

Anexo 1. Cálculos balance materia

1. Etapa de cargue

Se saca el dato de residuos de tintas contaminadas que ingresa a la etapa de transporte del archivo control de inventarios 2019, tabla 1.

Tabla 1. Dato peso total tinta recogida

Tinta litográfica contaminada 2019	
Recolecciones	Peso (Kg)
Ene	1256
Feb	914
Mar	804
Abr	834
May	1077
Jun	1385
Jul	1601
Ago.	808
Sep.	704
Oct	772
Nov	872
Dic	217
Peso total recogido	11244

Fuente: control de inventarios 2019

Residuo de tinta contaminada recogido = 11244 Kg

El peso de la densidad se obtuvo al pesar un envase plástico de 5 galones lleno de tinta contaminada y restarle el peso del envase vacío tal como se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Pesaje envase plástico 5 gal con tinta y vacío. Elaboración propia.

Datos obtenidos

Peso envase plástico 5 galones vacío= 1 Kg

Peso envase plástico 5 galones lleno de tinta = 20,5 Kg

Peso tinta contaminada = 19,5 Kg

Cálculos para determinar datos de densidad tinta, peso de envases y tinta contaminada que ingresa:

$$\text{Densidad} = \frac{m}{v}$$

$$\text{Densidad} = \frac{19,5\text{Kg}}{5\text{gal}} = 3,9 \frac{\text{Kg}}{\text{gal}}$$

$$\frac{5\text{gal}}{19,5\text{Kg}} = 0,25641 \frac{\text{gal}}{\text{Kg}}$$

$$0,25641 \frac{\text{gal}}{\text{Kg}} * 11244 \text{ Kg} = 2883,1 \text{ gal}$$

$$\text{Envases plásticos 5 gal que ingresan al cargue} = \frac{1 \text{ envase} * 2883,1 \text{ gal}}{5\text{gal}} = 577 \text{ envases}$$

$$\text{Peso envases plásticos 5 gal} = 577 \text{ envase} * \frac{1\text{Kg}}{1\text{envase}} = 577 \text{ Kg}$$

Al total de residuos de tinta contaminada que ingresa al transporte 11244 Kg se le resta el peso de los envases para determinar el peso de la tinta contaminada que ingresa al cargue.

Tinta contaminada que ingresa en el cargue= 10667 Kg

2. Etapa de transporte

Los cálculos de esta etapa se realizan con los datos obtenidos del archivo control de inventarios año 2019, tal como se muestra en la tabla 2, de igual manera se saca el dato de eficiencia del vehículo con el documento registro consumo de combustible del vehículo WGQ491 para el año 2019 con código de identificación interno AM-FO-12 dando como resultado:

Tabla 2. Datos de recolección tintas contaminadas año 2019

Recolección de tinta realizada en el año 2019			
Generador	Recolecciones	Km recorridos	Km totales
1	1	10,4	20,8
2	4	6,7	53,6
3	1	11,4	22,8
4	1	12,8	25,6
5	2	11,7	46,8
6	1	3,9	7,8
7	1	1,6	3,2
8	1	3,6	7,2

9	1	5	10
10	1	10	20
11	2	9,3	37,2
12	1	7	14
13	1	4	8
14	51	4,3	438,6
Distancia total recorrida			715,6

Fuente: Elaboración propia

Eficiencia vehículo WGQ491 = 20,9 Km/gal

Se determinan los galones utilizados en el año para hacer la recolección de las tintas contaminadas de la siguiente manera:

$$\frac{1\text{gal}}{20,9\text{Km}} = 0,048 \text{ gal/Km}$$

$$\text{Combustible utilizado} = (0,048 \frac{\text{gal}}{\text{Km}} * 715,6\text{Km}) = 34,35 \text{ gal}$$

La densidad del diésel a condiciones estándares es de 856 Kg/m³ [36]

Se pasa la densidad encontrada a unidades de Kg/gal de la siguiente manera:

$$1\text{m}^3 = 264,172 \text{ gal}$$

$$\text{Densidad diesel} = \frac{856\text{Kg}}{264,172\text{gal}} = 3,24 \frac{\text{Kg}}{\text{gal}}$$

$$\text{Peso combustible utilizado} = 3,24 \frac{\text{Kg}}{\text{gal}} * 34,35 \text{ gal} = 111,294 \text{ Kg}$$

Para obtener el dato de las emisiones generadas se halla el factor de emisión de la siguiente manera:

Tabla 3. Factor de emisión

Diésel mezcla comercial	CO ₂	10,27 CO ₂ Kg/gal diésel
Fuentes móviles	CH ₄	0.0374 CH ₄ g/gal diésel
	N ₂ O	0.0374 N ₂ O g/gal diésel

Fuente: Factor emisiones herramienta MCV [37]

$$\text{Peso emisiones CO}_2 = 10,27 \frac{\text{KgCO}_2}{\text{gal diesel}} * 34,35 \text{ gal diesel} = 352,77 \text{ KgCO}_2$$

$$\text{Peso emisiones } \text{N}_2\text{O} = 0,0374 \frac{\text{gN}_2\text{O}}{\text{gal diesel}} * \frac{1\text{Kg}}{1000\text{g}} * 34,35 \text{ gal diesel} = 0,001 \text{ gN}_2\text{O}$$

$$\text{Peso emisiones } \text{CH}_4 = 0,0374 \frac{\text{gCH}_4}{\text{gal diesel}} * \frac{1\text{Kg}}{1000\text{g}} * 34,35 \text{ gal diesel} = 0,001 \text{ gCH}_4$$

3. Etapa de separación y mezcla

Para determinar los datos de estas etapas se realizó una entrevista Figura 2 y se grabó un audio el cual se anexa posteriormente a la figura 2, todo esto con el fin de obtener los datos necesarios para calcular las cantidades que se retiran de sólidos en la etapa de separación y las cantidades que se adicionan de solventes en la etapa de mezcla.

NOMBRE DE LA PERSONA ENTREVISTADA	Orlando Garza
TELEFONO	310 722 69 38
DESCRIPCIÓN DEL APROVECHAMIENTO REALIZADO	
se saca la tinta seca y pedazos de sólidos que pueda contener la tinta (se saca con un pelustre), aproximadamente salen 2Kg de sólidos de una caneca de 20kg. Se le adicionan solventes a la tinta que se saca y ya esta limpia, se mezcla esta con una maquina y luego se envasa para ser vendida en tarros de 1 galon, 5 galones o en algunos casos 55 galones. se compra el residuo directamente con empresas	
PREGUNTAS ASOCIADAS AL APROVECHAMIENTO QUE SE REALIZA	
¿De la tinta que se aprovecha que cantidad sale como rechazo y porque? 2kg por que es tinta seca o trapos contaminados de una caneca de 20 kg → eso 20 kg son de tinta sin contar la caneca (peso)	
¿Qué se le adiciona a la tinta a tratar y en que proporciones? → Por cada 18kg se ad 4kg de solventes Tolueno - 2,7kg por cada 18 kg Acetato de isobutilo - 0,45 a 0,5 kg por cada 18kg Acetato de butilo - 0,9 kg por cada 18 kg Aprox No se adiciona ni dióxido de titanio ni cuarzo.	
¿Qué maquinaria se usa en la mezcla de la tinta con los solventes? Batidora - neumática. Envasado en caneca (venta) ρ = 5,1 Kg/galon a 20°C aprox → según lo que especifican para la venta.	
Persona que realiza la encuesta	Firma de la persona encuestada
Jency Paola Devia R	

Figura 2. Entrevista realizada a experto. Elaboración propia



Entrevista 1.aac

Para el cálculo de los sólidos contaminados se sabe que por cada 20 Kg de tinta contaminada sin contar el envase se sacan aproximadamente 2 Kg de sólidos contaminados los cuales se componen usualmente de residuos secos de tinta y algunos sólidos y/o trapos contaminados con tinta.

$$\frac{10677 \text{ tinta contaminada que ingresa al cargue} \times 2 \text{ Kg de sólidos contaminados}}{20 \text{ Kg de tinta contaminada}} = 1067,7 \text{ Kg}$$

Sólidos contaminados totales = 1067,7 Kg

Tinta limpia = 11244 Kg Residuos de tinta contaminada – 1067,7 Kg sólidos contaminados
– 577 Kg envase plástico 5 gal

Tinta limpia total = 9599,3 Kg

Para el cálculo de la etapa de mezcla se sabe que se adicionan un total de 4Kg de solventes a una cantidad de 18 Kg de tinta limpia distribuidos de la siguiente manera:

A un peso de 18 Kg se le adiciona una cantidad de 0,45 Kg Acetato de isobutilo.

A un peso de 18 Kg se le adiciona una cantidad de 0,9 Kg Acetato de etilo.

A un peso de 18 Kg se le adicionan cantidades de 2,7 Kg Tolueno.

$$\text{Acetato isobutilo total} = \frac{9599,3 \text{ Kg tinta limpia} \times 0,45 \text{ Kg Acetato de isobutilo}}{18 \text{ Kg tinta limpia}}$$

Acetato isobutilo total = 240 Kg

$$\text{Acetato etilo} = \frac{9599,3 \text{ Kg tinta limpia} \times 0,9 \text{ Kg Acetato de etilo}}{18 \text{ Kg tinta limpia}}$$

Acetato etilo total = 480 Kg

$$\text{Tolueno total} = \frac{9599,3 \text{ Kg tinta limpia} \times 2,7 \text{ Kg Tolueno}}{18 \text{ Kg tinta limpia}}$$

Tolueno = 1440 Kg

Pintura unificada = 9599,3 Kg tinta limpia + 240 Kg Acetato de isobutilo + 480 Kg acetato de etilo + 1440 Kg Tolueno

Pintura unificada = 11759,3 Kg

4. Etapa de envasado

Se determina que la presentación más requerida para el producto terminado es la de envase de 1 galón, para lo cual se halló el peso de este envase vacío dando como resultado que: 1 envase metálico de 1 gal pesa 260 gramos



Pesaje de envase metálico 1 galón, elaboración propia.

La densidad de la pintura de tráfico pesado obtenida es de aproximadamente 5,1 Kg/gal según los datos proporcionados en la entrevista Figura 2.

$$\text{Galones} = 0,196 \frac{\text{gal}}{\text{Kg}} * 11759,3 \text{ Kg pintura unificada} = 2305 \text{ gal}$$

$$\text{Peso envases} = \frac{2305 \text{ gal} * 260\text{g}}{1\text{gal}} * \frac{1\text{Kg}}{1000\text{g}} = 599,3 \text{ Kg}$$

Producto terminado = Envases metálicos + Pintura unificada

$$\text{Producto terminado} = 599,3 \text{ Kg} + 11759,3 \text{ Kg} = 12358,6 \text{ Kg}$$