

# 46° congresso nazionale ATI

cassino-gaeta 25-27 settembre 1991



---

**atti del congresso**

*estratto*

**associazione  
termotecnica  
italiana**

## "MISURA DI ALCUNE PROPRIETÀ FISICHE DELLA SOLUZIONE ALCOOL METILICO - CLORURO DI CALCIO" \*

GINO MONCADA LO GIUDICE<sup>(\*)</sup>, FRANCESCO ASDRUBALI<sup>(\*\*)</sup>, CINZIA BURATTI<sup>(\*\*)</sup>

<sup>(\*)</sup> Dip. di Fisica Tecnica, Università di Roma "La Sapienza"

<sup>(\*\*)</sup> Ist. di Energetica, Università degli Studi di Perugia

### Sommario

L'impiego della soluzione Alcool Metilico - Cloruro di Calcio in macchine ad assorbimento è stato a volte proposto in Letteratura con risultati apparentemente soddisfacenti [1], [2]. Tuttavia i dati sperimentali della soluzione non sono noti ed è quindi difficile effettuare calcoli per verificare la validità della proposta.

Di qui nasce l'idea del presente lavoro, nel quale si determinano, per via sperimentale, alcune proprietà fisiche della soluzione menzionata (tensioni di vapore, calore specifico, viscosità cinematica, densità). Ad un primo esame, i risultati ottenuti sono in contrasto con quelli derivati dalla Letteratura. Con riferimento ai dati P-T-X, si verifica infatti una variazione di temperatura assai modesta, a pressione costante, in corrispondenza di variazioni di concentrazione anche elevate, in tutto il campo di temperature indagato. Questa caratteristica è in contrasto con il principale requisito richiesto per i fluidi da impiegarsi in macchine ad assorbimento [3], [4]. Inoltre la soluzione presenta caratteristiche di aggressività chimico-fisica nei riguardi di molti materiali metallici, tanto che le misure di calore specifico non sono state portate a termine per scongiurare pericoli di danneggiamento dell'apparecchiatura.

### Abstract

The Methanol-Calcium Chloride solution has sometimes been proposed as a working fluid for absorption machines [1],[2].

---

\* Memoria presentata al 46° Congresso Nazionale ATI  
Gaeta, 25-27 settembre 1991.

Nevertheless, there is a lack of the experimental data of the solution, so that it is difficult to verify and to extend the mentioned studies. In the present work the experimental data (Vapour Pressures, Specific Heat, Viscosity, Density ) of the solution Methanol- Calcium Chloride are determined. Experimental P-T-X data indicate unsatisfactory characteristics, because only a small temperature difference, at constant pressure, may be obtained between the pure refrigerant and the solution, also if very concentrated. Besides the solutions have proved to be corrosive towards metals.

We may conclude that the solution Methanol-Calcium Chloride is not suitable for applications in the field of absorption machines [3],[4].

## 1. Introduzione

Le soluzioni di alcool metilico e sali sono state spesso proposte in Letteratura come fluidi di lavoro in macchine frigorifere ad assorbimento ([5], [6], [7]); sebbene non abbiano avuto significative applicazioni nelle macchine di corrente produzione, esse sono ancor oggi oggetto di ricerca [8], [9] poichè presentano caratteristiche assai interessanti in vista dell'impiego menzionato. Infatti, se confrontate con la coppia Acqua-Bromuro di Litio, offrono vantaggi comparabili (assenza di rettifica, elevata solubilità, elevato calore di evaporazione, anche se minore di quello dell'Acqua); inoltre, a differenza della coppia Acqua - Bromuro di Litio, esse consentono di raggiungere temperature di evaporazione inferiori a 0 °C, poichè il punto triplo del Metanolo si trova alla temperatura di -97.7 °C.

Nel presente lavoro viene considerata la soluzione Alcool Metilico-Cloruro di Calcio. In Letteratura [1], [2] è stato possibile reperire alcuni risultati relativi a prestazioni di pompe di calore ad assorbimento operanti con questa soluzione; non è stato possibile, al contrario, reperire i dati riguardanti le proprietà termofisiche della soluzione medesima. Le buone indicazioni sulle prestazioni della macchina (C.O.P. circa pari a 1.5) hanno spinto ad intraprendere una estesa campagna sperimentale per determinare le seguenti proprietà fisiche della soluzione CH<sub>3</sub>OH - CaCl<sub>2</sub> : tensioni di vapore, viscosità cinematica, densità, calore specifico. La conoscenza dei valori assunti da tali proprietà (in particolare

dalle tensioni di vapore) permette infatti di valutare le prestazioni teoriche di macchine ad assorbimento funzionanti con la soluzione in esame e di verificare quindi la fondatezza delle valutazioni positive espresse in Letteratura. Le misure sono state eseguite nel Laboratorio di Termodinamica dell'Istituto di Energetica dell'Università di Perugia.

## 2. Materiali

Il Metanolo impiegato per la preparazione delle soluzioni è di produzione Carlo Erba S.p.a., di purezza minima pari al 99.9%; l'impurità principale è rappresentata da acqua (<0.08%). Il Calcio Cloruro puro (anidro) disponibile in commercio è risultato insolubile in Metanolo, in tutto il campo di temperature esaminato; si è quindi impiegato Calcio Cloruro biidrato ( $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), anch'esso di produzione Carlo Erba S.p.a., di purezza pari al 99.0%, le cui impurità principali sono costituite da Magnesio (Mg <0.03%) e Stronzio (Sr <0.01%). La soluzione sperimentata è quindi in realtà un composto ternario ( $\text{CH}_3\text{OH}-\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).

Le soluzioni sono state preparate pesando per mezzo di una bilancia elettronica (mod. Sartorius, f.s. 4000 g., precisione +/- 0.002 g su tutta la scala) il refrigerante (Metanolo) e l'assorbente (Calcio Cloruro) nei rapporti in massa desiderati (30%, 50%, 60%, 70%, 90% in massa di Metanolo) ed in quantità sufficiente per le misure da effettuare (circa 500 g).

## 3. Misure di tensione di vapore

Le curve P-T-X sono state costruite misurando pressione e temperatura, a concentrazione costante (30%, 50%, 70%, 90%, 100% in massa di Metanolo). L'apparato sperimentale impiegato per le misure di tensione di vapore è stato già descritto in un precedente lavoro [10]; a titolo di completezza, in fig. 1 è riportato il disegno schematico del sistema di misura adottato. La sezione di prova contenente la soluzione viene collocata all'interno di una camera climatica; si attiva poi la pompa da vuoto per effettuare il degasaggio della soluzione. Si imposta un valore della temperatura della camera climatica; raggiunte le condizioni di equilibrio, si effettua la

lettura contemporanea dei valori di temperatura e tensione di vapore.

Si sono determinati, per ogni campione sperimentato, almeno sei punti sperimentali. Una descrizione piu' dettagliata delle operazioni di misura è riportata in [11]. I dati sperimentali sono stati interpolati, mediante un programma di calcolo, con un polinomio di primo grado, che lega il logaritmo della pressione  $P$  all'inverso della temperatura assoluta  $T$ , sulla base della relazione di Antoine:

$$\text{Log } P = A - B/T \quad (1)$$

Si sono calcolati, per ciascuna delle concentrazioni sperimentate, i valori delle costanti  $A$  e  $B$  (vedi Tab. 1). Le rette ottenute dall'interpolazione lineare dei dati sperimentali sono rappresentate in fig. 2. In tabella 2 sono inoltre riportati i risultati delle misure di tensione di vapore (terza colonna); nella quarta colonna sono riportati i valori della stessa tensione di vapore, calcolati per mezzo della (1). Si può avere così un'idea dell'errore introdotto dal criterio di interpolazione adottato: nella quinta colonna sono riportati i valori degli scarti percentuali.

Dal confronto tra i dati relativi al Metanolo puro rilevati sperimentalmente e quelli forniti da altri Autori [12], [13], si nota un buon accordo (vedi tab. 3). Il confronto è limitato al Metanolo puro poichè, come già detto, non si sono reperiti in Letteratura dati sperimentali sulla soluzione  $\text{CH}_3\text{OH}-\text{CaCl}_2$ .

#### 4. Misure di viscosità cinematica

Per le misure di viscosità cinematica  $\nu$  si è impiegato un viscosimetro a gravità di tipo Ubbelohde: in esso il valore della viscosità cinematica risulta direttamente proporzionale all'intervallo di tempo  $\Delta t$  che una certa quantità di fluido impiega per transitare attraverso due linee di fede segnate sullo strumento, secondo la relazione:

$$\nu = K \cdot \Delta t \quad (2)$$

nella quale  $K$  è una costante caratteristica del viscosimetro. Il viscosimetro viene collocato all'interno della camera climatica, così che la temperatura può essere controllata. Si è limitato il campo di misura all'intervallo 0-60 °C, poichè per temperature piu' elevate la misura è

affetta da un errore rilevante, dovuto all'evaporazione del Metanolo, la cui temperatura di ebollizione normale è uguale a 64.7 °C. D'altra parte, poichè il valore delle viscosità interessa principalmente il processo di assorbimento, il campo di temperature indagato può essere ritenuto esauriente ai fini dell'eventuale impiego della soluzione  $\text{CH}_3\text{OH} - \text{CaCl}_2$  in macchine frigorifere o in pompe di calore ad assorbimento.

Per ciascuna concentrazione si sono rilevati almeno quattro punti sperimentali, a differenti temperature; i valori di  $\nu$  sono riportati in tab. 4. Interpolando i risultati sperimentali con un polinomio di secondo grado si ottengono gli andamenti  $\nu = \nu(T)$  ad X costante, come mostrato in fig 3.

## 5. Misure di densità

La densità della soluzione Metanolo-Cloruro di Calcio è stata misurata utilizzando un matraccio del volume complessivo di  $220 \text{ cm}^3$ , munito di collo graduato, che consente di apprezzare variazioni di volume fino a circa  $20 \text{ cm}^3$ , con una accuratezza di  $\pm 0.1 \text{ cm}^3$ . Prima di ciascuna misura il matraccio viene accuratamente lavato ed asciugato, riempito con la soluzione della voluta concentrazione e sigillato mediante un tappo. Il matraccio così riempito viene collocato all'interno della camera climatica; un agitatore magnetico consente di evitare la stratificazione della soluzione. Raggiunto l'equilibrio termico si effettua la lettura del volume della soluzione. Il peso della soluzione e del matraccio sono misurati per mezzo della bilancia elettronica già menzionata.

Si sono rilevati almeno quattro punti sperimentali per ciascuna concentrazione in esame: i valori di  $\rho$  sono riportati in tab. 5. I dati sperimentali sono stati interpolati mediante un legame di tipo lineare: in fig.4 sono riportati gli andamenti di  $\rho = \rho(T)$  ad X costante.

## 6. Misure di calore specifico

Il calore specifico  $\gamma_p$  è stato misurato per mezzo di un calorimetro a flusso termico differenziale (calorimetro Calvet, mod. C80, di costruzione Setaram). Le caratteristiche dello

strumento e la procedura seguita nelle operazioni di misura sono descritte dettagliatamente in precedenti lavori ([10], [11]).

L'analisi dei dati sperimentali ha evidenziato delle incongruenze imputabili all'evidente interazione chimica tra la soluzione ed il materiale di cui sono costituite le celle calorimetriche. Si è pertanto deciso di escludere dalla campagna sperimentale la misura del calore specifico, sia per evitare possibili danneggiamenti allo strumento, sia perchè, in base ai risultati delle misure P-T-X, è emersa la non idoneità del fluido per l'impiego in macchine ad assorbimento. Ci si limita pertanto a riportare i risultati relativi al CH<sub>3</sub>OH puro, che sono in buon accordo con la Letteratura [12], e ad una soluzione a bassa concentrazione di sale (90% in CH<sub>3</sub>OH) (vedi Tab. 6).

## 7. Errori di misura.

La natura e l'entità degli errori commessi nelle misure di tensione di vapore, di calore specifico e di viscosità sono discusse in una precedente memoria [11]. Completiamo pertanto la descrizione con una valutazione degli errori sulle misure di densità, i quali dipendono dagli errori sulle misure di temperatura, volume, massa e sulla concentrazione della soluzione.

L'errore sulla temperatura è pari al grado di uniformità che la temperatura stessa raggiunge all'interno della camera climatica; tale errore, nel campo di temperature esplorato, è inferiore a +/- 1.7 K. L'errore massimo sul volume della soluzione è pari alla minima divisione della graduazione del matraccio e cioè 0.1 cm<sup>3</sup> (10<sup>-7</sup> m<sup>3</sup>). L'errore sulla massa della soluzione impiegata per le misure di densità è pari all'errore assoluto di pesata introdotto dalla bilancia e cioè +/- 0.05 gr (+/- 5·10<sup>-5</sup> Kg). Anche l'errore sulla concentrazione della soluzione dipende dalla precisione della bilancia; poichè le modalità di preparazione delle soluzioni prevedono una prima pesata del solo recipiente, una seconda pesata del contenitore con il soluto ed una terza pesata del contenitore con la soluzione, gli errori assoluti sui pesi risultano essere di +/- 0.1 gr (+/- 10<sup>-4</sup> Kg) sul solvente e di +/- 0.1 gr (+/- 10<sup>-4</sup> Kg) sul soluto.

L'errore assoluto sulla densità può essere pertanto valutato grazie alla teoria di propagazione degli errori [11] e risulta pari a +/- 0.63 Kg/m<sup>3</sup>. Nelle peggiori condizioni (valore minimo

misurato pari a  $754 \text{ Kg/m}^3$ ) l'errore relativo sulla densità risulta pari allo 0.08%; nelle migliori condizioni (valore massimo misurato pari a  $1168.3 \text{ Kg/m}^3$ ) l'errore relativo è pari allo 0.05%.

## 8. Conclusioni

Si sono determinati sperimentalmente i valori di alcune proprietà fisiche della soluzione Alcool Metilico-Cloruro di Calcio, in vista di un suo possibile impiego in pompe di calore e macchine frigorifere ad assorbimento; in particolare si sono misurate le tensioni di vapore, la viscosità cinematica e la densità per diverse concentrazioni della soluzione; si è considerato un campo di concentrazioni variabile dal 100% (refrigerante puro) fino al 30% (in prossimità della cristallizzazione) ed un campo di temperature variabili da  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  a  $110 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Il diagramma P-T-X che si è ottenuto mostra che la soluzione  $\text{CH}_3\text{OH}-\text{CaCl}_2$  non è adatta per l'impiego in macchine ad assorbimento; succede infatti che, a pressione costante ed in tutto il campo di temperature indagato, la differenza di temperatura ottenibile in corrispondenza di differenze di concentrazione anche elevate è molto piccola; è noto invece come uno dei requisiti fondamentali per l'impiego di un miscuglio in macchine ad assorbimento sia un valore elevato della differenza di temperatura menzionata[3].

La coppia presenta inoltre una serie di altre caratteristiche negative, quali l'elevata viscosità, l'aggressività nei confronti dei materiali da costruzione, la notevole igroscopicità del sale.

Si può pertanto concludere che, a differenza di quanto avviene per altri miscugli binari e ternari costituiti da alcool metilico e sali ([6], [7], [9]), l'impiego della soluzione  $\text{CH}_3\text{OH}-\text{CaCl}_2$  non presenta caratteristiche tali da renderne consigliabile l'impiego in macchine ad assorbimento.

## 9. Elenco dei simboli

- A = costante nell'equazione di Antoine
- B = costante nell'equazione di Antoine (K)
- e = scarto (%)
- K = costante caratteristica del viscosimetro ( $\text{mm}^2/\text{s}^2$ )
- P = pressione (KPa)

T = temperatura (K, °C)  
X = concentrazione in massa di refrigerante (%)

#### Lettere Greche

$\gamma$  = calore specifico (KJ/Kg K)  
 $\nu$  = viscosità cinematica (mm<sup>2</sup>/s)  
 $\rho$  = densità (Kg/m<sup>3</sup>)

#### Indici

cal = calcolato  
exp = sperimentale  
p = a pressione costante

## 10. Bibliografia

- [1] G. MOSS, M. SHAHIDULLAH: *Sorption Heat Pumps utilizing solid/fluid pairs, International Workshop on Heat Transformation and Storage, Ispra 1985.*
- [2] H. BOHM et Al.: *Basic Investigations on Chemical Heat Pumps and Heat Transformers, ibidem.*
- [3] R.M. BUFFINGTON: *Qualitative Requirements for Absorbent-Refrigerant Combinations, Refrigerating Engineering, April 1949, p. 343-345, 384-388.*
- [4] M. FELLI: *Proprietà termodinamiche di sistemi bifase a due componenti utilizzabili in macchine frigorifere ad assorbimento, Il Freddo, anno 33, 1979, p. 17-33, 93-100.*
- [5] P.D. IEDEMA: *The Absorption Heat Pump with Lithium Bromide-Zinc Bromide-Methanol, Delft University of Technology, 1984.*
- [6] T. UEMURA, S. HASABA: *Studies on the Methanol-Lithium Bromide-Zinc Bromide Absorption Refrigerating Machine, Refrigeration, vol. 44, agosto 1969.*
- [7] E. GROSMAN, N.K. SUSLOVA, D.M. CHALAYEV: *Methanol as a Working Medium in Sorption Type Thermal Converters, XVI Congress of Refrigeration, Parigi 1983.*
- [8] S. IYOKI, T. TAKIGAWA, T. UEMURA: *Thermal and Physical Properties of the Methanol-Lithium Bromide-Zinc Chloride System, International Journal of Refrigeration, vol.14, marzo 1991.*
- [9] M. FELLI, F. COTANA, C. BURATTI: *Fluids for Absorption Machines: Experimental Data and Working Performances, XVIII International Congress of Refrigeration, Montreal 1991.*
- [10] M. FELLI, F. COTANA: *La nuova stazione di misure di proprietà termofisiche dell'Istituto di Energetica dell'Università di Perugia, Rapp. n.1, C.N.R., P.F. Edilizia, Perugia 1991.*
- [11] F. ASDRUBALI, C. BURATTI, F. COTANA, M. FELLI: *Alcune proprietà termofisiche di soluzioni di acqua e xilitolo, Rapp. n. 2, C.N.R., P.F. Edilizia, Perugia 1991.*
- [12] R.H. PERRY, D. GREEN: *Perry's Chemical Engineers Handbook, Sixth Edition, Mc Graw Hill, 1984.*
- [13] H.D. EICHHOLZ: *Korrelation Experimentell Bestimmter Zustandsgrossen Elektrolytischer Methanollosungen Als Arbeitsmittelgemische fur Absorptionswarmepumpen mit einer Fundamentalgleichung, Dortmund Universitat 1982.*

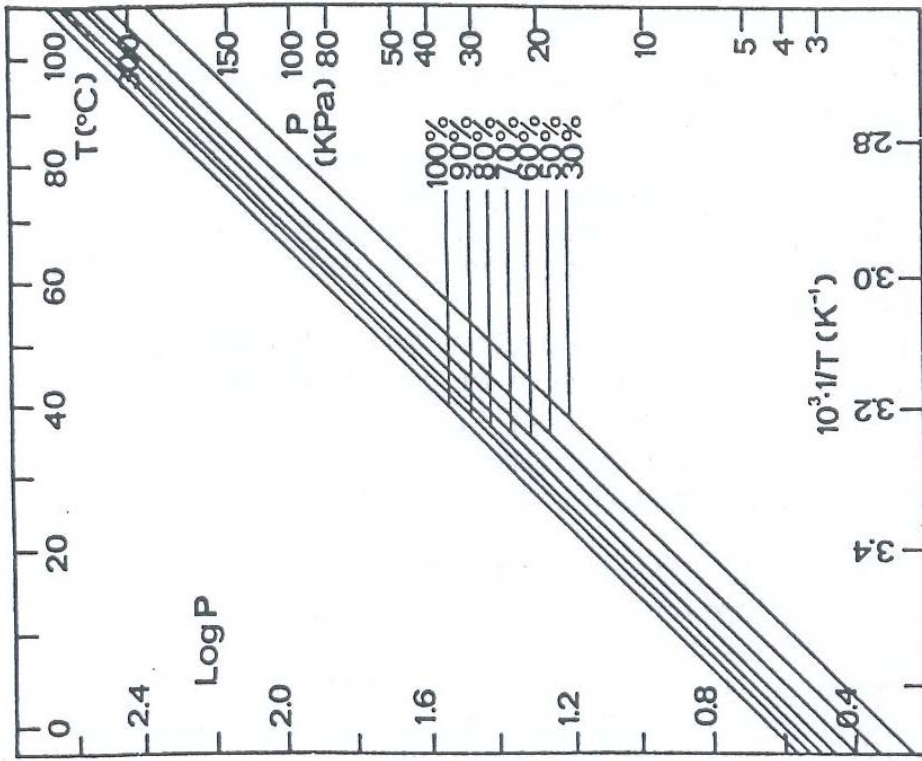


Fig. 2 - Diagramma P-T-X della soluzione CH<sub>3</sub>OH - CaCl<sub>2</sub>

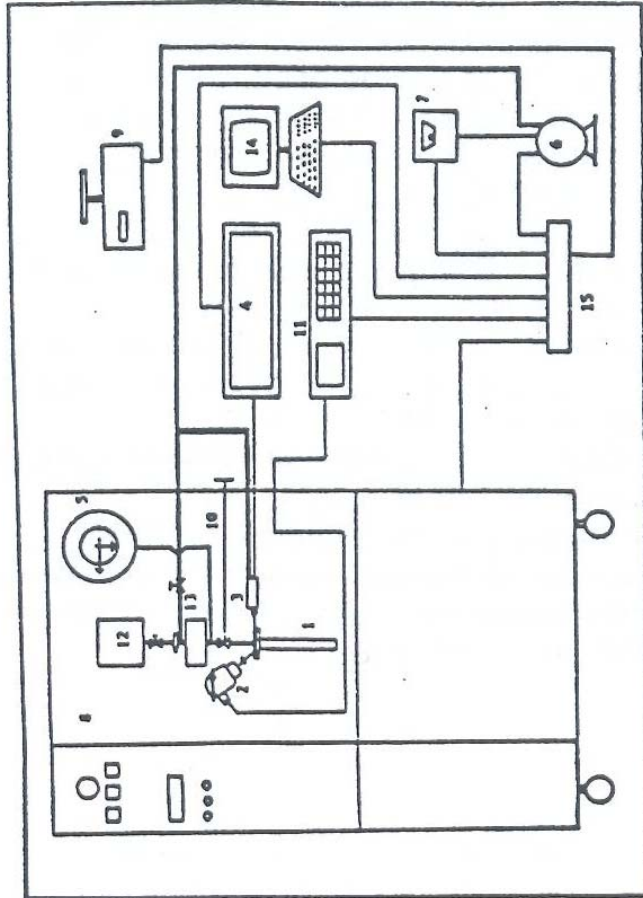


Fig. 1 - Schema semplificato dell'apparecchiatura per le misure di tensione di vapore:

- 1) sezione di prova; 2) termoresistenza; 3) trasduttore di pressione; 4) multimetro; 5) manometro meccanico; 6) pompa da vuoto; 7) manometro da vuoto; 8) camera climatica; 9) bilancia elettronica; 10) rubinetto; 11) strumento di lettura della temperatura; 12) contenitore per la soluzione; 13) volume di dosaggio; 14) sistema di elaborazione dati; 15) alimentazione elettrica.

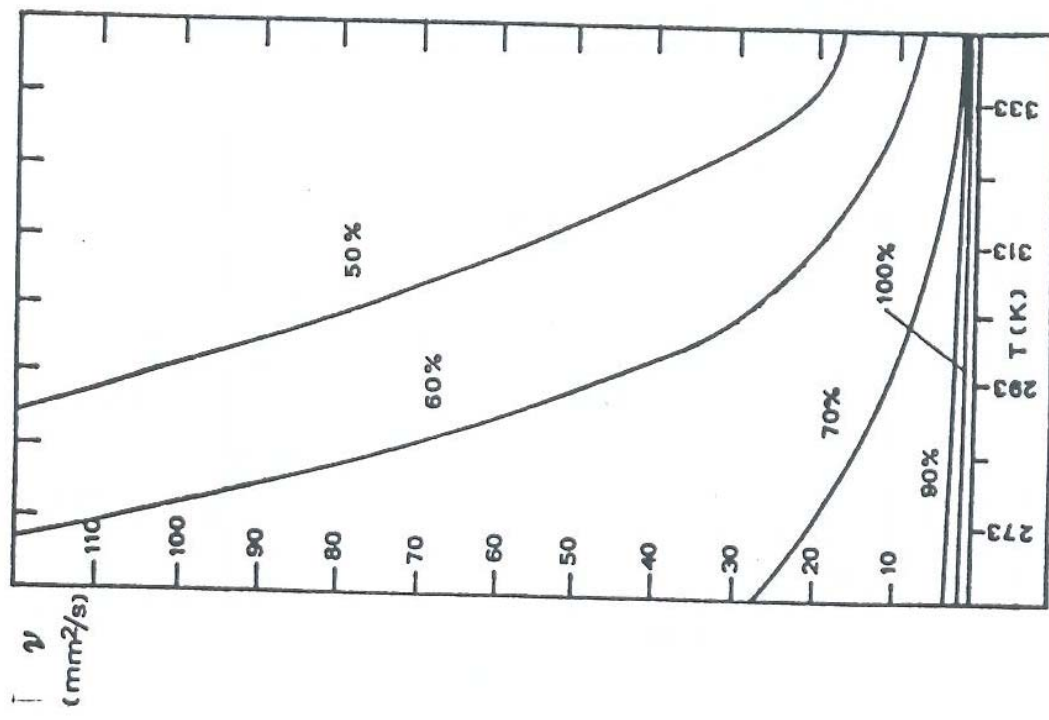


Fig. 3 - Soluzione CH<sub>3</sub>OH - CaCl<sub>2</sub> : andamento della viscosità cinematica in funzione della temperatura, per diverse concentrazioni.

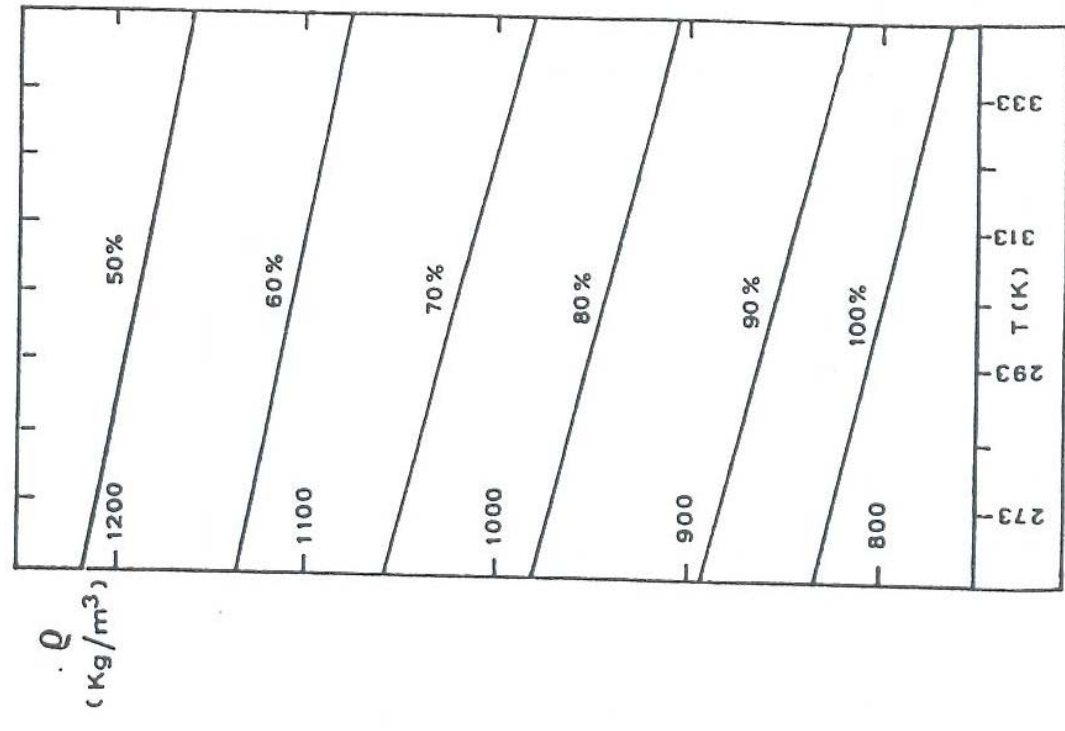


Fig. 4 - Soluzione CH<sub>3</sub>OH - CaCl<sub>2</sub> : andamento della densità in funzione della temperatura, per diverse concentrazioni.

**TABELLA 1**  
Valori di A e B nell'equazione di Antoine

X (%)	A	B (K)
100	7.8407	1.9692
90	7.7756	1.9556
70	7.7237	1.9558
50	7.8132	2.0213
30	7.6354	1.9883

**TABELLA 3**

Tensione di vapore dell'Alcool Metilico: confronto con alcuni dati presenti in Letteratura. Si può notare un ottimo accordo con i dati di Eichholz [13] mentre, rispetto ai dati del Perry [12], si ottengono valori della pressione in media più elevati di circa il 5%.

T (K)	P <sub>cal</sub>	P <sub>P</sub>	e (%) <sub>P</sub>	P <sub>E</sub>	e (%) <sub>E</sub>
283	7.8	7.6	2.6	7.9	-1.3
293	13.4	12.9	3.7	13.9	-3.7
303	22.0	21.1	4.1	21.4	2.7
313	36.2	34.8	3.9	36.3	-0.3
343	129.0	122.3	5.2	128.8	0.2
373	365.9	343.7	6.1	363.1	0.8
393	690.3	644.6	6.6	671.1	2.8

**Legenda**

P<sub>P</sub> = valori calcolati, desunti da [12]  
P<sub>E</sub> = valori calcolati, desunti da [13]  
e<sub>P</sub> = scarto % tra P<sub>cal</sub> e P<sub>P</sub>  
e<sub>E</sub> = scarto % tra P<sub>cal</sub> e P<sub>E</sub>

TABELLA 2

Tensione di vapore della soluzione Alcool Metilico - Cloruro di Calcio.

X	T (K)	P <sub>exp</sub> (KPa)	P <sub>cal</sub> (KPa)	e(%)
100%	283.16	7.6	7.8	-2.6
	293.16	13.5	13.4	0.7
	303.16	21.9	22.0	-0.5
	313.16	36.8	36.2	1.6
	343.16	129.1	129.0	0.1
	373.16	373.0	365.9	1.9
	393.16	683.0	690.3	-1.1
90%	283.16	7.3	7.5	-2.7
	293.16	13.1	12.8	2.3
	303.16	20.9	21.0	-0.5
	313.16	34.9	34.5	2.3
	323.16	54.2	54.1	0.2
	343.16	123.3	121.6	1.4
	373.16	348.2	342.5	1.6
393.16	637.4	643.4	-0.9	
70%	283.16	6.9	6.6	4.3
	293.16	11.3	11.3	0.0
	303.16	18.2	18.6	-2.2
	313.16	30.4	30.5	-0.3
	323.16	47.4	47.9	-1.1
	343.16	106.4	107.8	-1.3
	373.16	310.9	303.6	2.3
393.16	577.5	570.2	1.3	
50%	283.16	5.1	4.8	5.9
	293.16	8.1	8.3	-2.5
	303.16	13.7	13.9	-1.5
	313.16	22.7	23.2	-2.2
	323.16	37.6	36.9	1.9
	343.16	83.8	85.3	-1.8
	373.16	257.4	248.9	3.3
393.16	482.5	477.6	1.0	
30%	283.16	4.5	4.1	8.9
	293.16	6.6	7.2	-9.0
	303.16	11.5	11.9	-3.5
	313.16	19.6	19.6	0.0
	343.16	71.2	70.7	0.7

TABELLA 4  
Viscosità cinematica della soluzione  
Alcool Metilico-Cloruro di Calcio.

X	T (K)	$\nu$ (mm <sup>2</sup> /s)
100%	273.16	1.210
	283.16	1.120
	297.16	0.999
	303.16	0.947
	313.16	0.913
90%	323.16	0.867
	273.16	2.908
	293.16	1.964
	313.16	1.448
70%	333.16	1.151
	273.16	21.089
	293.16	10.014
	313.16	5.612
50%	333.16	3.622
	273.16	108.043
	293.16	35.866
	313.16	15.605
30%	333.16	8.249
	273.16	--
	293.16	113.571
	313.16	40.019
50%	333.16	21.390

TABELLA 5  
Densità della soluzione Alcool Metilico-Cloruro  
di calcio.

X	T (K)	$\rho$ (Kg/m <sup>3</sup> )
100%	263.16	818.8
	273.16	809.9
	293.16	791.1
	313.16	772.1
	333.16	754.0
90%	273.16	883.8
	293.16	864.2
	313.16	845.4
	333.16	829.0
80%	273.16	972.8
	293.16	955.1
	313.16	936.3
	333.16	917.8
70%	273.16	1046.9
	293.16	1025.9
	313.16	1008.2
	333.16	991.0
60%	273.16	1120.7
	293.16	1105.3
	313.16	1088.3
	333.16	1073.8
50%	273.16	--
	293.16	1206.9
	313.16	1185.1
	333.16	1168.3

TABELLA 6  
 Calore specifico  $\gamma_p$ : dati relativi al Metanolo puro ed alla  
 soluzione CH<sub>3</sub>OH - CaCl<sub>2</sub> (X= 90%).

CH <sub>3</sub> OH	T(K)	$\gamma_p$ (KJ/Kg K)	CH <sub>3</sub> OH- CaCl <sub>2</sub> X=90%	T(K)	$\gamma_p$ (KJ/Kg K)
	309.9	2.791		310.1	2.744
315.1	2.731	314.3	2.787		
318.4	2.757	318.1	2.822		
322.1	2.782	322.1	2.851		
325.9	2.815	326.1	2.884		
330.1	2.841	330.3	2.909		
333.9	2.873	334.1	2.941		
337.9	2.899	337.8	2.960		
340.8	2.907	341.1	2.972		
345.0	2.948	344.8	3.003		