

FRIGORIFERI E CONGELATORI

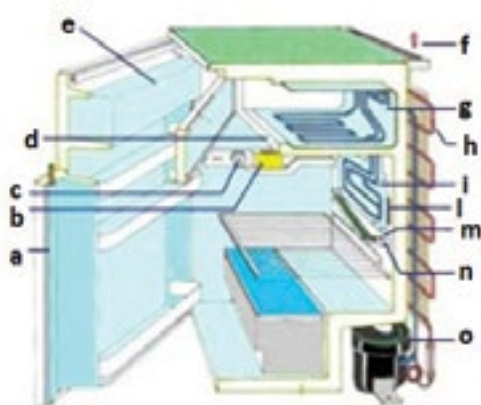
Cenni storici

Frigoriferi e congelatori sono costituiti da una struttura in ferro e plastica, con pareti e porte. La carcassa viene riempita con materiale isolante; a partire dagli anni '70 il materiale utilizzato per l'isolamento è poliuretano espanso mediante gas; la tipologia di gas utilizzata per l'espansione non è univoca, come si vedrà in seguito. Nel processo di insufflazione, il poliuretano liquido viene "gonfiato" con il gas espandente, formando quindi delle microcelle all'interno della schiuma poliuretana, contenenti il gas stesso.

Descrizione e funzionamento

LA CARCASSA

La carcassa, costituita prevalentemente da poliuretano, garantisce isolamento fra l'interno del frigorifero e l'esterno. In conseguenza dello spessore dello strato di isolamento e della tipologia dell'isolante utilizzato, il grado di isolamento ottenuto può essere differente.



- a. Porta
- b. Lampadina
- c. Regolatore termostato
- d. Cella frigorifera
- e. Vano portaoggetti
- f. Distanziatore
- g. Serpentina/evaporatore
- h. Condensatore
- i. Serpentina/evaporatore
- j. Sensore termostato
- k. Gocciolatoio
- l. Scarico gocciolatoio
- m. Compressore

L'abbassamento della temperatura, tanto nel frigorifero quanto nel congelatore, viene garantito dal gas refrigerante che viene spinto nella serpentina (lettera i. e g. figura sopra); in questo modo i gas refrigeranti, grazie alle loro proprietà, se espansi, si raffreddano immediatamente provocando quindi, mediante scambio termico, il raffreddamento della cabina del frigorifero. La spinta del gas all'interno della serpentina viene garantita dal compressore (lettera m. figura sopra) visibile in esplosione nell'immagine alla pagina seguente. Altri componenti presenti all'interno del frigorifero e del congelatore sono termostato e lampadina (lettera b. e c. figura sopra).

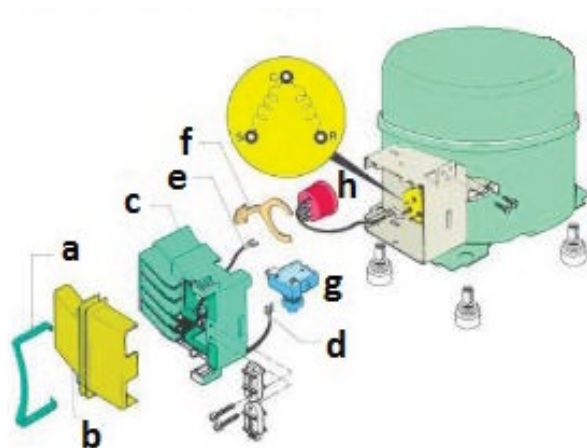
Nel suo complesso, in media, un frigorifero risulta composto percentualmente dai seguenti materiali:

Materiale	%
Ferro	47,2
Compressore	21,0
Al e Cu	5,1
Pla	10,5
PU	15,3
Altro	0,3
CFC	0,6

Nel 2010 il peso medio del frigorifero a fine vita, lavorato presso gli appositi Centri di Trattamento, è risultato essere di 42 kg.

IL COMPRESSORE

L'incidenza media del compressore, in peso, rispetto al totale del frigorifero è circa del 20%, ovvero di circa 8,5 kg per ogni apparecchio. Il compressore è a sua volta composto principalmente di ferro (involucro esterno), di alluminio e di rame. All'interno del compressore, oltre al gas refrigerante che deve essere spinto nella serpentina, è presente l'olio. Olio e gas refrigerante sono, durante tutta la vita del frigorifero, a contatto con la conseguenza che l'olio viene inquinato dal gas refrigerante stesso.



- a. Molla ferma coperchio
- b. Coperchio
- c. Morsettiera
- d. Cavi per i collegamenti elettrici
- e. Cavi per i collegamenti elettrici
- f. Supporto
- g. Relè di avviamento
- h. Componentistica elettrica

ANALISI DEI PRODOTTI IMMESSI SUL MERCATO

Negli ultimi anni la Direttiva Europea sull'etichettatura energetica ha influito molto sul mercato di questi prodotti spingendo verso un maggiore ricambio e, soprattutto, verso prodotti più efficienti. Ad esempio nel 2001 la vendita di frigoriferi e congelatori di classe A o superiore rappresentava appena il 20% dei pezzi venduti in totale, mentre nel 2009 le apparecchiature più efficienti (A, A+ e A++) rappresentavano oltre il 90% dell'immesso sul mercato. Nella prima parte dell'ultimo decennio le vendite sono andate aumentando in maniera abbastanza costante fino al 2007 per poi cominciare a decrescere (anche in corrispondenza dell'inizio della crisi economica).

Evoluzione tecnologica

L'UTILIZZO DI GAS ESPANDENTI E REFRIGERANTI

I primi materiali utilizzati nella produzione di frigoriferi e congelatori sono stati la lana di roccia, come materiale isolante, e il CFC R12, come gas refrigerante, presente nel circuito. La stabilità di questi frigoriferi è garantita dagli spessori della lamiera di ferro della carcassa; per tale ragione si può quindi osservare uno spessore delle pareti particolarmente elevato (pari a circa 1,5 mm) e conseguentemente una elevata resistenza alla triturazione. Questa tipologia di frigoriferi, una volta bonificata dal gas refrigerante presente nel circuito, può non essere lavorata in ambiente controllato con captazione del CFC, in quanto tale gas non è presente nel materiale isolante. I frigoriferi aventi questa tipologia di isolante sono riconoscibili per elevato peso e resistenza. Aprendo le pareti del mobile del frigorifero o la porta è possibile riconoscere la lana di roccia, avente l'aspetto rappresentato nella figura di fianco riportata.



Le caratteristiche fisiche descritte rendono difficile la lavorazione di queste carcasse negli impianti usualmente utilizzati per i frigoriferi a CFC/pentano, ma al contempo ne garantiscono una facile riconoscibilità ed identificazione. Se a ciò si aggiunge l'assenza di sostanze ozono lesive, ne consegue che tali carcasse possono facilmente essere dirette a trattamento presso impianti non dedicati ai frigoriferi e con tecnologie in grado di tritare materiali che oppongono una maggiore resistenza (come appunto le carcasse a lana di roccia). Resta invece invariata la necessità di un opportuno trattamento di bonifica dei circuiti di refrigerazione, per la presenza di R12.

A partire dagli anni '70, la lana di roccia è stata progressivamente sostituita dagli isolamenti composti da schiuma poliuretana espansa con CFC R11 (ovvero tri-cloro fluoro carburi). Il cambio di tecnologia è avvenuto prima per il mobile del frigorifero (primi anni '70), poi per la porta (seconda metà anni '70).

La Legge n. 549 del 28/12/1993, riportante "Misure a tutela dell'ozono stratosferico e dell'ambiente" ha disposto il divieto di produzione e utilizzo a partire dal 1 gennaio 1994 dei CFC precedentemente utilizzati per la produzione di frigoriferi. A seguito della modifica normativa, i produttori di frigoriferi hanno quindi provveduto alla sostituzione dei gas utilizzati: a partire dai prodotti immessi sul mercato nel 1994 si è quindi assistito alla comparsa di gas quali il ciclo pentano per l'espansione delle schiume isolanti e di HCFC quali l'R134A per il caricamento del circuito di raffreddamento. Il tipo di gas refrigerante e la sua quantità sono desumibili dall'etichetta che è possibile trovare all'interno del frigorifero stesso o apposta sul compressore. La tipologia di gas utilizzato invece nell'espansione dalla schiuma isolante può essere nella maggior parte dei casi dedotta da quanto stampato sul retro del mobile del frigorifero.

La direttiva 92/75/CEE del 22 settembre del 1992 ha inoltre introdotto il concetto di "Energy label", ovvero la valutazione del consumo energetico del prodotto. Tale direttiva, insieme agli accordi volontari sulla riduzione dei consumi energetici, firmati a livello europeo dai produttori, da un lato ha imposto normativamente dei limiti di consumo delle nuove apparecchiature immesse sul mercato e dall'altro ha contribuito a una maggiore sensibilizzazione del consumatore finale. Per tali ragioni la produzione di nuove AEE ha progressivamente posto maggiore attenzione all'aspetto del risparmio energetico, trovando quindi come soluzione, fra le altre, l'aumento dello spessore dello strato isolante. Ciò comporta quindi il progressivo aumento in peso del poliuretano ottenuto dalle attività di trattamento di frigoriferi e congelatori.

I CONDENSATORI

Il Decreto del Presidente della Repubblica n° 216 del 24/05/1988 ha introdotto il divieto di produzione di condensatori contenenti PCB, ovvero policlorobifenili. Frigoriferi e congelatori prodotti quindi in data precedente al 1988 potrebbero contenere tali sostanze.

LE SCHEDE ELETTRICHE

Con il progredire della tecnologia, si è progressivamente assistito, in un primo momento alla comparsa di schede elettroniche per il controllo dell'elettrodomestico e quindi ad un progressivo aumento della loro superficie. Prodotti di nuova generazione potrebbero quindi contenere schede di dimensioni superiori ai 10 cm² (da rimuovere e inviare a separato trattamento ai sensi del D.Lgs. 151/05). Le schede elettriche possono essere posizionate sul top del frigorifero, nel vano compressore o nella porta, vicino al display.

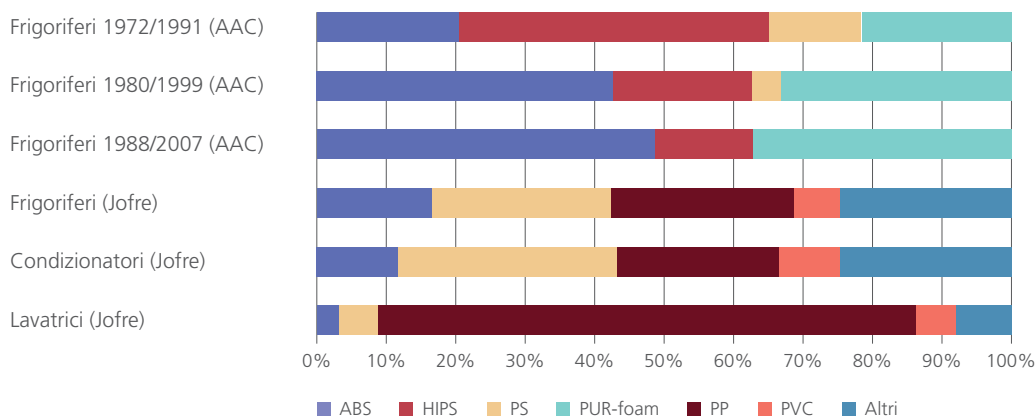
LE PLASTICHE

Nel 2010 il Weee Forum ha reso noto uno studio relativo alle plastiche provenienti dalla lavorazione dei RAE (RoHS Substances in Mixed Plastics from Waste Electrical and Electronic Equipment)

Nello studio si fa riferimento al progressivo aumento della presenza delle plastiche nei frigoriferi prodotti nel corso degli anni. In particolare si registra un passaggio dal 16% del 1972 al 18% del 1980 e al 21 % del 1988. Sempre nello stesso studio sono indicate le principali tipologie di plastiche utilizzate in frigoriferi e congelatori, riconducibili essenzialmente ad ABS, PP, HIPS, e PS, oltre ai poliuretani (PUR- foam).

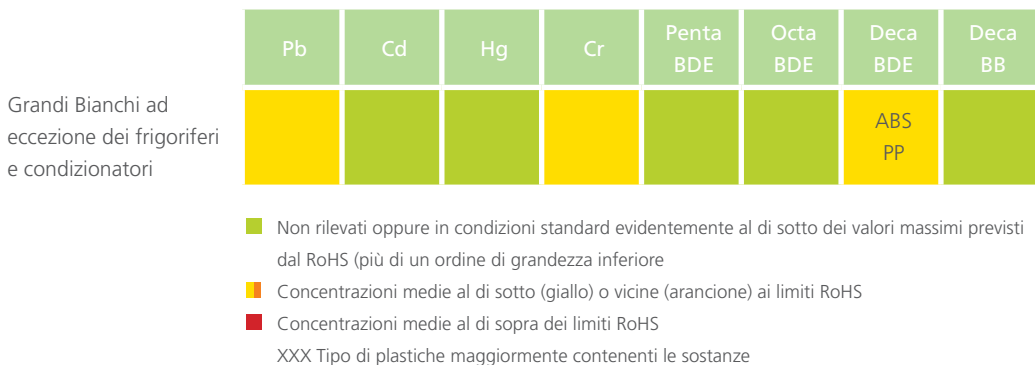
La figura seguente mostra i risultati di diverse analisi circa la tipologia di plastiche presenti nei frigoriferi.

Composizione delle frazioni plastiche in frigoriferi, condizionatori e lavatrici (Jofre e Morioka 2005, AAC senza data)



Sempre nello studio 2010 è stata inoltre svolta una analisi per valutare la presenza di sostanze pericolose nelle plastiche in output dal processo di lavorazione. I risultati, riassunti nelle immagini di seguito riportate, indicano una sostanziale non pericolosità di tali frazioni.

Classificazione delle concentrazioni rilevate secondo i livelli di concentrazione massimi previsti dalla Direttiva RoHS per piombo (Pb), cadmio (Cd), mercurio (Hg), cromo (Cr), Etere difenili polibrominati (PentaBDE, OctaBDE, DecaBDE) a bifenili polibrominati (DecaBB) in categorie di RAEE miste, singole e prodotti singoli



Classificazione delle frazioni di plastiche miste nel trattamento dei RAEE in base al loro contenuto di sostanze RoHS

Gruppo	Criterio di classificazione	Origine delle plastiche miste
B	Concentrazioni delle sostanze pericolose RoHS al di sotto dei limiti stabiliti	Cat. 1: Grandi bianchi senza apparecchi refrigeranti
		Cat. 1: Apparecchi refrigeranti (eccetto le schiume)
		Cat. 2: Aspiratori senza tubo
		Cat. 3: Monitor a schermo piatto

LA DIRETTIVA ROHS

La cosiddetta direttiva RoHS ha imposto, a partire dal 2006, il divieto di utilizzo nella produzione di:

- Piombo
- Mercurio
- Cadmio
- Cromo esavalente (Cromo VI)
- Bifenili polibromurati (PBB)
- Etere di difenile polibromurato (PBDE).

Per tale ragione, frigoriferi e congelatori prodotti in date precedenti potrebbero contenere tali sostanze pericolose, per esempio nelle seguenti parti:

- il piombo è usato nella saldatura dei componenti sui circuiti stampati (le leghe comunemente usate contengono 40% piombo / 60% stagno);
- il mercurio viene utilizzato in particolari termostati e lampade a scarica di mercurio;
- il cadmio si utilizza nelle batterie ricaricabili, come protezione alla corrosione ed usura di componenti metallici e in alcuni casi come pigmento o stabilizzante in vernici;
- il cromo esavalente viene usato in trattamenti di cromatura e nella passivazione della zincatura elettrolitica, su componenti ferrosi e non ferrosi, per evitare la corrosione e l'usura delle superfici. Da ricordare che il cromo esavalente è un agente cancerogeno;
- i bifenili polibromurati (PBB) ed eteri di difenile polibromurati (PBDE) sono aggiunti ai polimeri plastici per ottenere proprietà ignifughe;
- apparecchiature prodotte ai sensi di quanto previsto dalla sopra citata direttiva RoHS possono essere identificate con la presenza del simbolo del cestino barrato.

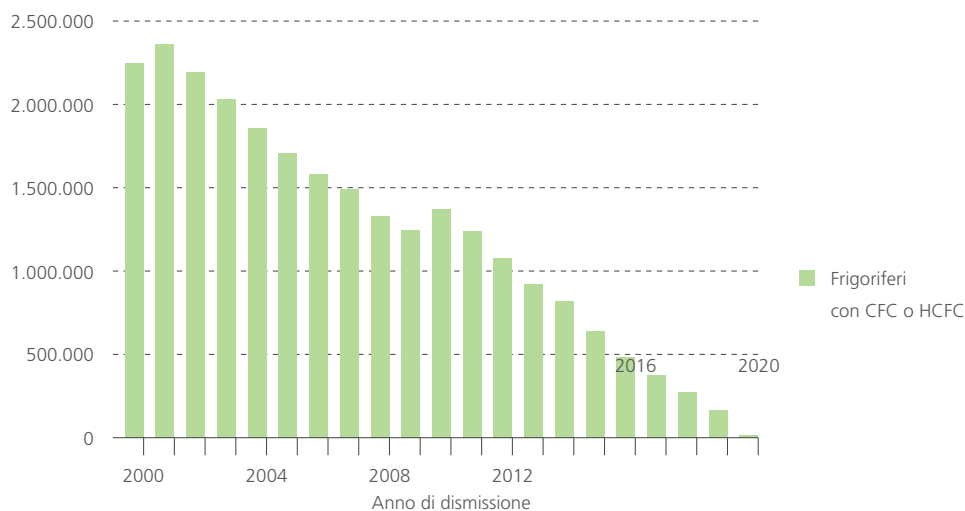


Storicamente si è sempre ritenuto di considerare la vita utile di un'apparecchiatura di refrigerazione pari a circa 16 anni. Tale dato, derivante da benchmark internazionali e da studi effettuati nel corso degli anni dai produttori di elettrodomestici, è stato verificato anche tramite uno studio condotto dal DIPTTEM di Genova (Dipartimento di Ingegneria della Produzione Termoenergetica e Modelli Matematici).

Lo studio è stato svolto su un campione di RAEE conferiti dalle isole ecologiche nel corso degli anni 2008 e 2009; i modelli deterministici e stocastici utilizzati nello studio hanno presentato risultati convergenti nell'indicare che la vita media delle apparecchiature consegnate è di circa 15 anni, in linea con i valori di letteratura noti, e che tale valore è valido anche per i frigoriferi prodotti dopo il 1996 (comunemente chiamati "a pentano").

Uno studio pubblicato nel 2004 analizza le previsioni di dismissione dei frigoriferi CFC, individuando delle code di ritorni che si protraggono fino al 2020 (vedi figura).

Stima ritorni frigoriferi a CFC



Le componenti critiche di Frigoriferi e Congelatori a fine vita

IL GAS ESPANDENTE CONTENUTO NELLE SCHIUME POLIURETANICHE E GAS REFRIGERANTE CONTENUTO NEI CIRCUITI DI REFRIGERAZIONE

Come visto, le 2 principali tipologie di gas espandenti utilizzati nella produzione di schiume poliuretaniche sono CFC sia R11 che R12 e ciclo-pentano. Per il riempimento dei circuiti di raffreddamento i principali gas utilizzati sono CFC R12, HCFC R134A e isobutano R600.

La quantità di gas presenti nelle schiume espandenti è circa pari a 250 gr. per ogni prodotto, mentre il quantitativo di gas refrigerante presente in ciascun circuito di raffreddamento è di circa 120 gr. Il quantitativo di poliuretano mediamente utilizzato per l'isolamento di un frigorifero di "dimensioni standard" è di 4 kg.

I CFC sono caratterizzati dall'altissimo potere ozono-lesivo, mentre ciclo-pentano e isobutano (R600) possono causare esplosioni. Nel trattamento di entrambe le tipologie di gas è quindi fondamentale evitare perdite diffuse negli impianti di lavorazione.

Al fine di distinguere la tipologia di gas utilizzato nel riempimento del circuito refrigerante è possibile leggere eventuali etichette presenti sui compressori indicanti tale informazione o, in alternativa, leggere l'etichetta posta solitamente all'interno del frigorifero indicante i dati tecnici del prodotto.

Il poliuretano, a valle delle operazioni di trattamento, deve contenere un quantitativo in peso di CFC inferiore allo 0,5% per poter essere conferito presso discariche. Per tale ragione, il poliuretano, a valle della separazione del resto delle componenti, deve essere trattato in modo da garantirne l'estrazione del CFC. Il poliuretano, se conferito in discarica, con contenuti di CFC troppo elevati, potrebbe, nel tempo, rilasciare CFC. Si riporta sotto l'immagine di una carcassa di frigorifero costituita da poliuretano espanso e l'immagine del poliuretano ridotto in pellets a valle dell'attività di trattamento.



L'utilizzo come gas espandente di ciclo-pentano è invece evidenziato dalla scritta "ciclo-pentano" o "c-pentano" o "pentane" presente solitamente sul dorso del frigorifero.



È inoltre da evidenziare che, solitamente, frigoriferi o congelatori aventi compressore riempito con R12 hanno schiume poliuretaniche espanse con CFC R11, mentre compressori riempiti con altri gas sono solitamente montati su frigoriferi con schiume espanse con ciclo-pentano.

L'OLIO LUBRIFICANTE DEI COMPRESSORI

L'olio contenuto nel compressore, essendo stato a contatto con il gas refrigerante per l'intera vita del prodotto, è stato contaminato dal gas stesso: è quindi necessario un apposito trattamento al fine di estrarre il CFC "imprigionato" all'interno dell'olio. L'olio estratto dal compressore, prima di subire ulteriori lavorazioni può contenere un quantitativo CFC pari a circa il 5% in peso. Le successive fasi di trattamento e di degasaggio hanno lo scopo di ottenere olio con contenuto percentuale di CFC inferiore allo 0,2% in peso, in modo da consentire il conferimento al Consorzio Obbligatorio degli Oli Usati.

I CONDENSATORI

I condensatori, presenti in frigoriferi di vecchia generazione, sono solitamente posizionati nel vano del compressore; poiché potrebbero contenere PCB, devono essere rimossi ed inviati a opportuno trattamento. Riportiamo di seguito l'immagine di alcuni condensatori.



GLI INTERRUTTORI A MERCURIO

Gli interruttori sono stati utilizzati fino ai primi anni '80 in alcuni congelatori definiti "a pozzetto" per registrare l'apertura e chiusura della porta. Per tale ragione gli interruttori a mercurio si collocano solitamente all'interno del congelatore, sulla relativa porta. Si riporta di seguito l'immagine di un interruttore a mercurio, una volta aperto per visualizzarne il contenuto.

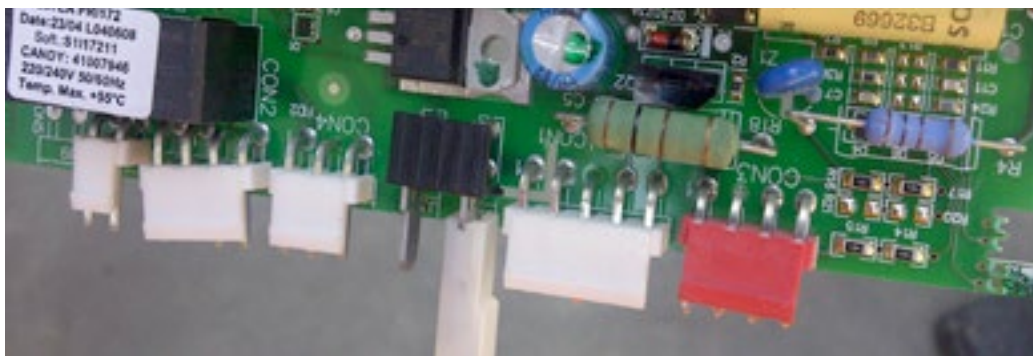


IL DISPLAY

È possibile trovare display di tipo LCD o TFT nei frigoriferi di ultima generazione. Tali display sono solitamente collocati sulla parte esterna del frigorifero, nella parte anteriore. Gli schermi possono essere retro-illuminati mediante lampade contenenti mercurio.

LE SCHEDE ELETTRICHE

Le schede elettroniche, solitamente collocate vicino ai pulsanti per il controllo del frigorifero (temperatura, ecc.) o vicino a luci/strumenti che visualizzano lo stato del frigorifero, possono contenere saldature contenenti piombo. Si riporta di seguito l'immagine di una scheda elettrica rimossa da un frigorifero. Secondo quanto previsto dal D.Lgs. 151/05 le schede elettriche devono essere rimosse in caso abbiano una superficie maggiore di 10 cm².



CAVI DI ALIMENTAZIONE

I cavi di alimentazione devono essere rimossi e gestiti in modo separato.

WWW.CDCRAEE.IT

