

# Klea® Edge™ 444A

## Guida all'applicazione e scheda tecnica

### Introduzione

Orbia Fluor & Energy Materials, azienda creatrice e produttrice esperta di refrigeranti, presenta R-444A, un refrigerante destinato a superare l'attuale standard prestazionale, soddisfacendo, al contempo, i criteri ambientali accettati\* con basso GWP e TFA minimo. Orbia Fluor & Energy Materials ha progettato e sviluppato una serie di refrigeranti che soddisfano e superano i requisiti normativi in costante evoluzione.

Klea® Edge™ 444A è un refrigerante a basso GWP, lievemente infiammabile, studiato da Orbia Fluor & Energy Materials per sostituire R-1234yf nell'aftermarket globale del condizionamento per veicoli. Le sue proprietà fisiche e ambientali favorevoli consentono a R-444A di posizionarsi come refrigerante sostitutivo diretto sicuro e ad alte prestazioni in una vasta gamma di applicazioni.

R-444A è una miscela refrigerante zeotropica che comprende R-32/R-152a/R-1234ze(E), (12,0/5,0/83,0% in peso). È una miscela a bassa tossicità e lievemente infiammabile classificata come refrigerante A2L secondo la classificazione dei refrigeranti ANSI/ASHRAE Standard 34/ISO. È un'alternativa flessibile, conveniente ed ecocompatibile a R-1234yf.

### Applicazioni

#### Settori automobilistico e dei trasporti



Sostituzione diretta di R-1234yf nei sistemi di aria condizionata per la manutenzione di veicoli nuovi ed esistenti a livello globale.

\*Sulla base dei risultati del documento di posizione dell'EFCTC dell'8 ottobre 2021, che afferma: "si stima che HFO-1234ze, HFO-1336mzz e HCFO-1233zd contribuiranno in linea di massima con meno di 0,01 µg/L alla concentrazione media di TFA nelle acque piovane europee fino al 2050".

# Vantaggi

R-444A offre all'utente i seguenti vantaggi:

- **Classificazione A2L:** R-444A è stato classificato "A2L" secondo ASHRAE/ISO, il che significa che è leggermente infiammabile e ha una bassa tossicità.<sup>1</sup>
- **Conformità ai regolamenti:** R-444A, con un GWP100 inferiore a 150, soddisfa i rigidi obiettivi di GWP (e adempie alle Regole EPA per la transizione tecnologica per numerosi settori). Ha un potenziale di eliminazione dell'ozono (ODP) pari a zero.
- **Compatibile:** R-444A funziona con qualsiasi sistema che utilizza R-1234yf.
- **Facile da usare:** R-444A è un sostituto diretto di R-1234yf nei sistemi di climatizzazione dei veicoli. L'apparecchiatura di servizio per R-1234yf o R-134a può essere riutilizzata per la manutenzione di veicoli con R-444A. L'adeguamento può essere completato con i normali strumenti di servizio per i sistemi di aria condizionata.
- **Prestazioni elevate:** R-444A offre una capacità di riscaldamento/raffreddamento fino al 10% superiore<sup>2</sup> nei casi di sostituzione diretta rispetto a R-1234yf, raffreddando l'abitacolo 4 volte più velocemente di R-1234yf. Può anche contribuire a una maggiore efficienza energetica, che permette ai veicoli con motore a combustione interna di migliorare il risparmio di carburante e ai veicoli elettrici di avere un'autonomia maggiore, in entrambi i casi migliorando l'esperienza per il passeggero.
- **Conveniente:** R-444A è un'alternativa economica a R-1234yf.<sup>3</sup> La dimensione di ricarica è identica a R-1234yf.
- **Sostenibile:** R-444A ha un'impronta di carbonio simile<sup>4</sup> rispetto a R-1234yf con una deroga minima di TFA nell'atmosfera.<sup>5</sup>
- **Stabile:** R-444A è chimicamente stabile, la sua composizione rientra nelle specifiche dalla carica fino al recupero dai sistemi di aria condizionata, senza alcuna polimerizzazione nota.<sup>6</sup>
- **Apparecchiatura di servizio:** Gli strumenti e le apparecchiature di servizio sono resi disponibili da produttori leader. È possibile anche dedicare e utilizzare l'apparecchiatura esistente.



1. Consultare i codici delle normative regionali applicabili e gli standard di prodotto che riguardano l'uso di refrigeranti infiammabili, ad es. ASHRAE standard 15.  
2. Dati provenienti da test indipendenti su applicazioni automobilistiche hanno confermato che R-444A ha emesso aria più fresca di 2-3 °C con una riduzione della temperatura più rapida di 4 minuti a 22 °C rispetto a R-1234yf.  
3. In base alle condizioni di mercato a luglio 2024.

4. Emissioni di CO<sub>2</sub> equivalenti secondo l'LCCP durante la vita del veicolo.  
5. Sulla base dei risultati del documento di posizione dell'EFCTC dell'8 ottobre 2021, che afferma: "si stima che HFO-1234ze, HFO-1336mzz e HCFO-1233zd contribuiranno in linea di massima con meno di 0,01 µg/L alla concentrazione media di TFA nelle acque piovane europee fino al 2050".  
6. In base a test di laboratorio interni.

# Rinnovo di R-444A

## Istruzioni per il rinnovo del refrigerante composto per R-444A

Da R-1234yf (A2L) a R-444A (A2L)

<b>01</b>	Utilizzando un dispositivo di recupero-riciclo del refrigerante certificato per il refrigerante da sostituire, rimuovere il refrigerante dal veicolo come previsto dall'unità. Annotare la quantità di olio rimosso.	<b>06</b>	Eeguire la prova della perdita di vuoto per 5 minuti. Passare al punto 8 se il vuoto scende meno di 76,2 mm/Hg altrimenti ripetere il punto 7.
<b>02</b>	Adattare le porte di servizio del lato della pressione alta e di quello della pressione bassa a quelle previste per il nuovo refrigerante.	<b>07</b>	Utilizzando la stessa apparecchiatura, caricare il veicolo con il nuovo refrigerante in base al peso. <ul style="list-style-type: none"><li>In base al peso: Impostare la bilancia per la ricarica sul peso di R-1234yf indicato sull'etichetta J639 o nelle informazioni per l'assistenza dell'OEM. Caricare da una bombola di R-444A vergine in stato liquido. Avviare il veicolo e accendere il sistema di aria condizionata al massimo. Osservare le pressioni e assicurarsi che la temperatura della bocchetta centrale rispetti le specifiche. Chiudere l'attacco sul lato della pressione alta e lasciare che le pressioni si stabilizzino. Chiudere l'attacco sul lato della pressione bassa e scollegare gli attacchi dal veicolo.</li></ul>
<b>03</b>	Applicare l'etichetta del nuovo refrigerante sull'etichetta SAE J639 come previsto dalle normative locali.		
<b>04</b>	Aggiungere l'olio specificato in base alla quantità rimossa durante il recupero o come stabilito dal produttore del refrigerante.		
<b>05</b>	Utilizzando l'apposita apparecchiatura può essere riconvertita da R-134a o R-1234yf per il nuovo refrigerante, collegarla al veicolo e al sistema di aspirazione per 10 minuti.		

## Istruzioni per la manutenzione del refrigerante composto

R-444A (A2L)

<b>01</b>	Presupponendo che il refrigerante R-444A debba essere rimosso, collegare la stazione di servizio per R-444A al veicolo.	<b>05</b>	Impostare la bilancia sulla stazione di servizio sul peso di ricarica desiderato come da etichetta J639 o da indicazioni per la riparazione dell'OEM. Aprire la valvola del liquido sul serbatoio di recupero per consentire prima la ricarica con il gas recuperato, poi, se necessario, aprire la valvola del liquido della bombola vergine. Si consiglia l'uso di solenoidi controllati tramite computer per assicurare una ricarica precisa (+/- 15 g).
<b>02</b>	Impostarla per il recupero. Il processo di recupero deve rimuovere l'olio e il particolato dal refrigerante, condensare il refrigerante e conservarlo in un serbatoio di recupero standard.	<b>06</b>	Avviare il veicolo e osservare la pressione sul lato della pressione alta e su quello della pressione bassa e verificare l'ottenimento della temperatura desiderata sulla bocchetta centrale. Chiudere l'attacco sul lato della pressione alta lasciando che le pressioni si stabilizzino. Chiudere l'attacco sul lato della pressione bassa e rimuovere gli attacchi.
<b>03</b>	Completare la riparazione del sistema di aria condizionata e controllare che non ci siano perdite.		
<b>04</b>	Utilizzando la stazione di servizio specifica per il refrigerante, collegarla alle porte di servizio sul lato di pressione alta e su quello di pressione bassa. Impostare il tempo di aspirazione su 10 minuti o fino a quando mantiene il vuoto per 5 minuti scendendo meno di 770 mm Hg/3 in Hg.		

## Rilevatori di perdite

I rilevatori di perdite (SAE J2913) progettati e omologati per rilevare le perdite di R-134a e/o R-1234yf rileveranno le perdite di R-444A. Le perdite di R-444A devono essere trattate come per R-1234yf.

**\*Nota speciale:** La prassi migliore sarebbe mantenere i refrigeranti separati. Tuttavia, R444A è compatibile con R1234yf e con i lubrificanti utilizzati nei sistemi con R1234yf. Consultare le garanzie del veicolo e le norme locali.

## Compatibilità dei materiali

I test di compatibilità di R-444A sono stati condotti con metalli, plastiche e gomme secondo i metodi standard.\*

R-444A è compatibile con gli oli di tipo OEM a base di polialchilenglicoli (PAG) quando utilizzati in applicazioni automobilistiche. Con R-444A si possono utilizzare anche oli polioliestere (POE) di tipo OEM per autoveicoli. Il tipo di lubrificante dipende dal compressore e dai requisiti del costruttore del veicolo. R-444A è progettato per lavorare con lubrificanti R-1234yf di grado PAG e POE. Non è necessario cambiare l'olio quando si converte un sistema da R-1234yf a R-444A. Se il sistema necessita di un lubrificante aggiuntivo, si consiglia di utilizzare gli oli POE come ND-12 di Denso, SP-A2 di Shrieve e Sanden utilizzati anche per R-1234yf. Consigliamo di utilizzare additivi stabilizzanti a base di HFO con oli PAG e POE. Gli oli e gli additivi PAG utilizzati con R-134a non devono essere utilizzati con R-444A.

Nei sistemi di aria condizionata viene utilizzata un'ampia gamma di plastiche e gomme. I materiali includono quelli utilizzati per guarnizioni, tubazioni, fabbricazione di motori e isolamento. Test simili condotti su R-1234yf dimostrano che R-444A è meno aggressivo sulla plastica rispetto a R-1234yf. R-444A è compatibile con un'ampia gamma di elastomeri utilizzati con R-1234yf, con tassi di permeazione complessivi simili a quelli di R-1234yf. I tubi utilizzati e consigliati per R-1234yf sono compatibili anche con R-444A. Per maggiori dettagli sulla compatibilità dei materiali contattare il rappresentante locale di Orbia Fluor & Energy Materials.

Nota: le prestazioni degli elastomeri e delle plastiche variano in base alla formulazione e alle condizioni d'uso. Prima della scelta, considerare la temperatura di esercizio massima della plastica e la temperatura di applicazione massima.

\*Standard di prova ASHRAE e ASTM.

## Proprietà fisiche

Nella tabella 1 di seguito è raffigurata una sintesi dei dati sulle proprietà di R-444A. I dati di saturazione e le tabelle PT si trovano rispettivamente nelle Tabelle 2 e 3.

**Tabella 1. | R-444A - Dati sulle proprietà di base del refrigerante**

Proprietà	Unità	R-444A
Potenziale di riscaldamento globale (GWP) *	---	93
Potenziale di riscaldamento globale (GWP) **	---	88
Massa molecolare	g/mol	96,7
Temperatura del punto di ebollizione normale (NBP) (101,325 kPa/14,696 psia)	°C	-30
Temperatura critica	°C	102,8
Pressione critica	kPa	4173,8
Volume critico	m <sup>3</sup> /kg	0.0021
Densità del liquido saturo (0 °C)	kg/m <sup>3</sup>	1204
Pressione di bolla (-40 °C)	kPa	83,62
Pressione di bolla (0 °C)	kPa	390
Indice isoentropico (Cp/Cv) (vapore saturo a 0 °C)		1,17
Calore latente di vaporizzazione a 0 °C	kJ/kg	233
Classificazione di sicurezza (ASHRAE/ISO 817)		A2L

\*Regolamento UK (UE) N. 517/2014 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 16 aprile 2014 sui gas fluorurati a effetto serra che abroga il Regolamento (CE) N. 842/2006

\*\*Regolamento UE (UE) N. 2024/573 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 7 febbraio 2024 sui gas fluorurati a effetto serra che modifica la Direttiva (UE) 2019/1937 e abroga il Regolamento (CE) N. 517/2014

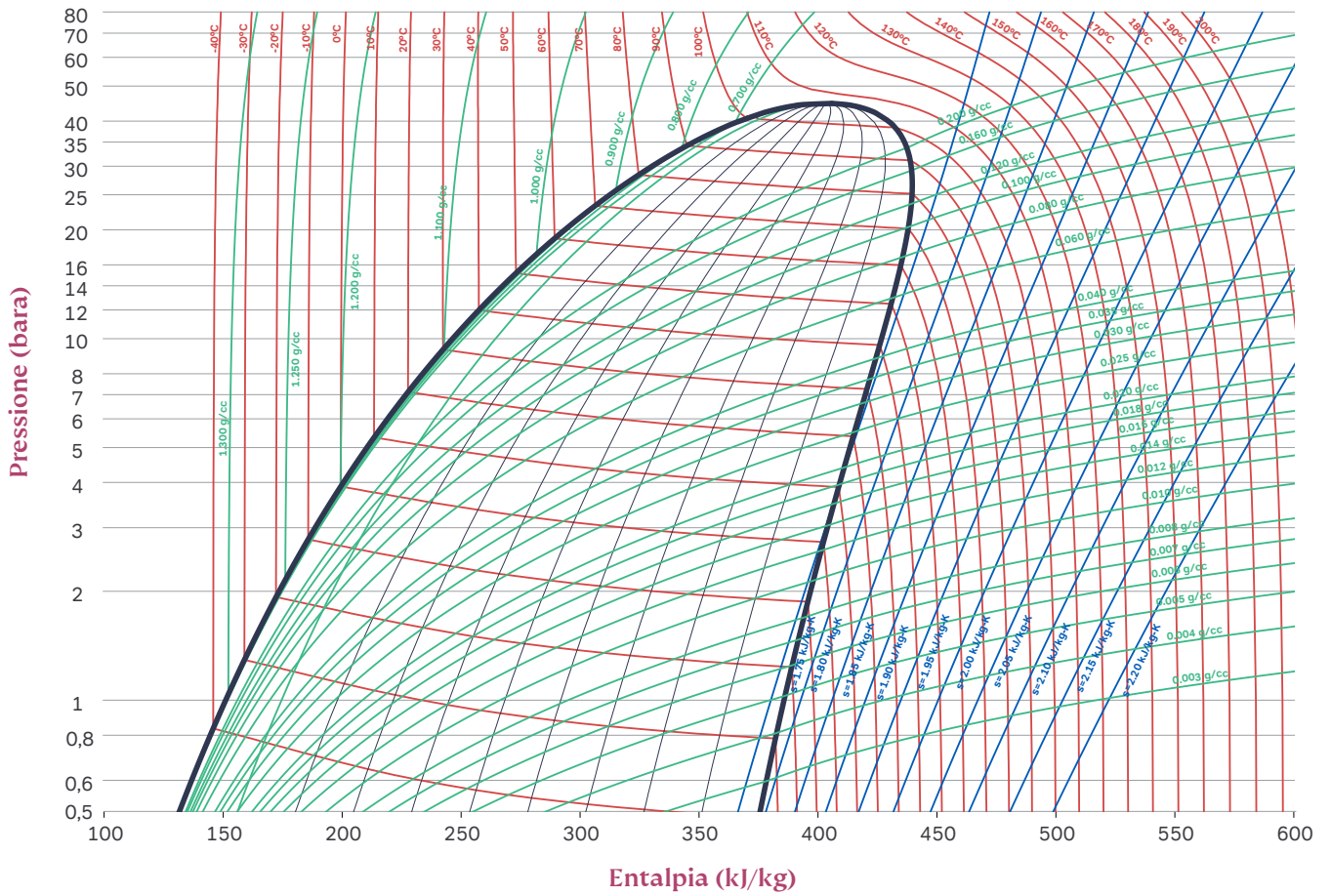
**Tabella 2. | R-444A - Proprietà di saturazione - Tabella delle temperature**

Temperatura	Pressione		Densità		Entalpia		Entropia	
	Liquido	Vapore	Liquido	Vapore	Liquido	Vapore	Liquido	Vapore
(°C)	(bara)	(bara)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	(kJ/kg)	(kJ/kg)	(kJ/kg/K)	(kJ/kg/K)
-40	0,84	0,47	1318	2,4	146,2	376,1	0,79	1,79
-38	0,92	0,52	1312	2,6	148,9	377,5	0,80	1,79
-36	1,00	0,58	1307	2,9	151,5	378,9	0,81	1,79
-34	1,09	0,64	1302	3,2	154,1	380,3	0,82	1,78
-32	1,19	0,70	1296	3,5	156,8	381,7	0,83	1,78
-30	1,29	0,78	1291	3,8	159,4	383,1	0,84	1,78
-28	1,41	0,85	1285	4,2	162,1	384,5	0,85	1,78
-26	1,52	0,94	1280	4,6	164,7	385,8	0,87	1,78
-24	1,65	1,03	1274	5,0	167,4	387,2	0,88	1,77
-22	1,79	1,12	1268	5,4	170,1	388,6	0,89	1,77
-20	1,93	1,23	1263	5,9	172,7	390,0	0,90	1,77
-18	2,08	1,34	1257	6,4	175,4	391,3	0,91	1,77
-16	2,24	1,46	1251	6,9	178,1	392,7	0,92	1,77
-14	2,41	1,58	1246	7,5	180,8	394,0	0,93	1,76
-12	2,59	1,72	1240	8,1	183,5	395,4	0,94	1,76
-10	2,78	1,86	1234	8,7	186,3	396,7	0,95	1,76
-8	2,98	2,01	1228	9,4	189,0	398,0	0,96	1,76
-6	3,20	2,17	1222	10,1	191,7	399,4	0,97	1,76
-4	3,42	2,35	1216	10,9	194,5	400,7	0,98	1,76
-2	3,65	2,53	1210	11,7	197,2	402,0	0,99	1,76
0	3,90	2,72	1204	12,6	200,0	403,3	1,00	1,76
2	4,16	2,93	1198	13,5	202,8	404,6	1,01	1,75
4	4,43	3,14	1192	14,4	205,6	405,9	1,02	1,75
6	4,72	3,37	1186	15,5	208,4	407,2	1,03	1,75
8	5,02	3,61	1179	16,5	211,2	408,4	1,04	1,75
10	5,33	3,87	1173	17,6	214,0	409,7	1,05	1,75
12	5,66	4,14	1166	18,8	216,8	410,9	1,06	1,75
14	6,00	4,42	1160	20,1	219,7	412,2	1,07	1,75
16	6,36	4,71	1153	21,4	222,6	413,4	1,08	1,75
18	6,73	5,02	1147	22,8	225,4	414,6	1,09	1,75
20	7,12	5,35	1140	24,2	228,3	415,8	1,10	1,75
22	7,53	5,69	1133	25,7	231,2	417,0	1,11	1,75
24	7,95	6,05	1126	27,4	234,1	418,2	1,12	1,75
26	8,39	6,43	1120	29,0	237,1	419,3	1,13	1,75
28	8,85	6,82	1112	30,8	240,0	420,5	1,14	1,75
30	9,32	7,23	1105	32,7	243,0	421,6	1,15	1,74

**Tabella 2 continua. | R-444A - Proprietà di saturazione - Tabella delle temperature**

Temperatura	Pressione		Densità		Entalpia		Entropia	
	Liquido	Vapore	Liquido	Vapore	Liquido	Vapore	Liquido	Vapore
(°C)	(bara)	(bara)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	(kJ/kg)	(kJ/kg)	(kJ/kg/K)	(kJ/kg/K)
32	9,82	7,66	1098	34,6	246,0	422,7	1,16	1,74
34	10,33	8,11	1091	36,7	249,0	423,8	1,17	1,74
36	10,86	8,57	1083	38,9	252,0	424,9	1,18	1,74
38	11,42	9,06	1076	41,1	255,0	425,9	1,19	1,74
40	11,99	9,57	1068	43,5	258,1	426,9	1,20	1,74
42	12,58	10,10	1060	46,0	261,1	428,0	1,21	1,74
44	13,20	10,65	1052	48,7	264,2	428,9	1,22	1,74
46	13,83	11,23	1044	51,4	267,4	429,9	1,22	1,74
48	14,49	11,83	1036	54,3	270,5	430,8	1,23	1,74
50	15,17	12,45	1028	57,4	273,7	431,8	1,24	1,74
52	15,88	13,09	1019	60,6	276,9	432,6	1,25	1,74
54	16,61	13,77	1010	64,0	280,1	433,5	1,26	1,74
56	17,36	14,46	1001	67,5	283,3	434,3	1,27	1,74
58	18,13	15,19	992	71,3	286,6	435,1	1,28	1,74
60	18,93	15,94	983	75,2	289,9	435,9	1,29	1,74
62	19,76	16,72	973	79,4	293,2	436,6	1,30	1,73
64	20,61	17,53	963	83,8	296,6	437,2	1,31	1,73
66	21,49	18,36	953	88,5	300,0	437,9	1,32	1,73
68	22,39	19,23	942	93,4	303,5	438,4	1,33	1,73
70	23,32	20,13	932	98,6	307,0	439,0	1,34	1,73
72	24,28	21,07	920	104,1	310,5	439,4	1,35	1,73
74	25,26	22,03	909	110,0	314,1	439,8	1,36	1,73
76	26,28	23,03	897	116,3	317,8	440,2	1,37	1,73
78	27,32	24,07	884	123,0	321,5	440,4	1,38	1,72
80	28,39	25,14	871	130,2	325,3	440,6	1,39	1,72
82	29,49	26,26	858	137,9	329,1	440,7	1,40	1,72
84	30,62	27,41	843	146,2	333,0	440,7	1,41	1,72
86	31,78	28,60	828	155,2	337,1	440,6	1,42	1,72
88	32,96	29,84	812	165,0	341,2	440,3	1,44	1,71

# Diagramma Pressione-Entalpia per R-444A



Stato di riferimento: IIR  
 $h = 200 \text{ kJ/kg}$ ,  
 $s = 1,0 \text{ kJ/kg-K}$  con liq. satur. a  $0 \text{ }^\circ\text{C}$

**Tabella 3. | Tabella PT - Pressione di saturazione - Grafico della temperatura per R-444A**

°F	R-444A		°C	°F	R-444A		°C
	psig	barg			psig	barg	
-42	16,9	16,9	-41,1	62	79,3	5,5	16,7
-38	15,2	15,2	-38,9	66	85,4	5,9	18,9
-34	13,5	13,5	-34,4	70	91,8	6,3	21,1
-30	11,5	11,5	-34,4	74	98,5	6,8	23,3
-26	9,3	9,3	-32,2	78	105,5	7,3	25,6
-22	7,0	7,0	-30,0	82	112,8	7,8	27,8
-18	4,5	4,5	-27,8	86	120,5	8,3	30,0
-14	1,7	1,7	-25,6	90	128,5	8,9	32,2
-10	0,6	0,0	-23,3	94	136,8	9,4	34,4
-6	2,2	0,2	-21,1	98	145,5	10,0	36,7
-2	4,0	0,3	-18,9	102	154,5	10,7	38,9
2	5,8	0,4	-16,7	106	163,9	11,3	41,1
6	7,8	0,5	-14,4	110	173,7	12,0	43,3
10	10,0	0,7	-12,2	114	183,9	12,7	45,6
14	12,3	0,8	-10,0	118	194,4	13,4	47,8
18	14,7	1,0	-7,8	122	205,4	14,2	50,0
22	17,4	1,2	-5,6	126	216,7	14,9	52,2
26	20,2	1,4	-3,3	130	228,5	15,8	54,4
30	23,2	1,6	-1,1	134	240,8	16,6	56,7
34	26,4	1,8	1,1	138	253,4	17,5	58,9
38	29,8	2,1	3,3	142	266,5	18,4	61,1
42	33,5	2,3	5,6	146	280,1	19,3	63,3
46	37,3	2,6	7,8	150	294,1	20,3	65,6
50	41,4	2,9	10,0				
54	67,9	4,7	12,2				
58	73,5	5,1	14,4				

Nero: Vapore saturo (punto di rugiada) – da utilizzare per calcolare il surriscaldamento.  
**Grassetto:** Liquido saturo (punto di bolla) – da utilizzare per calcolare il sottoraffreddamento.  
**Rosso:** Pollici di mercurio sotto la pressione atmosferica.

Le informazioni contenute nella presente pubblicazione, o altrimenti fornite agli Utenti, sono ritenute precise e comunicate in buona fede, ma nulla di quanto riportato nella presente pubblicazione costituisce una dichiarazione, una garanzia, un'assicurazione o un invito da parte di Mexichem Fluor Inc. e delle sue consociate (operanti come Orbia Fluor & Energy Materials) all'Utente in relazione al contenuto o alla precisione delle informazioni riportate in questa pubblicazione. È responsabilità dell'Utente accertarsi dell'idoneità per il proprio scopo specifico e Mexichem non fornisce alcuna garanzia sull'idoneità del Prodotto per qualsiasi scopo specifico, e qualsiasi garanzia o condizione implicita (legale o di altro tipo) è esclusa, salvo nella misura in cui tale esclusione sia vietata per legge. Nulla di quanto riportato nella presente pubblicazione è da intendersi come garanzia o assicurazione da parte di Mexichem agli Utenti in relazione alla violazione di brevetti o diritto d'autore o altri diritti di terze parti. Non può essere data per certa la libertà in materia di brevetti, diritti d'autore e design. Mexichem declina qualsiasi responsabilità per perdita o danni (diversi da quelli derivanti da morte o lesioni personali causate da un prodotto difettoso, se dimostrato) derivanti dall'affidamento su queste informazioni. Klea® Edge™ è un marchio registrato di Mexichem Amanco Holding, S.A. de C.V.

Per maggiori informazioni,  
 contattare [fem@orbia.com](mailto:fem@orbia.com)  
[orbia-fem.com](http://orbia-fem.com)

Klea® Edge



Fluor & Energy  
 Materials