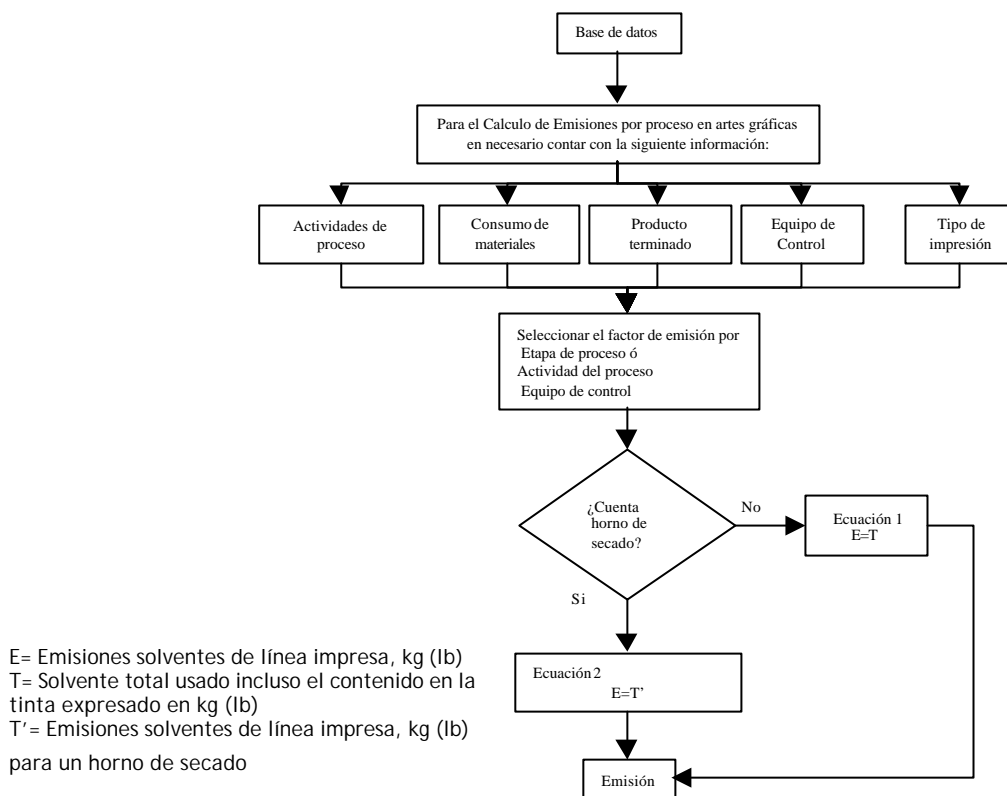


**Diagrama B.3. Procedimiento del cálculo de emisiones en las artes gráficas.**



Para el cálculo de emisiones por proceso en artes gráficas se consideran los equipos de impresión, tipo de impresión, capacidad del equipo de impresión, etapas del equipo, tipos y cantidad de tintas. Además dependiendo de que si la emisión es conducida o no, para poder determinar el punto de emisión y ubicar los puntos de control. Es importante mencionar que existen equipo de impresión con el equipo de control integrado para partículas y horno de secado en línea, estas dos particularidades se incluyen en la selección del balance y los valores de las variables a sustituir. Para definir que factores de emisión se utilizaran se realizó una revisión del diagrama de flujo considerando las etapas del proceso de impresión, tipo de tinta, tipo y cantidad de solventes. La ecuación 1 se utilizó para el cálculo de emisiones, cuando no existe horno de secado es la siguiente<sup>4</sup>.

$$E_{Total} = T \text{ Donde: } T = \frac{ISd}{100} \quad (1)$$

$E_{total}$  : Total de emisiones de los solventes incluso del producto impreso [kg] "o" [lb]  
 T: Solvente total usado incluso el contenido en la tinta expresado en [kg] "o" [lb]

Las emisiones de solventes cuando el proceso utiliza un secador se pueden calcular con la ecuación 2, el solvente restante se queda en el producto impreso.

<sup>4</sup> Capítulo 4 de Evaporation Loss Source Sección 4.9.1, Sección 4.9.2 del AP-42 november 1999

Cuando existe horno de secado la ecuación 1 se convierte en la ecuación 2 y es<sup>5</sup>:

$$E = T' \text{ Donde: } T' = \frac{ISd}{100} \left( \frac{100 - P}{100} \right) \quad (2)$$

E: Emisiones solventes de línea impresa, [kg] "o" [lb]

I: Tinta usada [l] "o" [galones]

S y P: tabla B.7.

D: Densidad del solvente [kg/ l] "o" [lb/ gal]

La emisión de contaminantes es referida a los compuestos orgánicos volátiles, que dependen principalmente del proceso de impresión y las materias primas utilizadas. Las consideraciones antes expuestas son utilizadas en los siguientes ejemplos:

Clasificación industrial.

De la hoja de datos para el cálculo de emisiones en industrias auxiliares y conexas con la edición e impresión, se registro para establecimientos de servicio y para su clasificación se utilizó la información del campo de la clave CMAP proporcionado por la industria punto 2 de datos de registro para establecimientos de la COA, este dato es comparado contra el catalogo del CMAP y contra las actividades o servicios que la empresa reporta, con esta información se reasigna o se avala la clave CMAP del establecimiento.

Tipo de combustible y sus unidades:

No reporta consumo de combustibles.

Selección del factor de emisión por proceso:

Para seleccionar el factor de emisión es necesario considerar el tipo de proceso, la actividad realizada en el proceso, datos de consumo de materias primas o productos (en este caso consumo de tintas), obteniendo los siguientes datos:

**Tabla B.7. Contenido de solvente en el producto**

Procesos	Volumen del solvente en tinta [volumen %] [S]	Solvente restante en producto más el destruido en el secador [%] [P]	Clasificación del factor de emisión	Densidad de thinner estándar
Litográfico publicación	40	40	B	0.775

En la hoja de datos se observa la cantidad de tinta utilizada 564.52 litros, (en ocasiones es reportada en unidades de masa por lo que se requiere utilizar la densidad del solvente) y se considera como equipo de control un secador de acuerdo al proceso.

#### Hoja de datos para el cálculo de emisiones en industrias auxiliares y conexas con la edición e impresión

Razon social de la empresa:	
Direccion:	
Actividad principal:	Industrias auxiliares y conexas con la edicion e impresion
Clasificación CMAP:	342004
Materias primas.	

<sup>5</sup> Capitulo 4 de Evaporation Loss Source Sección 4.9.1, Sección 4.9.2 del AP-42 november 1999

## Anexo B

CVEIDEN	Materia prima	Consumo	Unidades	Almacenamiento					
90	Cartón plegadizo	330	ton/año	A granel bajo techo					
90	Papel	72							
90	Tintas	564.52	l/año	Botes de plástico					
90	Pegamento	216							
90	Aceite lubricante	204	kg/año	Garrafón de plástico					
<b>Producto</b>									
CVEIDEN	Producto	Consumo	Unidades	Almacenamiento					
90	Cajas	21,600	PZA	Bolsa de plástico					
90	Etiquetas	1,320	PZA	Bolsa de plástico					
<b>Consumo energético</b>									
Tipo de combustible	Consumo anual		Tipo de suministro	Consumo anual					
	Cantidad	Unidad		Cantidad	Unidad				
<b>Descripción del proceso</b>									
Proceso principal	NIP-1		NIP-2	NIP-3	NIP-5				
Litografía	Preparación de la prensa		Generación de grabados	Impresión					
<b>Equipos de combustión</b>									
CVEIDEN	Eq combus	NIP	NPE	Cap diseño	Unidad	Nom quem	Nom combust	Cantidad	Unidad/año
<b>Equipos de control o sistemas de control</b>									
CVEIDEN	NIP	NPE	NC	Clave de eqcont	Nombre de eq.		Eficiencia		

NIP: Numero de identificación del proceso NPE: Numero del punto emisor (ductos o chimenea)

Reporte de emisiones							
CVEIDEN	NIP	NPE	Cv compo	Nom compo	Peso_molec	P_concentr	Unidadcomp

Secuencia de cálculos

$$E = T' \quad \text{En donde} \quad T' = \frac{ISd}{100} * \frac{(100 - P)}{100}$$

por lo tanto

$$\text{Emisión de COV's} = \frac{ISd}{100} * \frac{(100 - P)}{100}$$

? : Consumo de tinta = 564.516 [l/año]  
 S: factor de la anterior = Volumen del solvente en tinta = 40  
 P: factor de la anterior = Solvente en el producto más el destruido en el secador = 40  
 D: densidad del solvente = 0.775 [kg/l]

$$\text{Emisión de COV's} = \frac{(564.516 \text{ l/año}) * (40) * (0.775 \text{ kg/l})}{100} * \frac{(100 - 40)}{100} = 104.99 \text{ kg/año}$$

Ejemplo 5.- Emisiones por combustión y proceso.

Para realizar la clasificación de esta industria se utilizó la información del campo de la clave CMAP, este dato es comparado con el catálogo del CMAP y contra las actividades reportadas, con esta información se reasigna o se avala la clave CMAP para ser usada en el cálculo de emisiones por proceso.

Del análisis de la base de datos, se observa que existe información suficiente para realizar el cálculo de emisiones en el área de proceso, para realizar esto es necesario uniformizar las unidades reportadas con las unidades de los factores de emisión del proceso, además es necesario identificar información complementaria de las condiciones de operación y almacenaje.

Para la etapa de almacenaje no se presenta información suficiente para determinar las posibles emisiones que pudieran generarse aquí.

Para la etapa de proceso se tienen datos de inyección de plástico, pintado, esmaltado de lámina y productos, por lo que es necesario utilizar los factores de emisión del SCC.

**Tabla B.8. Factores de emisión por combustión con gas LP**

Contaminante	Caldera industrial [kg/m <sup>3</sup> ]	Caldera comercial -institucional-residencial [kg/m <sup>3</sup> ]
PM <sub>10</sub>	0.072	0.0528
SO <sub>2</sub>	0.0001	0.0001
CO	0.4032	0.2376
NO <sub>x</sub>	2.376	1.728
HC	0.0648	0.0648

\* En los HC se incluyen los COTs y los COVs

Finalmente están las emisiones que se producen por la quema del combustible, para lo cual se utilizaron los datos de la tabla B.8. Los datos que se consideraron para esta industria, se presentan en la siguiente hoja de datos, la cual describe los materiales utilizados, los productos y las actividades principales que se realizan:

**Hoja de datos para el cálculo de emisiones en la fabricación y compraventa de herrajes metálicos para cortineros**

Razon social de la empresa:				
Direccion:				
Actividad principal:		Fabricacion y compraventa de herrajes metalicos para cortineros.		
Clasificación CMAP:		381403		
Materias primas.				
CVEIDEN	Materia prima	Consumo	Unidades	Almacenamiento
2309	Cartón plegadizo	800	ton/año	A granel bajo techo
2309	Papel	4		Botes de plástico
2309	Tintas	2		
2309	Pegamento	6		Garrafón de plástico
2309	Acerte lubricante	6		
Producto				
CVEIDEN	Producto	Consumo	Unidades	Almacenamiento

## Anexo B

2309	Cortineros	480,000	pza/año	OF					
2309	Herrajes	18,000,000	pza/año	OF					
Consumo energético									
Tipo de combustible	Consumo anual		Tipo de suministro	Consumo anual					
	Cantidad	Unidad		Cantidad	unidad				
Descripción del proceso									
Proceso principal	NIP-1	NIP-2	NIP-3	NIP-4	NIP-5				
Horno 1	Secado								
Horno 2	Secado								
Horno 3	Secado								
Equipos de combustión									
CVEIDEN	Eq combus	NIP	NPE	Cap diseño	Unidad	Nom quem	Nom combust	Cantidad	Unidad/año
2309	Horno1	1					GLP	25.8	m³
2309	Horno1	1						25.8	
2309	Horno1	1						25.8	
Equipos de control o sistemas de control									
CVEIDEN	NIP	NPE	NC	Clave de eqcont		Nombre de eq.		Eficiencia	
NIP: Numero de identificación del proceso    NPE: Numero del punto emisor (ductos o chimenea)									
Reporte de emisiones									
CVEIDEN	NIP	NPE	Cv compo	Nom compo	Peso_molec	P_concentr		Unidadcomp	
Equipo	Contaminante			Gasto (G)	Unidad	Concentración (Conc.)		Unidad	
Horno de curado 1	partículas			6,977.3	m³/día	80.1		Mg/m³	
Horno de curado 2				120.1		Mg/m³			
Horno de curado 3				39.2		Mg/m³			

Para determinar las emisiones en masa es necesario considerar condiciones de base seca, y conocer el tiempo de operación de los equipos de manera anual, para este caso la industria trabaja 260 días al año. Es necesario destacar que el tiempo de actividad del equipo emisor es el que debe considerarse para el cálculo de las emisiones y relacionarlo con los datos de las mediciones. Las emisiones calculadas de acuerdo a mediciones basadas en la norma 043 son las siguientes:

$$E_1 = G \cdot (\text{Conc.}) \cdot (\text{días/año}) = (6,977.3 \text{ m}^3/\text{día}) (80.1 \text{ Mg/m}^3) (260 \text{ días/año}) (\text{ton}/10^9 \text{ mg}) = 0.145 \text{ ton/año}$$

$$E_2 = G \cdot (\text{Conc.}) \cdot (\text{días/año}) = (13,398.2 \text{ m}^3/\text{día}) (120.1 \text{ Mg/m}^3) (260 \text{ días/año}) (\text{ton}/10^9 \text{ mg}) = 0.42 \text{ ton/año}$$

$$E_3 = G \cdot (\text{Conc.}) \cdot (\text{días/año}) = (18,816.4 \text{ m}^3/\text{día}) (39.2 \text{ Mg/m}^3) (260 \text{ días/año}) (\text{ton}/10^9 \text{ mg}) = 0.19 \text{ ton/año}$$

Total de emisiones de partículas por proceso.  $E_1 + E_2 + E_3 = 0.145 + 0.42 + 0.192 = 0.757 \text{ ton/año}$

Se presentan emisiones medidas de COV's en masa por lo que es necesario convertir las unidades de kg/año a ton/año.

Emisión anual es 423.4 kg/año

$$E_{\text{COVS}} = (423.4 \text{ kg/año}) (\text{ton}/1,000 \text{ kg}) = 0.42 \text{ ton/año de COV's originados en el área de pintura.}$$

Por medio de cálculos basados en el SCC tenemos:

Para el esmalte de recubrimiento se considera el SCC 402-005-01 con un factor de emisión de 381.36 kg/ton de recubrimiento aplicado.

Por lo que:

$$E = (2.4 \text{ ton de recubrimiento}) \times (381.36 \text{ kg/ton recubrimiento}) \left( \frac{\text{ton}}{1000 \text{ kg}} \right) = 0.91 \text{ ton/año}$$

Que sumados a las emisiones por recubrimiento tenemos que:

$E_{\text{COVS}}$  = emisiones por pintado ( $E_R$ ) y emisiones por esmaltado ( $E_{\text{SCC}}$ ).

$$E_{\text{COVS}} = E_R + E_{\text{SCC}} = 0.91 + 0.42 \text{ ton/año} = 1.33 \text{ ton/año de emisiones de COVS en el área de proceso.}$$

De emisiones por combustión para el Horno1.

$$\begin{aligned} \text{Emisión de PM}_{10} &= (\text{Factor de emisión de PM}_{10} \times \text{Consumo de combustible}) \\ &= (0.072 \text{ kg/m}^3) \times (25.8 \text{ m}^3/\text{año}) = 1.86 \text{ kg/año} \end{aligned}$$

Factor de emisión para el azufre  $9 \times 10^{-6}$

$$\begin{aligned} \text{Emisión de SO}_x &= (\text{Factor de emisión de SO}_x) \times (\text{Consumo de combustible}) \\ &= (9 \times 10^{-6} \text{ kg/m}^3) \times (25.8 \text{ m}^3/\text{año}) = 2.322 \text{ E}^{-4} \text{ kg/año} \end{aligned}$$

Factor de emisión para el CO, la relación propano butano es 60/40 en el gas LP

Tomado los valores de la tabla B.8 tenemos que:

$$FE_{\text{CO}} = (0.384) \times (0.6) + (0.432) \times (0.4) = 0.4032 \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Emisión de CO} &= (\text{Factor de emisión de CO}) \times (\text{Consumo de combustible}) \\ &= (0.4032 \text{ kg/m}^3) \times (25.8 \text{ m}^3/\text{año}) = 10.40 \text{ kg/año} \end{aligned}$$

Factor de emisión para el NO<sub>x</sub> la relación propano butano es 60/40 en el gas LP

Tomado los valores de la tabla B.8 tenemos que:

$$FE_{\text{NO}_x} = (2.28) \times (0.6) + (2.54) \times (0.4) = 2.032 \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Emisión de NO}_x &= (\text{Factor de emisión de NO}_x) \times (\text{Consumo de combustible}) \\ &= (2.032 \text{ kg/m}^3) \times (25.8 \text{ m}^3/\text{año}) = 52.42 \text{ kg/año} \end{aligned}$$

Factor de emisión para el COT relación propano butano es 60/40 en el gas LP

Tomado los valores de la tabla B.8 tenemos que:

$$FE_{\text{HC}} = (0.06) \times (0.6) + (0.072) \times (0.4) = 0.0648 \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Emisión de HC} &= (\text{Factor de emisión de HC}) \times (\text{Consumo de combustible}) \\ &= (0.0648 \text{ kg/m}^3) \times (25.8 \text{ m}^3/\text{año}) = 1.67 \text{ kg/año} \end{aligned}$$

## Anexo B

---

Pero como todos los hornos son iguales se usaron las mismas formulas y secuencia de cálculo, lo que es comparable utilizando el consumo de combustible que es de 25.8 m<sup>3</sup>/año para este caso.

Emisión de PM <sub>10</sub>	=	(0.072 kg/m <sup>3</sup> )	X	(25.8 m <sup>3</sup> /año)	=	1.86	kg/año
Emisión de SO <sub>x</sub>	=	(9*10 <sup>-6</sup> kg/m <sup>3</sup> )	X	(25.8 m <sup>3</sup> /año)	=	2.32 E <sup>-4</sup>	kg/año
Emisión de CO	=	(0.4032 kg/m <sup>3</sup> )	X	(25.8 m <sup>3</sup> /año)	=	10.40	kg/año
Emisión de NOx	=	(2.032 kg/m <sup>3</sup> )	X	(25.8 m <sup>3</sup> /año)	=	52.42	kg/año
Emisión de HC	=	(0.0648 kg/m <sup>3</sup> )	X	(25.8 m <sup>3</sup> /año)	=	1.67	kg/año