



**"ARCA - Air source Reversible CO₂ Air Conditioner :
un progetto innovativo e sostenibile di risparmio energetico"**

Aircodue è una start up innovativa (*art. 25 dgl 179/2012*) Spin Off del Gruppo Miri, leader in ambito Ferroviario e nel campo delle Energie Rinnovabili. L'iniziativa nasce in collaborazione con un team di tecnici e manager con esperienza ventennale nel campo Industriale, Ferroviario, Aerospaziale, con l'obiettivo di immettere sul mercato prodotti e soluzioni innovative e sostenibili.



È un progetto che si pone l'obiettivo del risparmio energetico, di limitare l'impatto ambientale, di contenere i costi e di garantire elevata affidabilità traguardando i seguenti risultati:

01

Individuare una soluzione energetica vantaggiosa per il riscaldamento / raffreddamento: la pompa di calore rappresenta una soluzione ottimale poiché garantisce una riduzione sostanziale dei consumi elettrici;

02

Ottemperare al regolamento vigente in materia di Gas Serra (*Regolamento UE n. 517/2014*): tale regolamento impone la sostituzione di gas refrigeranti con elevato GWP orientando le scelte verso i refrigeranti naturali (*HC e CO₂*);

03

Superare vincoli normativi e di sicurezza: in ambito ferroviario sussistono vincoli sull'utilizzo di refrigeranti infiammabili o parzialmente infiammabili (*HFO ed HC*);

04

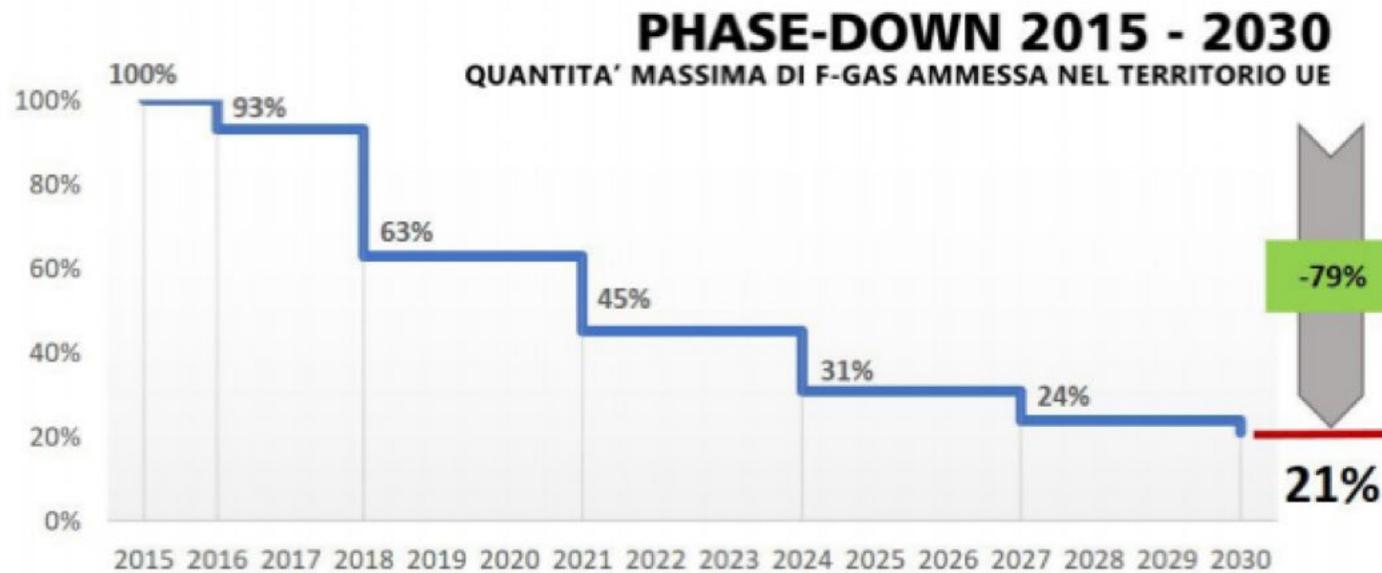
Individuare una soluzione economicamente e tecnicamente sostenibile: la complessità tecnica correlata alla reversibilità del funzionamento in unità con inversione di ciclo sul circuito frigorifero, comporta costi elevati, nonché limiti di affidabilità e reperibilità della componentistica frigorifera.



REGOLAMENTO EUROPEO

Phase out HFC

I cogenti regolamenti in materia di Gas Serra (rif. Regolamento (UE) n. 517/2014) impongono il phase down di refrigeranti aventi GWP (Global Warming Potential) elevato. Di seguito si riporta una sintetica roadmap del processo di phase down degli HFC con elevato GWP.



REGOLAMENTO EUROPEO PROPOSTA DI REVISIONE 2022

Phase out HFC



New EU F-Gas Regulation - Draft 5 Aprile 2022

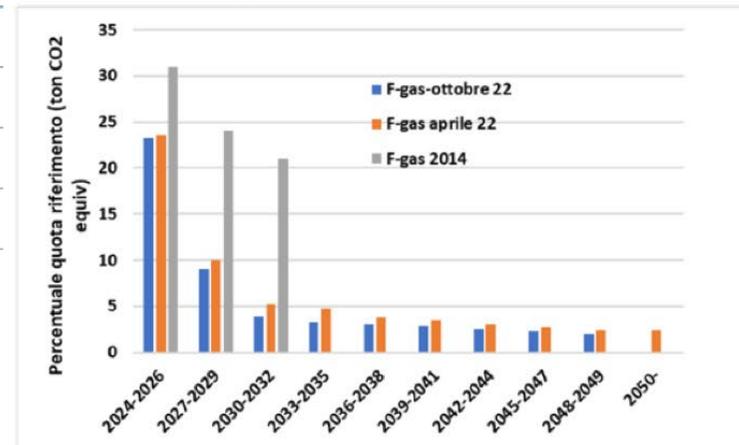
Direttamente applicabile in tutti i 27 Stati Membri SM della EU

Il 20 Maggio è stato presentato agli SM dalla Commissione

Tra Giugno e Luglio altri incontri tra SM e Commissione

Negoziazione tra gli Stati Membri ("Council") e il PE

L'entrata in vigore è prevista **entro il 2024**



The 2015 base-value for the maximum quantity is set to be: 176 700 479 tonnes CO₂ equivalent

Il Global Warming Potential (GWP, in italiano potenziale di riscaldamento globale) esprime il contributo all'effetto serra di un gas, relativamente all'effetto della CO₂, il cui potenziale di riferimento è pari a 1. Ogni valore di GWP è calcolato per uno specifico intervallo di tempo (in genere 20, 100 o 500 anni)

COMPOSTO	GWP	NOTE	COMMENTI
CO ₂ (R 744)	1	-	-
R 134 A	1430	Fluido puro HFC	Gas refrigerante largamente utilizzato nella climatizzazione ferroviaria
R 407 C	1774	Miscela fi HFC: R32, R125 e R134a	Gas refrigerante spesso utilizzato nella climatizzazione ferroviaria (es. Hitachi Rock)

ULTERIORI RESTRIZIONI

PFAS – Polifluoroalchili

Il 15 luglio, cinque stati membri europei - Germania, Paesi Bassi, Norvegia, Svezia e Danimarca - hanno pubblicato la loro intenzione di presentare all'Agenzia europea delle sostanze chimiche (ECHA) una proposta congiunta di restrizione ai sensi del regolamento REACH per le sostanze alchiliche per- e polifluorate (PFAS). Questa proposta include qualsiasi sostanza che ha un gruppo CF₂ o un gruppo CF₃ - proprietà condivise dai refrigeranti HFC e HFO.

Il regolamento europeo REACH (reg-

istrazione, valutazione, autorizzazione e restrizione delle sostanze chimiche) governa quali sostanze chimiche possono essere prodotte e utilizzate all'interno dell'UE. Qualsiasi modifica a questo regolamento, in pratica, scavalcherebbe il regolamento F-gas. I PFAS sono un gruppo di più di 4.700 sostanze chimiche. Sono noti per essere altamente persistenti nell'ambiente, contaminando le acque sotterranee, le acque di superficie e il suolo, e causando gravi effetti sulla salute.

I gas fluorurati minacciati potrebbero includere una gamma di alternative a basso GWP comuni all'industria della refrigerazione e del condizionamento dell'aria, compresi gli HFC R32, R125, R134a, R143a, R152a e gli HFO R1234yf, R1234ze etc.

ULTERIORI RESTRIZIONI

TFA - Acido trifluoroacetico

È noto che la degradazione degli HFO e degli HFC può produrre acido trifluoroacetico (TFA) che gli ambientalisti sostengono sia persistente e abbia il potenziale di danneggiare l'ambiente, la vita marina e gli esseri umani. Essi sostengono che mentre il regolamento sui gas fluorurati affronta il riscaldamento globale, affermano che non ha affrontato le preoccupazioni relative alla persistenza e all'accumulo di TFA dato il continuo sviluppo e l'applicazione di gas fluorurati come gli HFO.



“Heat Pumps in the European Union – Status Report on Technology Development, Trends, Value Chain and Markets”

Joint Research Centre (JRC), the European Commission’s science and knowledge service, 15 novembre 2022

Il documento evidenzia il rischio legato ad un numero limitato di produttori tutti extra-europei, specialmente cinesi, di gas fluorurati.

Secondo il report, il passaggio a fluidi naturali rappresenta “a market opportunity and area for innovation” portando inoltre vantaggi in termini di trend di prezzo e disponibilità di refrigeranti che peraltro non sono soggetti a limitazioni brevettuali





REFRIGERANTE NATURALE R744

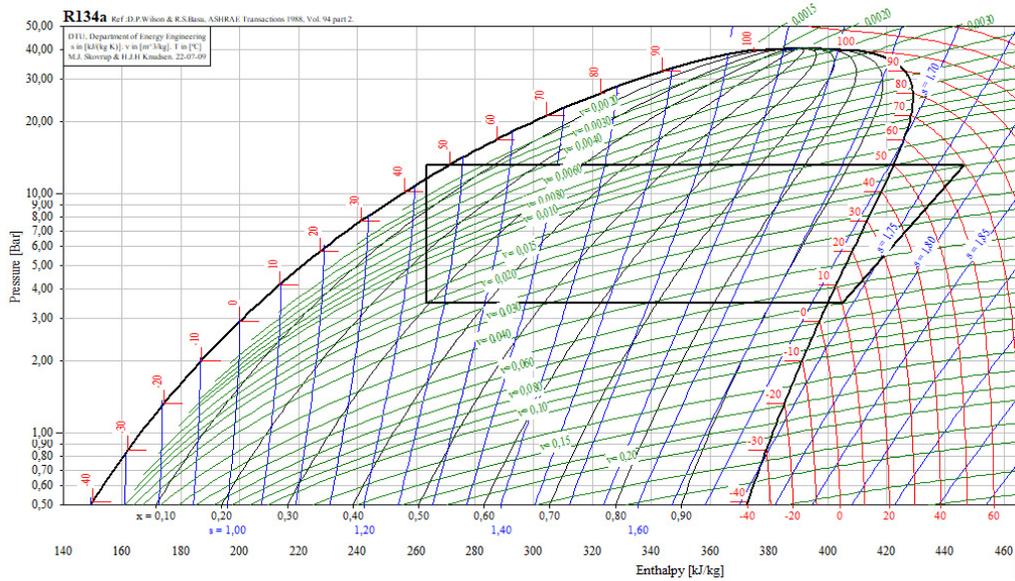
Rispetta il regolamento vigente (UE 517/14) in materia di Gas Serra (dettagli tempistica *phase down*). È conforme alle specifiche e alle normative applicabili in tema di lotta al fuoco sui rotabili ferroviari (UNI EN 45545). Soluzione definitiva per eventuali future politiche di phase-outs. Riduzione costi manutenzione (*life cycle cost*). Refrigerante naturale ampiamente disponibile e non soggetto a speculazioni di mercato.



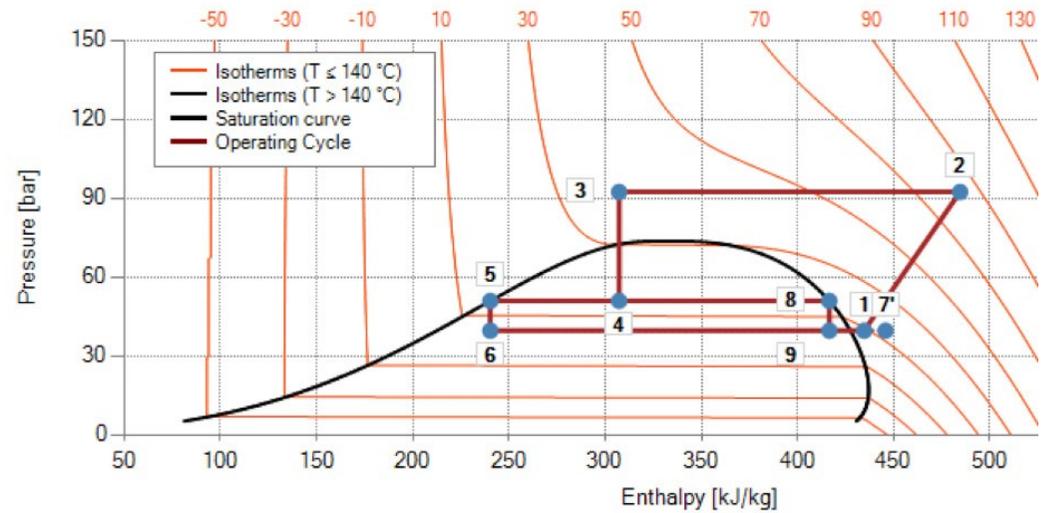
POMPA DI CALORE REVERSIBILE

Riduce le emissioni di CO₂ in atmosfera (*dirette e indirette*) in conformità alla policy ambientale delle maggiori società di trasporto. Grazie a soluzioni tecniche brevettate consente di ottenere efficienze equiparabili a quelle degli impianti tradizionali (*raffrescamento*) **Consente di ridurre i consumi energetici di oltre il 50%** durante la stagione invernale.

Ciclo R134A



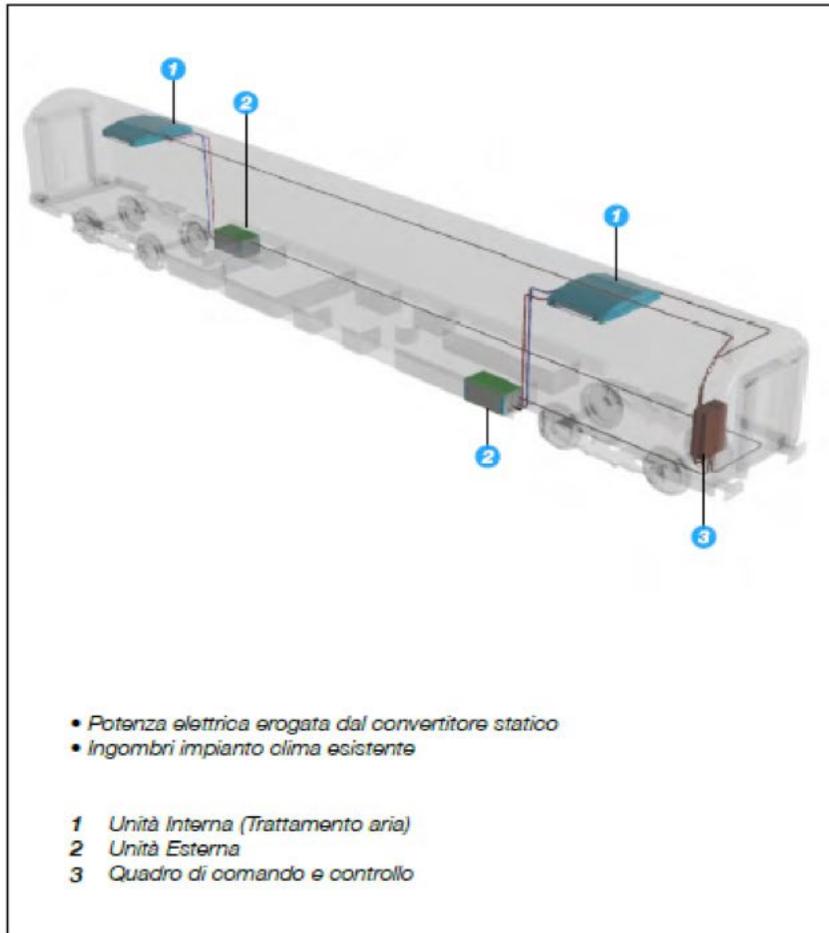
Ciclo R744



Dimostratore impianto di climatizzazione per carrozza ferroviaria

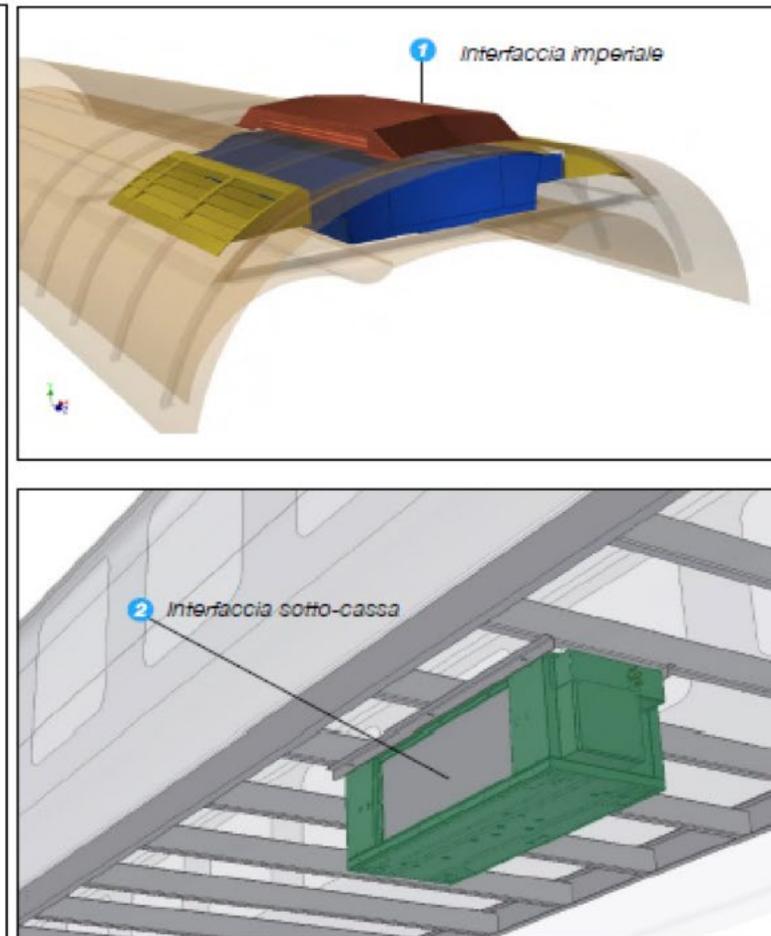
VINCOLI

Architettura di sistema



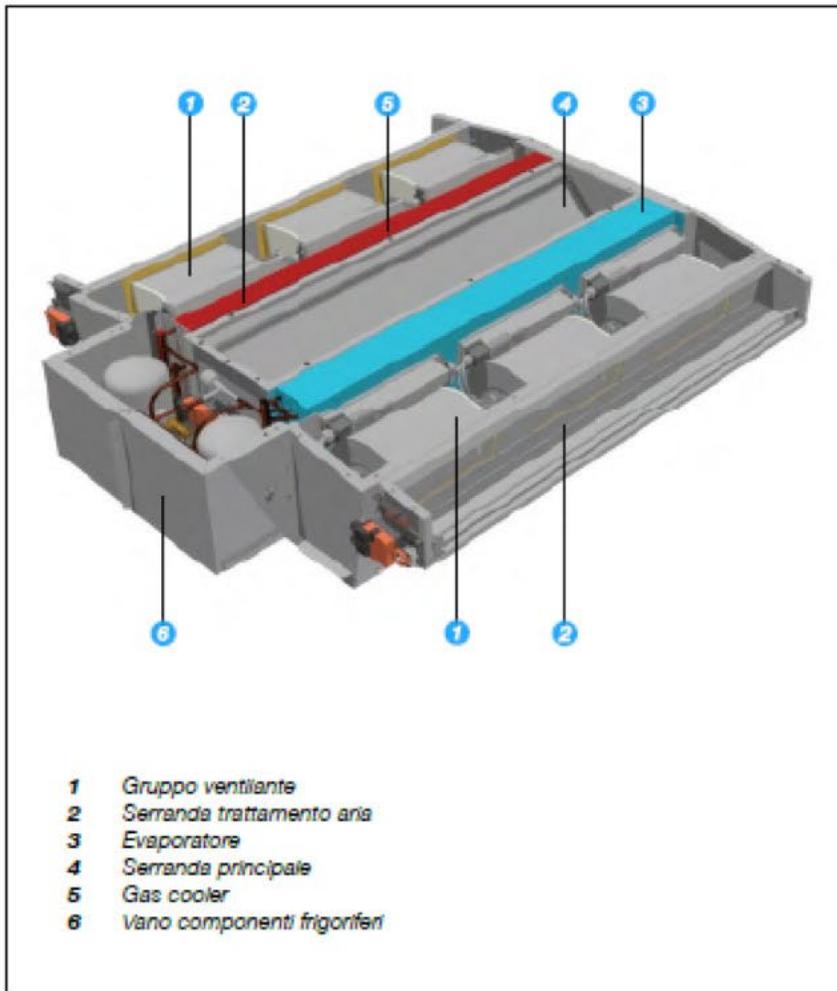
INTERFACCE

Dettagli di sistema



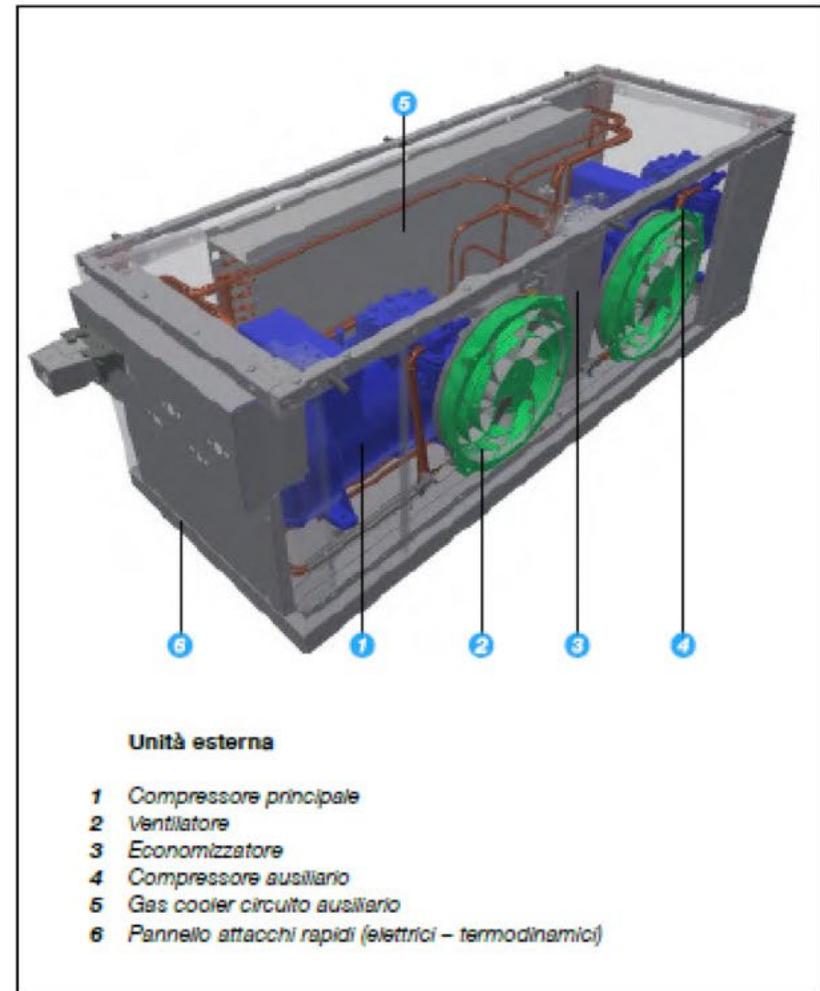
UNITÀ INTERNA

Dettagli di sistema



UNITÀ ESTERNA

Dettagli di sistema



TECHNICAL FEATURES

COMPARISON BETWEEN CURRENT SYSTEM AT **R134A** AND **ARCA R744**

	R134A	ARCA R744
Cooling capacity*	28,0 kW	28,0 kW
Power consumption*	15,4 kW	16,3 kW
Heating capacity (p.d.c.)**	Not expected	16,1 kW
Power consumption (p.d.c.)**	Not expected	9,30 kW
Emergency heaters Electrical power	10,0 kW	10,0 kW
Control of capacity	On - Off	Continuous modulation

*Summer design thermo-hygrometric conditions

**Winter design thermo-hygrometric conditions

ANALISI ENERGETICA

Risparmio energetico in riscaldamento ARCA vs impianto tradizionale

Durante la stagione invernale, grazie al funzionamento in pompa di calore si ottiene un sostanziale risparmio energetico rispetto ai sistemi tradizionali. Ciò permette anche di limitare l'impatto ambientale in termini di emissioni indirette di CO₂.

Lo studio è stato condotto attraverso la Diagnosi Energetica relativa al veicolo MDVE mediante una simulazione dinamica al variare delle condizioni termodinamiche esterne durante l'intero arco di funzionamento stagionale, con riferimento a tre località rappresentative delle principali aree geografiche italiane. La simulazione è stata eseguita con i software MC4.

ANALISI ENERGETICA Condizioni di riferimento

		BRENNERO	ROMA	PALERMO
Temperatura esterna inverno	°C	-15	0	5
Temperatura interna inverno	°C	20	20	20

ANALISI ENERGETICA STAGIONALE

Norme di riferimento per il calcolo:

UNI EN 13129-1 - Sistemi di condizionamento per il materiale rotabile ferroviario;

Parametri di comfort - UNI EN ISO 13790/2008;

Calcolo del fabbisogno di energia - UNI EN ISO 13789;

		BRENNERO	ROMA	PALERMO
<i>Seasonal energy requirements</i>	kWh	25913	8901	4095
<i>Traditional unit power consumption</i>	kWh	30713	12885	7000
<i>ARCA power consumption</i>	kWh	15102	5529	2917
<i>Annual energy saving %</i>	%	51	57	58
<i>CO₂ emission saving</i>	ton CO ₂	6,8	3,2	1,8

RIDUZIONE EMISSIONI CO₂

Ottenibile con l'utilizzo di un sistema ARCA in luogo di un impianto di condizionamento tradizionale (R134a) a bordo di un veicolo ferroviario per trasporto Regionale.

DIRECT EMISSIONS*

Over 5000 kg of CO₂
equivalents/vehicle/year

**maintenance statistical data (MIRI spa)*

Every railway vehicle requirements on average of a refrigerant gas integration equal to 3.6kg/year.

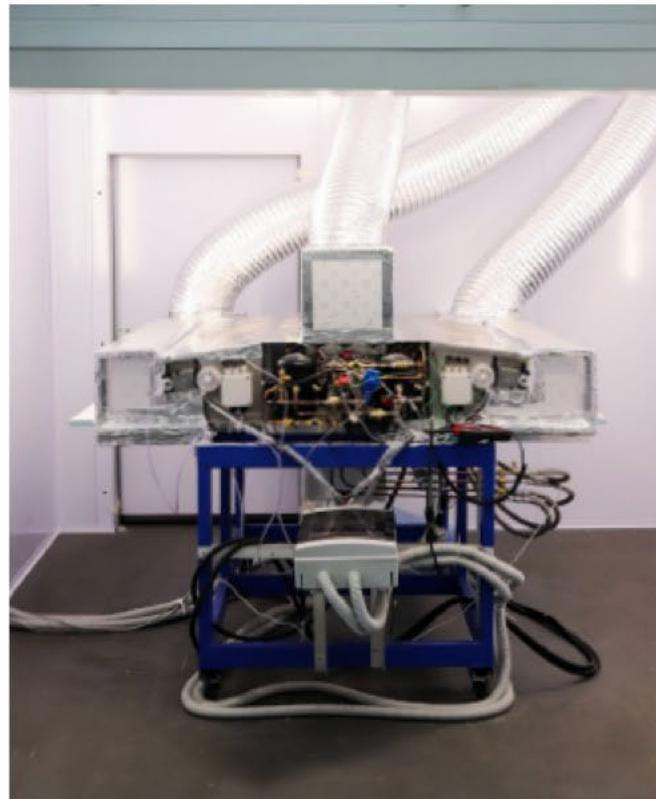
In terms of equivalent CO₂ tons, the emission of one kilogram of R134a is equivalent to 1430kg of CO₂

INDIRECT EMISSIONS**

Up to 6800 kg of CO₂
equivalents/vehicle/year

***Energy simulations (previous slide)*

Testing Facility

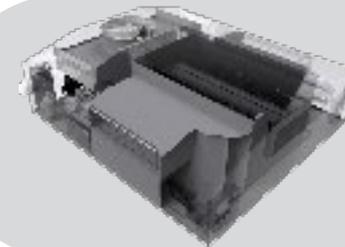


Current Developments

CO₂ Heat Pump for Indian Railways

Aircodue has signed an agreement with Daulat Ram, Indian manufacturer of air conditioning units for railway vehicles, for the development of new heat pump units based on ARCA technology.

The demand for environmental friendly technologies is rising in India. The Indian railway market is very interesting both for the production of new vehicles (over 5,000 new carriages / year) and for the revamping of the existing rolling stock.



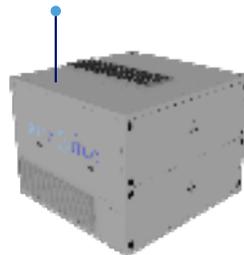
This application is particularly significant because it demonstrates that, thanks to ARCA technology, it is possible to extend the working range of the CO₂ cycle at high ambient temperatures.

CO₂ Heat Pump for Multihull light Vessels

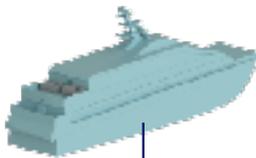
Aircodue is developing a modular system based on heat pump units with ARCA technology intended for the replacement of obsolete air conditioning systems on board multihull ships.

In addition to the environmental benefits, this solution guarantees system simplification and greater system availability thanks to modularity.

modular roof top unit



example 1



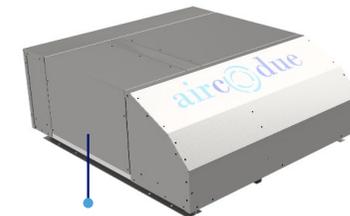
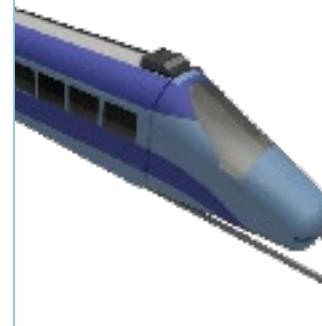
example 2

CO₂ Heat Pump for Railways Cabin Drivers

Development of a CO₂ heat pump based on ARCA technology for the customer EAV (Circumvesuviana Railway) intended for the air conditioning of the ETR 400 electric train cabs.



internal view



roof top unit

Proprietà Intellettuale

01 Reverse Cycle – Brevetto ARCA 1

Patent application n.102021000000173 - PCTIT2021050104

Sistema innovativo di inversione del ciclo termodinamico

02 Combined Cycle – Brevetto ARCA 2

Patent application n.102021000002630 - PCTIT2021050132

Il circuito termodinamico con ciclo «combinato» permette di trarre efficienze paragonabili a quelle dei sistemi tradizionali *(non è richiesta la sostituzione del convertitore statico)*

03 Defrost – Brevetto ARCA 3

Patent application no. 102021000006896 - PCTEP2021064517

Sistema innovativo per efficientare il ciclo di sbrinamento



Sede operativa
Via Ferrante Imparato, 190 - 80146 Napoli

www.aircodue.it - info@aircodue.it

P. IVA 09554341215
capitale sociale I.V. 1.000.000