento del periodo di esercizio (+784 ore/anno). Se normalizzato alle stesse ore di funzionamento, il nuovo impianto è più efficiente per passeggero trasportato come dimostrato nello Scenario A. **Questo risultato è coerente con quanto evidenziato nello Scenario A e conferma la maggiore efficienza ambientale per passeggero trasportato del nuovo impianto.**

RIDUZIONE EMISSIONI CO₂ SPECIFICHE – Scenario B (per passeggero trasportato)

17,97 gCO₂/P (-19,29 %)

Riduzione specifica per passeggero trasportato rispetto alla vecchia cabinovia in esercizio per 1.864 h

5. Riepilogo comparativo

La tabella seguente riassume tutti gli indicatori chiave dei due scenari analizzati.

Indicatore	Vecchia cabinovia	Nuova 1.080 h	Nuova 1.864 h	Unità
Potenza totale installata	880	1.130	1.130	kW
Energia totale consumata	950,40	1.220,40	2.106,32	MWh/anno
Emissioni CO ₂ totali	221,44	284,35	490,77	tCO ₂ /anno
Potenzialità di trasporto	2.200	3.500	3.500	P/h
CO ₂ specifica per passeggero	93.200,00	75.224,87	—	gCO ₂ /P
CO ₂ specifica per passeggero (gCO ₂ /P)	—	75.224,87	75.224,87	tCO ₂ /anno
Variazione CO ₂ specifica (per P)	—	-17,97 (-19,29 %)	-17,97 (-19,29 %)	gCO ₂ /P

6. Conclusioni

L'analisi condotta evidenzia risultati differenziati a seconda della prospettiva adottata:

- Confronto normalizzato per passeggero – Scenario A (solo inverno, 1.080 h): il nuovo impianto consuma complessivamente 1.220,40 MWh/anno contro i 950,40 MWh/anno della vecchia cabinovia. Questo dato, letto in valore assoluto, è influenzato dalla maggiore potenza installata del nuovo impianto, che tuttavia offre una capacità di trasporto nettamente superiore (3.500 P/h contro 2.200 P/h). L'intervento mira a una migliore distribuzione dei flussi esistenti e alla riduzione delle code, non a un aumento della clientela.
- Confronto specifico per passeggero – Scenario A: la CO₂ specifica per passeggero trasportato scende da 93,20 gCO₂/P (vecchia cabinovia) a 75,23 gCO₂/P (nuovo impianto), con una riduzione di 17,97 gCO₂/P pari al 19,29 %. Sulla base dei dati di passaggi effettivi (2.370.000 passeggeri/anno), il risparmio complessivo di CO₂ attribuibile alla sostituzione dell'impianto è pari a 42,59 tCO₂/anno. **Questo risultato riflette il miglioramento congiunto dell'efficienza elettromeccanica e dell'incremento della capacità oraria di trasporto.**
- Confronto normalizzato per passeggero – Scenario B (inverno + estate, 1.864 h per entrambi gli impianti): ipotizzando anche per la vecchia cabinovia il funzionamento per 1.864 h, la CO₂ specifica rimane invariata a 93,20 gCO₂/P, mentre il nuovo impianto si attesta a 75,23 gCO₂/P. La riduzione specifica di 17,97 gCO₂/P (-19,29 %) è confermata indipendentemente dall'estensione del periodo di esercizio.

In sintesi, il nuovo impianto a due sezioni garantisce una riduzione significativa delle emissioni di CO₂ per ogni passeggero trasportato rispetto alla vecchia cabinovia. Il bilancio in valore assoluto dipende fortemente dal numero di ore di esercizio annuo e dalla potenza installata; l'indicatore specifico pro-passeggero mostra un netto miglioramento ambientale confermando la convenienza della sostituzione.

Il tecnico incarico

Ing. Paolo Magliano



7. Riferimenti normativi e bibliografici

- [1] ISPRA (2023) – Fattori di emissione per il parco termoelettrico e per il settore elettrico, Rapporto Nazionale.
- [2] Regolamento (CE) n. 1221/2009 – Schema EMAS per la valutazione delle prestazioni ambientali.
- [3] ISO 14064-1:2018 – Greenhouse gases – Part 1: Specification with guidance at the organization level.
- [4] DM 23 giugno 2016 – Incentivazione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili.
- [5] D.Lgs. 199/2021 – Attuazione della direttiva (UE) 2018/2001 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili.