

Síntesis del Cloruro de Vinilo

El CV ($\text{CH}_2 = \text{CHCl}$) ,es una sustancia gaseosa muy tóxica que se utilizada como monómero para la fabricación del plástico PVC ($-\text{CH}_2-\text{CHCl}-$)_n.

(B.F. Goodrich Co., "Preparation of Vinyl Chloride".

British Patent 938,824, Oct., 1963, U.K.)

Paso 1: *Eliminar las Diferencias en Tipo Molecular*

Especie	M W	Fórmula
Acetileno	26.04	C_2H_2
Cloro	70.91	Cl_2
1,2-dicloroetano	98.96	$\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$
Etileno	28.05	C_2H_4
Cloruro de Hidrógeno	36.46	HCl
Cloruro de Vinilo	62.50	$\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$

Camino de Reacción

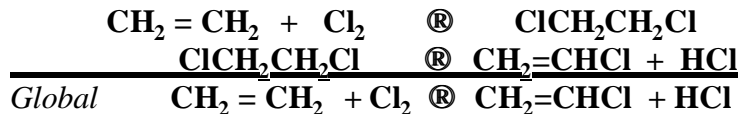
1- Cloración Directa: $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_3\text{Cl} + \text{HCl}$

Reacción espontánea a $T > 200^\circ\text{C}$, poco rendimiento, produce mucho dicloroetileno ($\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$) y HCl .

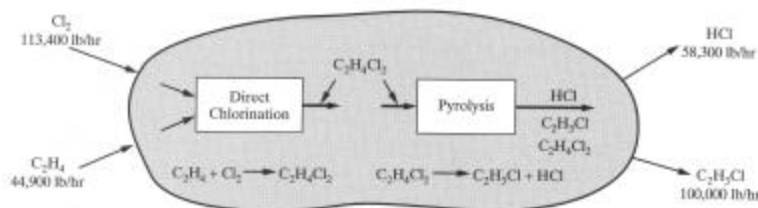
2- Hidrocloración del Acetileno: $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$

Reacción exotérmica, conversión alta (98%) a 150°C en presencia del catalizador cloruro de mercurio (HgCl_2), impregnado en carbón activado.

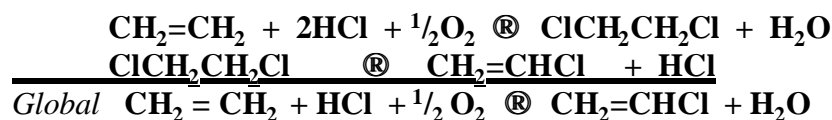
3- Craqueo Térmico del EDC de la Cloración del Etileno



La conversión del etileno a EDC a través de una reacción exotérmica a 90°C y 1 atm, con el catalizador de Friedel-Crafts (FeCl₃). Luego el EDC se convierte en CV mediante reacción endotérmica, la cual ocurre espontáneamente a 500°C, con una conversión del 65%.

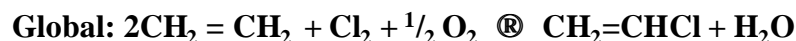
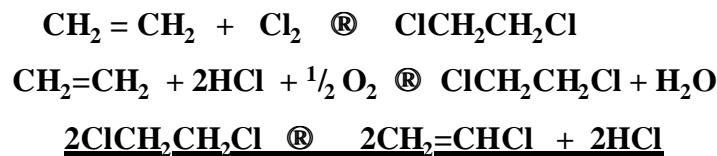


4- Craqueo Térmico del EDC de la OxyCloración del Etileno



La reacción de oxiclорación es exotérmica, alcanzando una conversión del 95% a 250°C, en presencia del catalizador CuCl₂.

5- Proceso Balanceado para la Cloración del Etileno



La ventaja es que no se forma HCl.

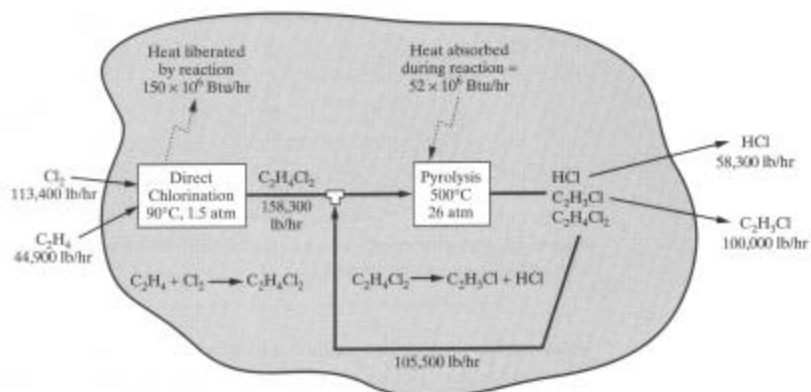
Precios 1998 (Chemical Marketing Reporter)

Especie	Precio (U\$c/lb)
Acetileno	50
Cloro	11
Etileno	18
Cloruro de Hidrógeno	18
Cloruro de Vinilo	22

Beneficio Bruto para la Producción de CV

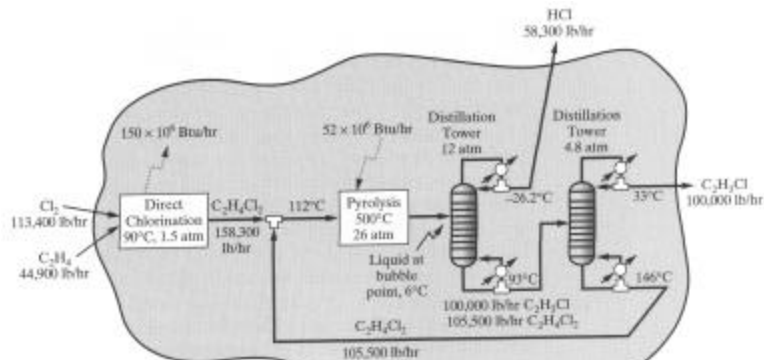
Camino Reacción	Reacción Global	Beneficio Bruto, (U\$c/Lb de CV)
2	$\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCl}$	-9.33
3	$\text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCl} + \text{HCl}$	11.94
4	$\text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{HCl} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCl} + \text{H}_2\text{O}$	3.42
5	$2\text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{Cl}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCl} + \text{H}_2\text{O}$	7.68

Paso 2: *Distribución de Especies*

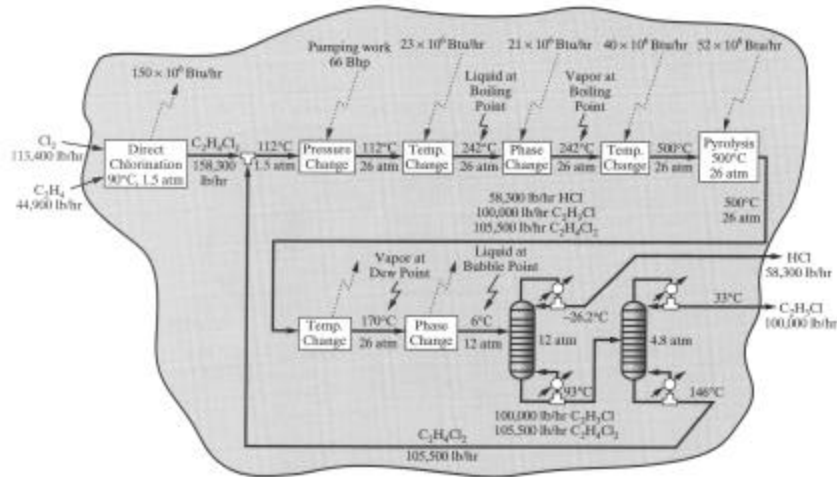


Paso 3: *Eliminar las Diferencias en Composición combinando divisiones de flujo y separaciones.*

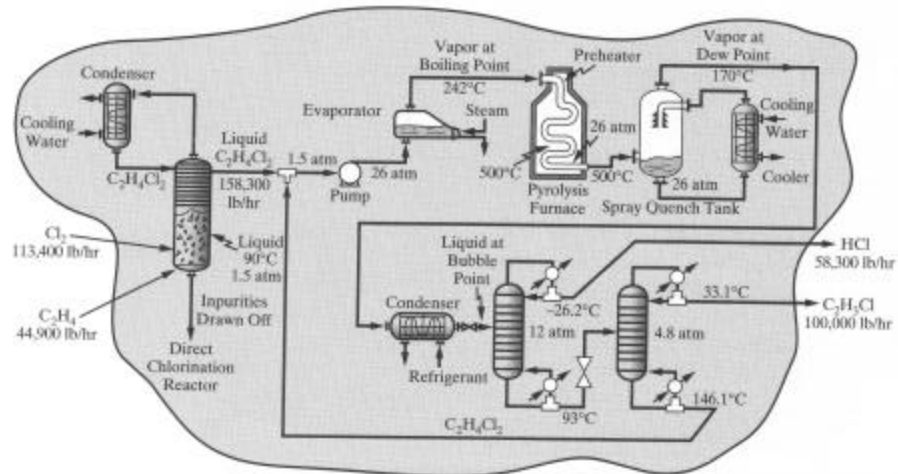
Especie	T° Ebullición Normal, (°C)	Punto de Ebullición, (°C)			Constantes Críticas	
		4.8 atm	12 atm	26 atm	Tc, (°C)	Pc (atm)
HCl	-84.8	-51.7	-26.2	0	51.4	82.1
C ₂ H ₃ Cl	-13.8	33.1	70.5	110	159	56
C ₂ H ₄ Cl ₂	83.7	146	193	242	250	50



Paso 4: *Eliminar las Diferencias en T^a , P y Fase*



Paso 5: *Integración de Tareas*



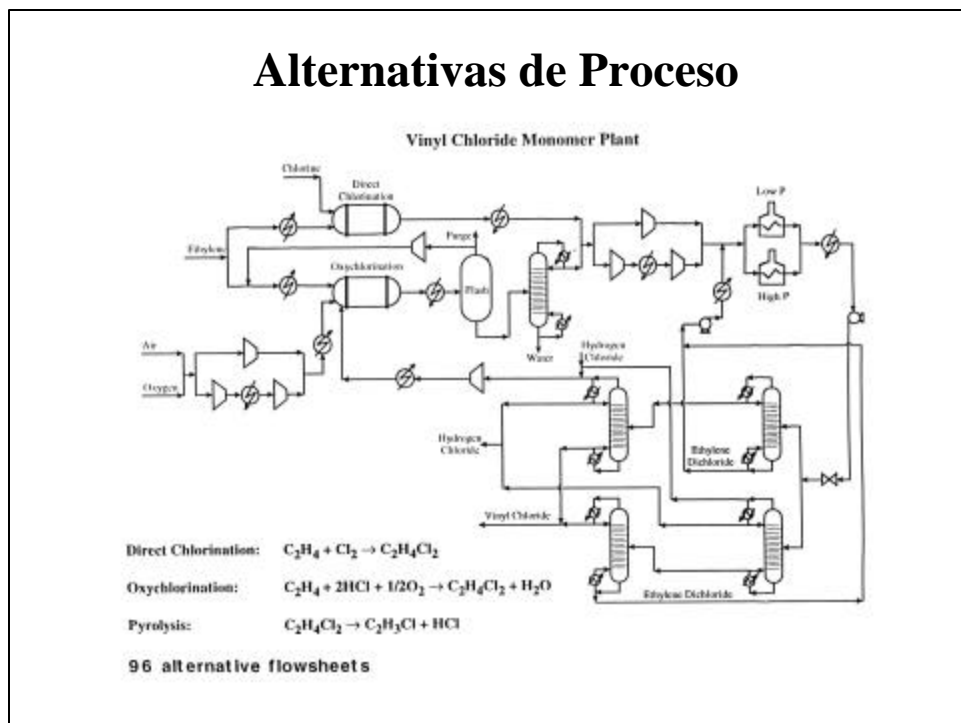
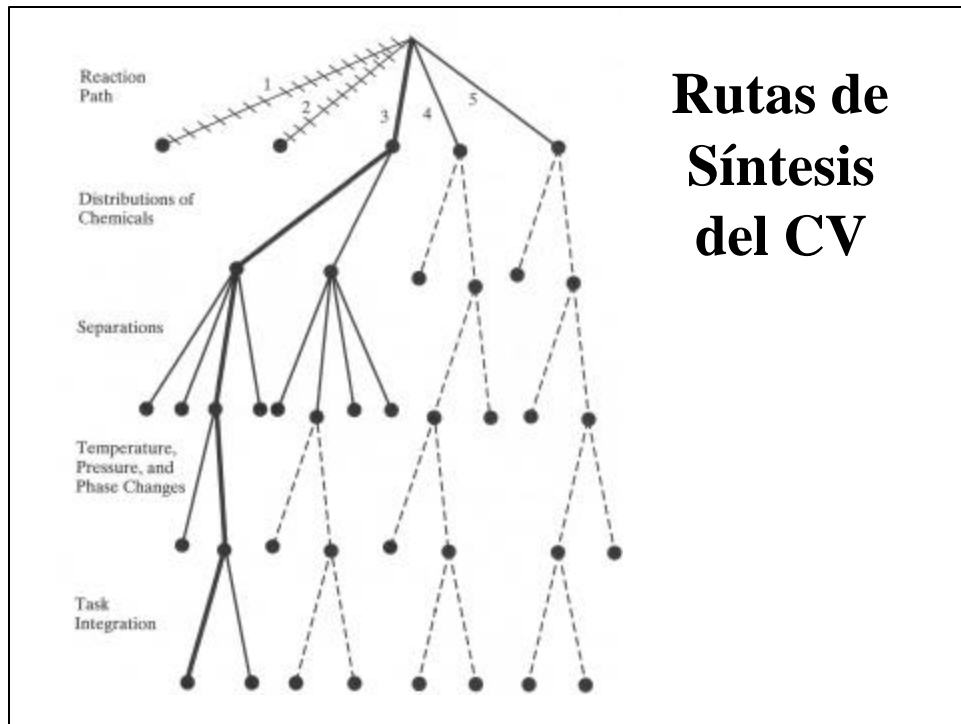
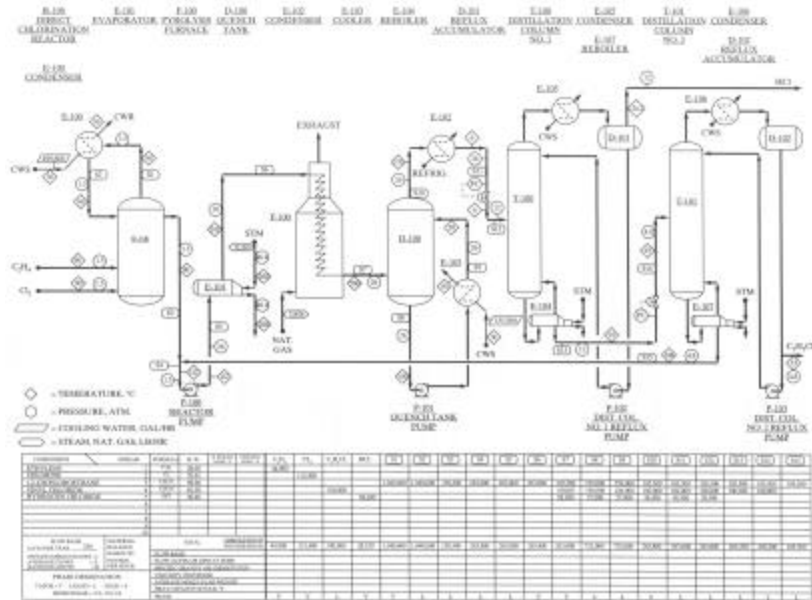
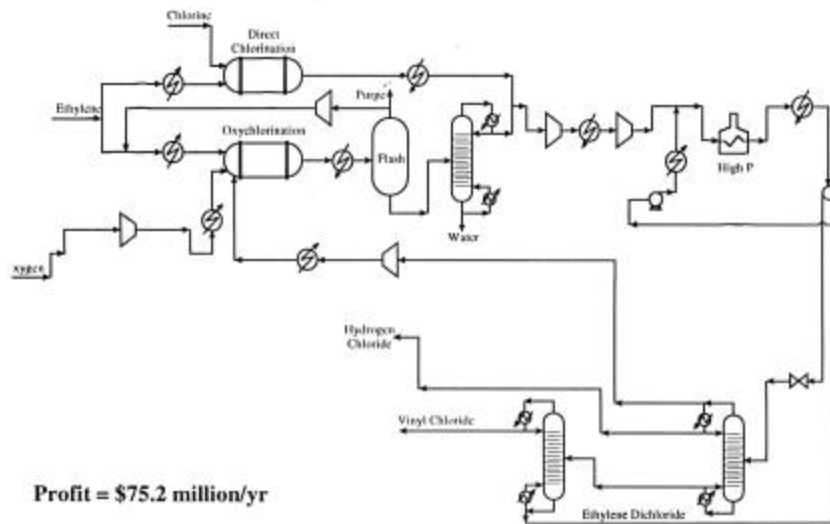
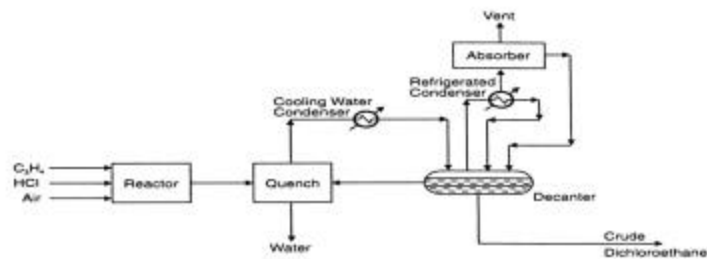


Diagrama de Flujos del Proceso de Síntesis de CV

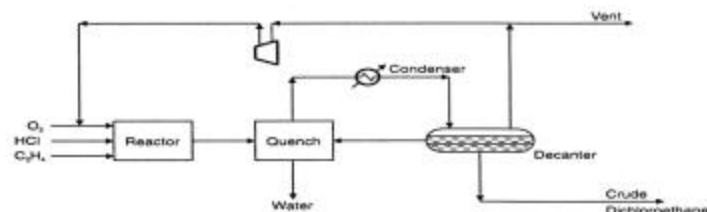


Proceso Optimo



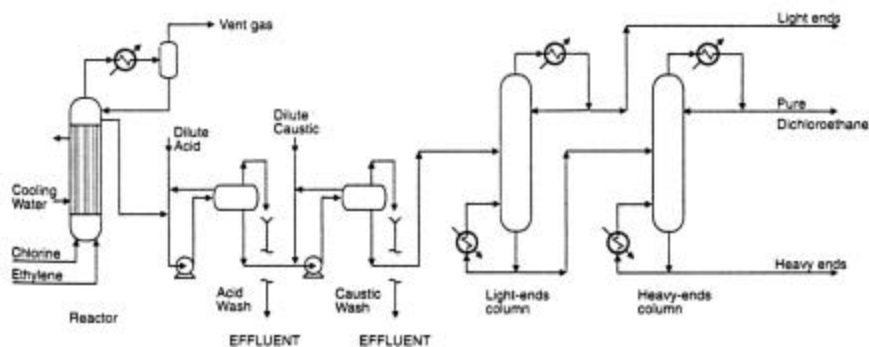


(a) Air feed

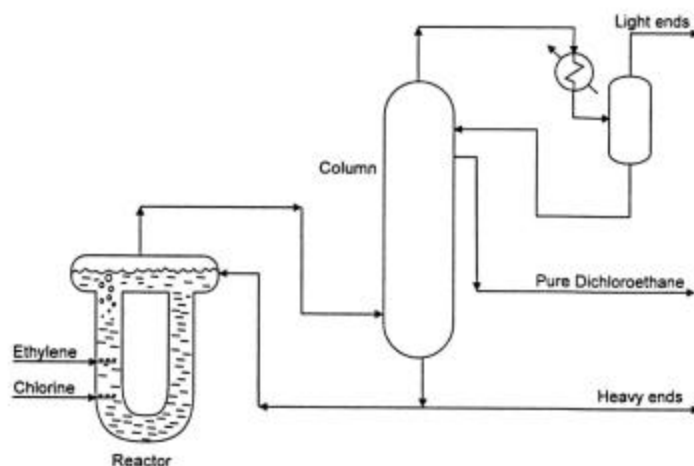


(b) Oxygen feed

The oxychlorination step of the vinyl chloride process. (From Smith and Petela, *Chem. Eng.*, 513: 24, 1991; reproduced by permission of the Institution of Chemical Engineers.)



The direct chlorination step of the vinyl chloride process using a liquid phase reactor. (From McNaughton, *Chem. Engg.*, December 12, 1983, pp. 54-58; reproduced by permission.)



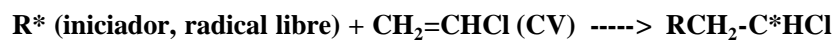
The direct chlorination step of the vinyl chloride process using a boiling reactor eliminates the washing and neutralization steps and the resulting effluents. (From McNaughton, *Chem. Engg.*, December 12, 1983, pp. 54-58; reproduced by permission.)

PROPIEDAD	VALOR
Punto de fusión °C	-153.8
Punto de ebullición °C	-13.4
Calor específico J / (Kg * °K) ^α	
vapor a 20 °C	858
líquido a 20 °C	1352
Temperatura crítica °C	156.6
Presión crítica Mpa ^b	5.6
Volumen crítico cm ³ /mol	1.69
Momento dipolar C * m ^c	5.0 x 10 ⁻³⁰
Calor latente de fusión J / g ^a	75.9
Calor latente de evaporación J / g ^a	330
Entalpia kJ / mol ^a	35.18
Energía libre de Gibbs kJ / mol ^a	51.5
Presión de vapor kPa ^b	
-30 °C	50.7
0 °C	164
Viscosidad mPa * s (= cP)	
-40 °C	0.3388
-10 °C	0.2481
Densidad del líquido (a -14.2 °C) g / cm ³	0.969

Producción de PVC

Polimeración del cloruro de vinilo (monómero)

Etapas de Iniciación:



Etapas de Propagación y Crecimiento al rededor de un centro activo:



Etapas de Terminación (unión de radicales libres):

