

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

“MANEJO DE RESIDUOS Y DESECHOS TÓXICOS
EN TINTAS Y LÁMPARAS UV, EN LA EMPRESA DE
SISTEMAS AVANZADOS EN TINTAS, CÓMPUTO
S.A. DE C.V.”

INFORME TÉCNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO AMBIENTAL

CON ESPECIALIDAD EN:
SUSTENTABILIDAD Y TECNOLOGÍAS DEL AGUA

PRESENTA:

EDITH ITZEL MARTÍNEZ AMARANTO
201720769

ASESOR:
MTRA. KARLA JANETTE HIDALGO ESCALONA

COACALCO DE BERRIOZÁBAL, SEPTIEMBRE/2024

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a cada una de las personas que han intervenido en la elaboración de este proyecto, en especial a mis padres y familiares por su apoyo incondicional, a mi asesora interna de proyecto, Mtra. Karla Janette Hidalgo Escalona y a mi asesor externo, Ing. José Luis Martínez Juárez por su conocimiento, paciencia, tiempo, dedicación y absoluta disponibilidad y a la empresa Sistemas Avanzados en Tintas, Cómputo S.A. de C.V. por la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos y permitir la implementación del proyecto.

RESUMEN

El presente trabajo busca dar a conocer los impactos negativos de los residuos tóxicos generados en la empresa de Sistemas Avanzados en Tintas, Cómputo S.A. de C.V. por las tintas y lámparas UV, esta empresa se encarga de la compra y distribución de tintas y lámparas UV.

Se realizó una evaluación de las condiciones de seguridad enfocadas a la recepción, manipulación y almacenamiento de tintas y lámparas UV, seguido de esto se llevó a cabo una investigación de los componentes tóxicos que se encuentran en las tintas y lámparas ultravioleta, con la información recopilada y en conjunto con el encargado de residuos de la empresa, se logró identificar algunos aspectos que podrían generar un impacto considerable en el ambiente, lo cual permitió proponer un protocolo para manipulación segura de tintas y lámparas y la contratación de un servicio externo para el adecuada disposición final de los residuos líquidos y sólidos generados.

ÍNDICE

GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	10
1. INTRODUCCIÓN.....	11
2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	13
2.1. Nombre, razón social.....	13
2.2. Ubicación.....	13
2.3. Organigrama	14
2.4. Sector productivo de la empresa	14
2.5. Misión, Visión, Filosofía y/o Valores	14
3. DESCRIPCIÓN DEL PUESTO O ÁREA DE TRABAJO.....	15
4. PROBLEMA A RESOLVER.....	16
5. OBJETIVOS	17
5.1. Objetivo general.....	17
5.2. Objetivos específicos.....	17
6. JUSTIFICACIÓN.....	18
7. MARCO TEÓRICO	20
7.1. Principios y Componentes de las Tintas Ultravioleta (UV).	20
7.1.1. Principales componentes de las tintas UV.	20
7.1.2. Monómeros	20
7.1.3. Polímeros.....	20
7.2. Impactos negativos por componentes generados de las tintas	22

7.2.1. Resina de fenol formaldehído.....	22
7.2.2. Uretano	22
7.2.3. Cloruro de vinilo	22
7.3. Lámparas UV	23
7.3.1. Composición de las lámparas ultravioletas	23
7.4. Usos de las lámparas ultravioleta.....	24
7.5. Impactos negativos de las lámparas UV	25
7.6. El mercurio en lámparas UV	29
7.6.1. Emisión de mercurio debido a la rotura de las lámparas.....	29
7.6.2. Lixiviación y emisión de mercurio en lámparas UV	30
7.6.3. Exposición del mercurio y efectos en la salud humana.....	30
7.6.4. Intoxicación por inhalación de mercurio	30
7.6.5. Envenenamiento por mercurio a través de la contaminación del agua.....	31
7.6.6. Bioacumulación y biomagnificación.....	31
8. LEGISLACIÓN RELACIONADA CON EL USO Y DISPOSICIÓN DE LAS LÁMPARAS Y TINTAS UV.....	33
8.1. Marco legal aplicable en México	33
8.1.1. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente	33
8.1.2. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	34
8.1.3. Ley General de Salud.....	34
8.1.4. Código Penal Federal.....	34
8.1.5. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	34

8.1.6. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.....	35
8.1.7. Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos ...	35
8.1.8. Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo	35
9. NORMAS OFICIALES APLICABLES A LAS TINTAS Y LÁMPARAS UV	36
9.1. NOM-052-SEMARNAT-2005	36
9.2. NOM-001-SEMARNAT-1996	36
9.3. NOM-018-STPS-2000.....	36
10. DESARROLLO.....	38
11. DISEÑO EXPERIMENTAL	42
11.1.Fase I.	43
11.2.Fase II.	43
12. RESULTADOS.....	48
13. CONCLUSIONES.....	50
14. COMPETENCIAS DESARROLLADAS.....	52
15. FUENTES DE INFORMACIÓN.....	53
16. ANEXOS	58
ANEXO A Capacitación sobre el uso del equipo de protección personal o E.P.P.....	58
ANEXO B. Fotografías.....	64
ANEXO C. Carta de autorización para titulación.....	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Normatividad aplicable	36
Tabla 2. Listado de servicios Externos para el manejo de los residuos. (SEMARNAT, 2022).....	48
Tabla 3. Empresa que se enfoca en el tratamiento de lámparas. (SEMARNAT, 2022).....	49
Tabla 4. Cotización de empresas.	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la empresa Sistemas Avanzados en Tintas, Cómputo S.A. de C.V. (Google Maps, s.f.)	13
Figura 2. Organigrama.....	14
Figura 3. Composición de una lámpara UV	23
Figura 4. Guantes de nitrilo	38
Figura 5. Lentes de seguridad.....	38
Figura 6. Mascarilla de seguridad.....	38
Figura 7. Overol industrial	38
Figura 8. Proceso de igualación de colores que se lleva a cabo en la empresa Sistemas Avanzados en Tintas y Cómputo S.A. de C.V.	39
Figura 9. Muestras de colores primarios de tintas UV.	40
Figura 10. Diagnóstico de Diseño experimental para la identificación, prevención, capacitación al personal y selección de servicio de recolección de residuos.	42
Figura 11. Protocolo de actuación en caso de rotura accidental de lámparas.	46
Figura 12. Presentación de equipo de protección personal.	58
Figura 13. Normas Oficiales Mexicanas, reguladas por la Secretaría de Trabajo y Previsión Social (STPS). Y clasificación de equipo de protección personal.	59
Figura 14. Protección de cara, oídos, respiratoria, tipos de respiradores y limitaciones generales de su uso.	60
Figura 15. Protección de manos y brazos, tipos de guantes, protección de pies y piernas, tipos de calzado y cinturones de seguridad para trabajo en alturas.	61
Figura 16. Ropa de trabajo, ropa protectora, tipos de ropa protectora, restricciones de su uso y ventajas y limitaciones de los equipos de protección personal.	62

Figura 17. Desventajas de los equipos de protección personal.	63
Figura 18. Lámpara en unidad UV.	64
Figura 19. Lámpara en unidad UV.	64
Figura 20. Evaluación de unidad UV.	65
Figura 21. Controlador UV para el secado de tintas.....	65
Figura 22. Segundo controlador de lámparas UV en proceso.	66
Figura 23. Toma de medida de conector de lámpara UV.....	66
Figura 24. Evaluación de lámpara UV.	67
Figura 25. Comparación de lámparas UV.	67
Figura 26. Medición de conector de lámpara UV.	68
Figura 27. Almacenamiento temporal de tintas UV.	69
Figura 28. Prueba de color de tintas UV.	69
Figura 29. Prueba e igualación de tintas UV.....	70
Figura 30. Muestras y disolventes para tintas UV.....	71
Figura 31. Almacenamiento de tintas UV e insumos.	71
Figura 32. Máquina en proceso.	72
Figura 33. Entrega y evaluación de tintas.....	72
Figura 34. Máquina de impresión UV en la compañía Quaker state.....	73
Figura 35. Prueba de calidad e igualación de tintas UV.....	73
Figura 36. Residuos sólidos peligrosos.	74
Figura 37. Envases vacíos de materias primas.	74

CAPÍTULO I

GENERALIDADES DEL PROYECTO

1. INTRODUCCIÓN

Ante el aumento de contaminación generada en las últimas décadas, es necesario implementar un proceso de desecho respetuoso con el medio ambiente con el que podamos reducir y prevenir los desechos relacionados con el uso de materias primas que se generan por las tintas y lámparas ultravioleta.

La problemática radica en el mal manejo de tintas y lámparas UV ya que “sus componentes generan efectos adversos sobre el medio ambiente debido a su alta composición de disolventes, metales pesados o derivados del petróleo. Afectan a recursos tanto hídricos, a través de los vertidos. Así como a la atmósfera, mediante emisiones de compuestos orgánicos volátiles” (Proimpel, 2022).

Todas las fórmulas de tintas para impresión llevan tres componentes básicos: un colorante, un vehículo para llevar el colorante y aditivos, como ceras y secantes. Los colorantes pueden ser tinturas, pero con mayor frecuencia están hechos sobre la base de pigmentos.

Las tintas ultravioletas están compuestas por pigmentos, monómeros, oligómeros y fotoiniciadores. Reciben este nombre por su forma de secado “ultravioleta”. Al exponerse a las radiaciones de luz se produce una reacción química, conocida como polimerización que hace que la capa de tinta se solidifique. Existen dos tipos de tintas UV, que son:

1. **Tintas radicáticas:** Estas tintas contienen ingredientes que se activan cuando se exponen a la luz ultravioleta. Los fotoiniciadores presentes en la tinta se descomponen
2. bajo la luz UV para formar radicales libres, que inician una reacción de polimerización en los componentes de la tinta. Esta polimerización conduce a que la tinta se endurezca rápidamente, lo que la hace ideal para imprimir en superficies no porosas como plástico, vidrio y metal. Las tintas radicales son conocidas por su rápido curado y su buena adherencia.
3. **Tintas catiónicas:** Estas tintas también se activan mediante la exposición a la luz ultravioleta, pero funcionan de manera diferente a las tintas radicales. Los fotoiniciadores catiónicos presentes en la tinta generan ácidos cuando se exponen a la luz UV. Estos ácidos luego catalizan la reacción de polimerización de la resina epoxi o similar presente en la tinta. Las tintas catiónicas son especialmente útiles cuando se necesita una mejor adherencia a sustratos difíciles, como plásticos de baja energía superficial.

- ⇒ **Radicálicas:** el proceso de polimerizado continua incluso después de apagar la luz ultravioleta hasta que la tinta solidifique por completo.
- ⇒ **Catiónicas:** la luz UV se emplea durante distintas fases o procesos, la polimerización para cuando se retira la luz ultravioleta. (Proimpel, 2022).

La luz ultravioleta fue el primer tipo de fuente lumínica utilizada en Estomatología para la foto activación de resinas en la década de los 70.

“Las lámparas ultravioletas son utilizadas para curar o secar una tinta UV este proceso se lleva a cabo mediante la transformación de una capa de tinta líquida a una sólida por medio de una fuente de la luz ultravioleta” (Abreo, 2006). Una vez utilizadas son consideradas como residuo peligroso debido al contenido de mercurio presente; al tener una incorrecta manipulación, pueden ocasionar impactos a la salud humana y al medio ambiente. Actualmente en el país, son dispuestas como residuo convencional, debido al desconocimiento del problema que presentan al final de su vida útil y los altos costos que implica: el tratamiento y la disposición final.

“La energía ultravioleta es invisible, por lo que la medición y el registro regular con un radiómetro es la única manera de asegurar que las lámparas UV estén funcionando adecuadamente.” (Abreo, 2006).

2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1. Nombre, razón social

SISTEMAS AVANZADOS EN TINTAS, CÓMPUTO S.A. DE C.V.

2.2. Ubicación

Aquiles Serdán sector 38, manzana 122, lote 16-1, Héroes Tecámac



Figura 1. Ubicación de la empresa *Sistemas Avanzados en Tintas, Cómputo S.A. de C.V.*
(Google Maps, s.f.)

2.3. Organigrama

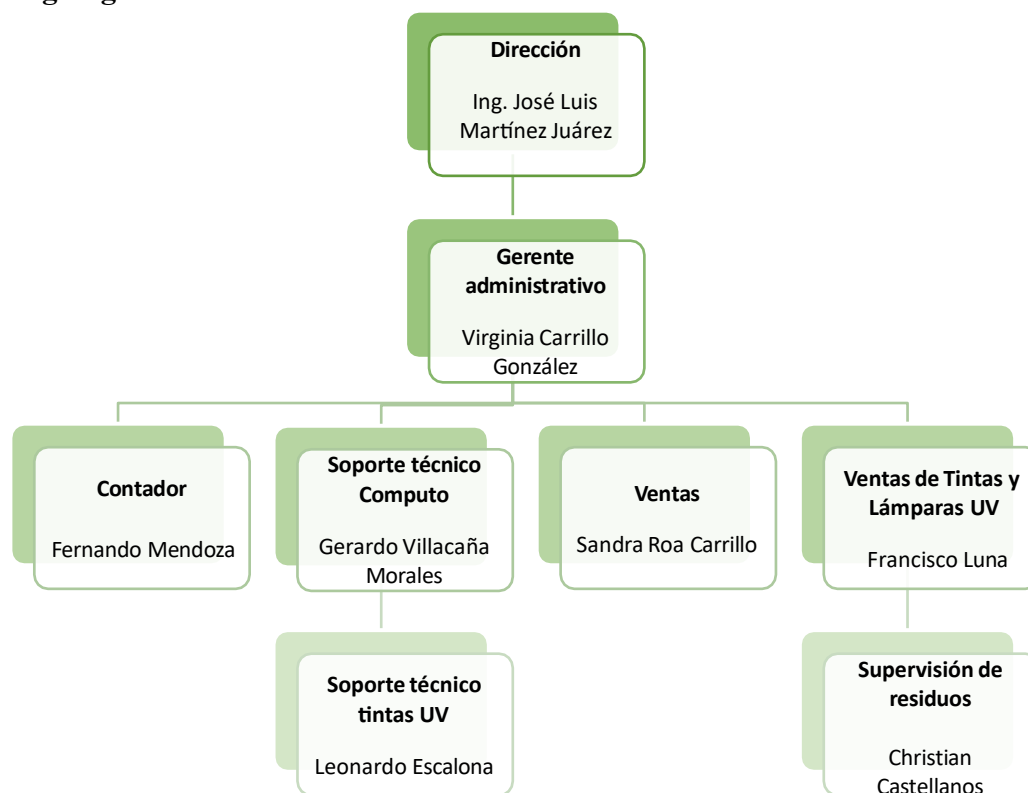


Figura 2. Organigrama de la empresa Sistemas Avanzados en Tintas, Cómputo S.A. de C.V.

2.4. Sector productivo de la empresa

Compra y venta de tintas y lámparas UV

2.5. Misión, Visión, Filosofía y/o Valores

Misión: Fomentar el crecimiento y formación laboral para formar frutos de éxito dentro y fuera de la empresa, así mismo sembrar confianza en nuestros clientes.

Visión: Ser reconocida como una de las mejores empresas de distribución y soporte a IT.

Objetivos:

- Fomentar, planificar, proponer, canalizar y asesorar para detectar las necesidades de cada uno de nuestros clientes por tanto obtener los mejores resultados.
- Organizar y otorgar todos los servicios necesarios y convenientes para el cumplimiento de las perspectivas de cada uno de nuestros clientes.
- Otorgar soluciones a cada una de uno de su contratiempo.

3. DESCRIPCIÓN DEL PUESTO O ÁREA DE TRABAJO

El puesto desempeñado en la empresa Sistemas Avanzados en Tintas, Cómputo S.A. de C.V. es “Residente del área de gestión de residuos” el cual pertenece al área de gestión de residuos, bajo la supervisión y órdenes del Ingeniero José Luis Martínez y el supervisor Christian Castellanos, se desempeñará el análisis y evaluación del manejo de los residuos.

Se espera obtener como resultado un procedimiento adecuado para el manejo de residuos generados por las tintas y lámparas UV y una capacitación al personal para tener una mejor seguridad en el manejo de tintas y lámparas UV.

Los objetivos a corto plazo, son identificar los efectos negativos generados por las tintas y lámparas UV, para dar una propuesta de un correcto manejo de los desechos, a mediano plazo, se pretende establecer un procedimiento para el correcto manejo de los residuos de tintas y lámparas UV y a largo plazo, se busca establecer un equipo multidisciplinario que será el encargado de llevar a cabo el procedimiento generado anteriormente en las áreas de producción y área técnica.

El alcance es establecer los lineamientos para ser una empresa responsable con el medio ambiente y como medio de promoción dar capacitaciones a otras empresas para un correcto manejo de residuos

La capacitación necesaria como residente es cumplir con las aptitudes de ingeniería ambiental y conocimientos básicos para el área de seguridad e higiene y el cumplimiento de la normatividad, tanto en protección personal como para el manejo de los residuos.

4. PROBLEMA A RESOLVER

Actualmente los residuos generados de la empresa de Sistemas Avanzados en Tintas, Cómputo S.A. de C.V. son almacenados durante un periodo de tres meses para posteriormente ser enviados a una planta de reciclaje ubicada en el estado de Toluca.

Se propone evaluar diferentes alternativas para el manejo adecuado de estos desechos generados, por tintas y lámparas. La propuesta se realizó a partir de un diagnóstico que arrojó como resultado un gran volumen de contaminantes tóxicos generados por los componentes que presentan las tintas y lámparas anualmente.

De no aplicarse la propuesta se puede presentar un mayor aumento en la generación de residuos, ya que los trabajadores no cuentan con la capacitación adecuada para la producción y un potencial aumento de emisiones atmosféricas debido al mal manejo de los solventes y diluyentes utilizados tanto en producción como en el almacenamiento de tintas y lámparas UV.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

Realizar un plan de manejo de residuos generados en los procesos realizados de la empresa Sistemas Avanzados en Tintas, Cómputo S.A. de C.V.

5.2. Objetivos específicos

- Examinar la gestión del manejo de residuos de tintas y lámparas ultravioleta.
- Determinar la situación actual de la empresa a partir de la aplicación de lineamientos y normas ambientales.
- Proponer la implementación de la normatividad correspondiente y la recopilación temporal de los desechos y residuos tóxicos.

6. JUSTIFICACIÓN

Al evaluar los impactos ambientales generados en los procesos realizados en la empresa, se plantea proponer un plan de manejo de los residuos de acuerdo a la normatividad correspondiente, estableciendo las obligaciones y compromisos con el medio ambiente, mediante estándares y la capacitación de los trabajadores quienes son los ejecutores de las adecuadas prácticas del desecho de tintas y lámparas UV.

Por esta razón, en empresas pequeñas donde se utilizan pocas lámparas, es crucial desarrollar estrategias efectivas para gestionar sus residuos. Es importante tener en cuenta que el problema con los residuos de las lámparas no reside únicamente en el volumen que ocupan en los lugares de disposición final, sino también en el riesgo de ruptura durante la compactación o el transporte en los camiones recolectores. Por lo tanto, es fundamental aplicar adecuadamente las medidas de seguridad correspondientes

Por tal motivo, se buscó la implementación de un plan de manejo seguro para tintas y lámparas UV, tanto en la manipulación dentro de la empresa como al momento de entregarlas al servicio recolector, con esto, se generan más alternativas de prevención en el personal de la empresa y mitigar las posibles consecuencias negativas en la salud de los trabajadores que manipulan directamente las tintas y lámparas UV, es una estrategia que permite a futuro prevenir enfermedades laborales y posibles accidentes de trabajo relacionados con el factor de riesgo químico.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Principios y Componentes de las Tintas Ultravioleta (UV).

Las tintas ultravioleta UV están realizadas con pigmentos de carácter inorgánico, poseen un color muy pálido, semi-blanco, bajo luz natural. Estas tintas UV. Están fabricadas con derivados de acrílico y con una viscosidad elevada, que, en contacto con radiaciones ultravioletas, reaccionan. Este proceso se denomina “polimerizado”. El líquido sufre una transformación química. Como efecto, se produce la solidez de la tinta y ésta se adhiere a la superficie. Todo este proceso no sería posible sin las lámparas Ultravioleta (Koloronline, 2023).

Las tintas ultravioletas se utilizan fundamentalmente para ser aplicadas sobre textiles (camisetas, ropa en general, etc.), también se pueden utilizar en: plásticos, zapatos, tarjetas de presentación, tarjetas de crédito, detección UV-seguridad, etiquetado, embalajes...etc.

7.1.1. Principales componentes de las tintas UV.

Los principales componentes de la tintas UV son los monómeros y polímeros.

7.1.2. Monómeros

“Un monómero es una molécula de pequeña masa molecular que está unida a otros monómeros, a veces cientos o miles, por medio de enlaces químicos, generalmente covalentes y forman macromoléculas llamadas polímeros.” (McCrum, 2011).

Los monómeros sintéticos, sirven para la elaboración de plásticos y pinturas. Se trata de monómeros artificiales como el tetrafluoretileno y la acrilamida, entre muchos otros.

7.1.3. Polímeros

Los polímeros son un tipo de macromoléculas constituidas por cadenas de unidades más simples, llamadas monómeros, unidas entre sí mediante enlaces covalentes. Los polímeros no son tan tóxicos como los monómeros, sin embargo, un polímero puede descomponerse en monómeros tóxicos individuales que pueden generar mucho daño.

- Si se clasifican según su origen, los polímeros pueden ser:
 - ⇒ **Polímeros naturales.** Su origen es biológico.
 - ⇒ **Polímeros sintéticos.** Son creados enteramente por el ser humano.

- ⇒ **Polímeros semisintéticos.** Son creados por transformación de polímeros naturales.
- Si se clasifican según su composición, podemos distinguir entre:
 - ⇒ **Polímeros orgánicos.** Poseen una cadena principal de átomos de carbono.
 - ⇒ **Polímeros orgánicos vinílicos.** Semejantes a los orgánicos, pero con enlaces dobles carbono-carbono. Incluyen las poliolefinas, estirénicos, vinílicos halogenados y acrílicos.
 - ⇒ **Polímeros orgánicos no vinílicos.** Poseen átomos de oxígeno y/o nitrógeno en su cadena principal, además de carbonos. Incluyen los poliésteres, las poliamidas y los poliuretanos.
 - ⇒ **Polímeros inorgánicos.** Basados en otros elementos como el azufre (polisulfuros) o el silicio (la silicona).
- Si se clasifican según su reacción al aumentar la temperatura, podemos distinguir entre:
 - ⇒ **Polímeros elastómeros.** Se deforman al aumentar la temperatura, pero recuperan su forma original.
 - ⇒ **Polímeros termoestables.** Cuando se elevan, su temperatura se descompone químicamente. No se deforman, es decir, no fluye el material.
 - ⇒ **Polímeros termoplásticos.** Al elevar la temperatura se derriten y pasan al estado líquido, pero cuando se enfrían, vuelven a pasar al estado sólido. (Etence, 2021).

7.2. Impactos negativos por componentes generados de las tintas

7.2.1. Resina de fenol formaldehído

Es un polímero termoestable usado en materiales compuestos y adhesivos. Uno de los principales componentes generados, es la resina de fenol formaldehído, daña a los pulmones, causando bronquitis y asma, en mujeres puede causar baja fertilidad y si se está embarazada podría afectar al bebé. El formaldehído es de olor irritante, que procede de la deshidrogenación del alcohol metílico. Es un compuesto químico, específicamente un aldehído altamente volátil y muy inflamable de fórmula $H_2C=O$. Se obtiene por oxidación catalítica del alcohol metílico. Este puede causar irritación a la piel, ojos, nariz y garganta. La exposición a altos niveles puede producir ciertos tipos de cáncer. (Baransu, 2014).

7.2.2. Uretano

Es un polímero versátil usado en espumas, recubrimientos y adhesivos. El uretano, presente en el poliuretano daña a los riñones, hígado, cerebro, médula ósea y puede causar cáncer, aunque no está comprobado. El uretano también es un componente de las tintas UV.

7.2.3. Cloruro de vinilo

Es un monómero usado en la producción de PVC, plástico versátil. “El cloruro de vinilo daña el hígado, el sistema nervioso y los pulmones, causa cáncer de hígado, cerebro, pulmón y otros tipos de cáncer, esto hablando de alta exposición y sin medidas de seguridad.” (Baransu, 2014).

7.3. Lámparas UV

Las lámparas UV (generadoras de luz ultravioleta), son también usadas, para el secado de las tintas.

7.3.1. Composición de las lámparas ultravioletas

Las lámparas se componen de tres elementos principales:

1. Gas de mercurio y argón
2. Envoltorio de cuarzo
3. Electrodo de tungsteno



Figura 3. Composición de una lámpara UV (Cabrera, 2023).

El dispositivo trabaja a media presión y con alto voltaje. También va equipado de unos reflectores, los cuales permiten concentrar el rayo de luz, sobre un punto concreto de la superficie reflectante.

Las bombillas UV, generan una alta graduación de calor, por la potencia de energía que generan. Por tal razón, incorporan un sistema de refrigeración, que también ayuda a aumentar la vida útil de la misma. También van dotadas, de un blindaje de protección extra, para asegurar que las personas no pueden estar sometidas a la luz ultravioleta (Cabrera, 2023).

7.4. Usos de las lámparas ultravioleta

Las lámparas UV también son utilizadas para destruir virus tales como el coronavirus. Hoy más que nunca trabajan a la vanguardia con la calidad del aire para cuidar la salud humana. “Las lámparas UV son esenciales para mantener un ambiente libre de virus y bacterias y están diseñadas para irradiar el aire que pudiera contener patógenos infecciosos, también son utilizadas para esterilizar a sectores residenciales, institucionales y comerciales para diferentes necesidades.

En algunos lugares son utilizadas lámparas UV portátiles para desinfectar superficies, archivos, así como áreas de laboratorio, áreas montables en pared, áreas de control biológico, así como sistemas de aire acondicionado, comedores comunitarios.

7.5. Impactos negativos de las lámparas UV

Así mismo, como se ha mencionado de los desechos peligrosos en tintas de igual manera se encuentran impactos negativos en las lámparas UV, las emisiones asociadas y el riesgo de contaminación del mercurio, ha surgido una creciente atención y preocupación por parte de la sociedad.

Los efectos negativos se producen cuando las lámparas se rompen ya que esto genera la liberación del mercurio, el cual es un componente esencial en todos los tipos de lámparas.

Impactos en el medio natural, la salud y los ecosistemas asociados con la liberación de mercurio de las lámparas UV:

Impactos en la salud humana:

Exposición al mercurio: El mercurio liberado al romperse una lámpara UV puede ser inhalado o ingerido, lo que puede causar graves problemas de salud. La exposición crónica al mercurio está asociada con:

- **Daños neurológicos:** Incluyen temblores, insomnio, pérdida de memoria, dolores de cabeza, y deterioro cognitivo.
- **Problemas respiratorios:** Como tos, dificultad para respirar y neumonitis.
- **Trastornos del desarrollo en niños:** El mercurio puede afectar el desarrollo del cerebro y el sistema nervioso en los niños, causando problemas de aprendizaje y comportamiento.
- **Daños renales:** La exposición al mercurio puede causar daño a los riñones y afectar su capacidad para filtrar las toxinas del cuerpo.
- **Otros problemas de salud:** Incluyen irritación de la piel y los ojos, debilidad muscular, y problemas cardiovasculares.
- **Riesgos ocupacionales:** Los trabajadores que manejan o eliminan lámparas UV pueden estar en riesgo de exposición directa al mercurio y otros productos químicos nocivos, lo que puede provocar enfermedades ocupacionales y problemas de salud a largo plazo.

Impactos en el Medio Ambiente:

Contaminación del Suelo

El mercurio liberado por las lámparas UV puede contaminar el suelo de varias maneras:

- **Desecho Inadecuado:** Cuando las lámparas UV se desechan de manera incorrecta, pueden romperse y liberar mercurio directamente en el suelo.
- **Bioacumulación:** Este mercurio puede ser absorbido por las plantas y entrar en la cadena alimentaria, afectando a los organismos que dependen de estas plantas para su nutrición.
- **Persistencia:** El mercurio es un contaminante persistente, lo que significa que puede permanecer en el suelo durante largos períodos, aumentando su concentración con el tiempo y causando daños a largo plazo al ecosistema (OMS, 2024).

Contaminación del Agua

El mercurio liberado puede afectar gravemente las fuentes de agua:

- **Infiltración:** El mercurio puede infiltrarse en el suelo y llegar a las fuentes de agua subterránea, contaminando pozos y acuíferos que suministran agua potable.
- **Cuerpos de Agua Superficiales:** Eventualmente, el mercurio puede llegar a ríos, lagos y océanos, afectando la calidad del agua y la vida acuática.
- **Bioacumulación en Organismos Acuáticos:** Los peces y otros organismos acuáticos pueden absorber mercurio, que luego se acumula en sus tejidos. Esto no solo afecta la salud de estos organismos, sino que también puede tener efectos perjudiciales en los seres humanos que los consumen.

Contaminación del Aire

El mercurio en las lámparas UV puede volatilizarse y contaminar el aire:

- **Liberación Durante la Eliminación:** Si las lámparas se rompen durante el proceso de eliminación, el mercurio puede liberarse en forma de vapor, contribuyendo a la contaminación del aire.
- **Exposición Humana:** La inhalación de vapor de mercurio puede ser altamente tóxica para los seres humanos, afectando el sistema nervioso, los pulmones y otros órganos.
- **Dispersión Atmosférica:** Una vez en el aire, el mercurio puede dispersarse a grandes distancias, depositándose eventualmente en el suelo y cuerpos de agua, exacerbando los problemas de contaminación en otras áreas. (EPA, 2024)

Bioacumulación y Biomagnificación

El mercurio liberado puede acumularse en los organismos vivos a lo largo de la cadena alimentaria. Este proceso comienza cuando los organismos más pequeños, como el fitoplancton y el zooplancton, absorben mercurio del agua. A medida que estos organismos son consumidos por otros más grandes, el mercurio se acumula en los tejidos de los depredadores. Este fenómeno, conocido como bioacumulación, significa que los niveles de mercurio en un organismo aumentan con el tiempo a medida que consume más organismos contaminados.

A lo largo de la cadena alimentaria, el mercurio se biomagnifica, lo que resulta en niveles cada vez más altos de concentración en los depredadores de la cima, como peces grandes, aves rapaces y mamíferos marinos. Estos altos niveles de mercurio pueden tener efectos adversos graves, incluyendo:

- **Problemas Reproductivos:** El mercurio puede afectar la fertilidad y el éxito reproductivo de los organismos, reduciendo las tasas de nacimiento y la viabilidad de las crías.
- **Desarrollo Anormal:** Las especies jóvenes y en desarrollo son particularmente vulnerables, con efectos que incluyen deformidades y problemas en el desarrollo neurológico.
- **Supervivencia Reducida:** El mercurio puede debilitar los sistemas inmunológicos, haciendo que los organismos sean más susceptibles a enfermedades y disminuyendo sus tasas de supervivencia.

Pérdida de Biodiversidad

Los ecosistemas sensibles pueden experimentar una disminución en la diversidad y la abundancia de especies debido a la contaminación por mercurio. Esta pérdida de biodiversidad puede tener varios efectos negativos:

- **Reducción de la Estabilidad del Ecosistema:** La disminución de especies clave puede desestabilizar las redes tróficas, afectando las interacciones entre depredadores y presas y alterando la estructura y función del ecosistema.
- **Pérdida de Funcionalidad del Ecosistema:** Las especies cumplen roles específicos, como la polinización, el control de plagas y la descomposición de materia orgánica. La pérdida de biodiversidad puede reducir la capacidad del ecosistema para realizar estas funciones esenciales.

- **Impacto en Servicios Ecosistémicos:** Los ecosistemas proporcionan servicios vitales para los humanos, como agua limpia, aire puro y suelo fértil. La disminución de la biodiversidad puede comprometer estos servicios, afectando negativamente la calidad de vida y la sostenibilidad ambiental (UNEP, 2024).

Estos impactos subrayan la importancia de implementar medidas adecuadas de gestión de desechos y de promover prácticas de uso seguro de las lámparas UV para minimizar los riesgos para la salud humana y el medio ambiente.

7.6. El mercurio en lámparas UV

El mercurio tanto en las formas orgánicas como inorgánicas, presenta toxicidad para los organismos en los ecosistemas acuáticos y terrestres. La toxicidad del mercurio en los ecosistemas acuáticos ha recibido gran atención, debido a que el mercurio inorgánico puede metilarse en los sedimentos acuáticos y el metilmercurio resultante es bioacumulable en un alto grado en las cadenas alimentarias acuáticas. Como resultado se pueden encontrar concentraciones muy altas del alarmante tóxico metilmercurio en los tejidos de grandes peces predadores de agua dulce y salada (Flores, 2022).

El mercurio en su forma inorgánica existe en la naturaleza en tres estados de oxidación: metálico, mercurioso y mercúrico. Los últimos dos pueden formar numerosos compuestos químicos tanto orgánicos como inorgánicos. Es líquido a temperatura ambiente y su elevada presión de vapor hace que esté presente en todas partes, un ambiente saturado de mercurio a 20° C contiene 15mg/m³ de mercurio. Su solubilidad en agua difiere mucho de un compuesto a otro y aumenta el siguiente orden: cloruro mercurioso, mercurio elemental, cloruro de metilmercurio, cloruro mercúrico.

El mercurio está presente en el ambiente de diversas formas, la transformación de una a otra puede ocurrir en sedimentos, agua y aire siendo catalizadas por variados sistemas biológicos. Uno de los aspectos de mayor importancia en el ciclo biogeoquímico del mercurio es la volatilidad de este metal (Gutiérrez, 2002).

7.6.1. Emisión de mercurio debido a la rotura de las lámparas

La liberación de mercurio de las lámparas compactas rotas, depende tanto del tiempo como de la temperatura y el flujo del viento que también inciden directamente en la liberación de mercurio.

El mercurio es emitido a la atmósfera a partir de fuentes naturales y antropogénicas en forma de vapor elemental, posteriormente precipitado por las lluvias que lo depositan en los cuerpos de agua y finalmente en el sedimento desde donde es metilado y luego bioacumulado.

En la atmósfera está ampliamente distribuido en forma de gas y partículas. Entre el 90% y 95% de este elemento es gaseoso. Incluyendo vapor de mercurio, compuestos inorgánicos y alquimercurio (Mora, 2012).

7.6.2. Lixiviación y emisión de mercurio en lámparas UV

Las personas pueden estar expuestas al vapor de mercurio que es liberado al romperse una lámpara. Sin embargo, el mayor riesgo se deriva de los millones de lámparas que son dispuestas de forma inadecuada y que pueden provocar una acumulación significativa de mercurio en el ambiente.

En los sitios de disposición final el agua de lluvia puede filtrarse y lixiviar el mercurio y otros elementos presentes en las lámparas en el polvo de fósforo de las lámparas rotas, transportando estos contaminantes al suelo cercano o debajo del sitio de disposición.

También el contenido de mercurio en el suelo a 10 cm por debajo de la superficie de una disposición de lámparas en un relleno sanitario (National Library Of Medicine, 2012).

El mercurio de las lámparas enterradas en los rellenos sanitarios puede ser liberado al ambiente a través de las emisiones de gases y fuga de lixiviados.

Las lámparas UV han sido categorizadas como residuos peligrosos, debido a los excesivos niveles de lixiviabilidad del plomo y las concentraciones de cobre y zinc contenidas en este tipo de lámparas

7.6.3. Exposición del mercurio y efectos en la salud humana

La toxicidad del mercurio depende de su forma química y, por lo tanto, los síntomas y signos varían según se trate de exposición al mercurio elemental, a los compuestos inorgánicos del mercurio, o a los compuestos orgánicos del mercurio, así como también a la cantidad del tiempo y exposición (Mora, 2012).

El metilmercurio es un neurotóxico que puede provocar efectos perjudiciales particularmente en el cerebro en formación. Además, este compuesto traspasa con facilidad la barrera placentaria y la barrera hematoencefálica, por eso es muy preocupante la exposición durante el embarazo, además la exposición del metilmercurio puede causar efectos perjudiciales en el sistema cardiovascular y un incremento en la mortalidad (Mora, 2012). El centro internacional de investigación sobre el cáncer considera que los compuestos de metilmercurio pueden ser cancerígenos para los seres humanos (PNUMA, 2002).

7.6.4. Intoxicación por inhalación de mercurio

La vía principal de exposición al mercurio es por inhalación de sus vapores. Cerca del 80% de los vapores inhalados son absorbidos por los tejidos pulmonares (PNUMA, 2002). Este vapor también penetra con facilidad la barrera de sangre del cerebro y su neurotoxicidad está bien documentada. La absorción intestinal de mercurio es baja. El mercurio puede oxidarse en los tejidos corporales en forma divalente inorgánica. Se han observado trastornos

neurológicos y de comportamiento en seres humanos tras inhalación de vapor de mercurio (Bank, 2010).

La intoxicación aguda por mercurio metálico, a menudo causada por la inhalación de vapor de mercurio, produce náuseas, inflamación de la cavidad bucal y las vías respiratorias en combinación con la disnea (dificultad para respirar), babeo y hemoptisis (tos con sangre). Los síntomas en los órganos afectados son astenia (debilidad), apraxia (trastorno del movimiento), enuresis (reducción de la producción de orina) e insuficiencia renal. (Bank, 2010).

Los síntomas característicos de la intoxicación crónica por mercurio metálico son temblores (empezando por los dedos, labios y párpados), eretismo (ganas anormales para moverse), ambas causadas por un daño en el sistema nervioso central. Además, se puede observar daños en el sistema nervioso periférico y los riñones (Bank, 2010).

7.6.5. Envenenamiento por mercurio a través de la contaminación del agua

La intoxicación aguda por mercurio comienza con parestesias (sensación de hormigueo en la piel), seguido por las limitaciones en el campo de visión, audición defectuosa y ataxia (Bank, 2010) La intoxicación grave conduce al coma y a la muerte. El periodo de latencia oscila entre varias semanas o meses para el envenenamiento agudo por mercurio, dependiendo de la cantidad de mercurio consumido. Los síntomas de intoxicación crónica por mercurio son los mismos que para el envenenamiento agudo, con una transición constante a graves daños (Bank, 2010).

Como las plantas absorben sólo cantidades muy pequeñas de mercurio, mientras que los organismos microscópicos acuáticos absorben el mercurio y lo transforman en metilmercurio, el escenario más peligroso es la emisión incontrolada de mercurio en los cuerpos de agua y su transmisión a los peces. Además, que la evaluación de la contaminación del agua real es muy compleja, ya que muchos parámetros tienen que ser tomadas en cuenta, incluyendo la sedimentación, la absorción por los organismos vivos (Bank, 2010).

7.6.6. Bioacumulación y biomagnificación

Un factor muy importante de los efectos del mercurio en el ambiente es su capacidad para acumularse en organismos y ascender por la cadena alimentaria. Todas las formas de mercurio pueden llegar a acumularse, pero el metilmercurio se absorbe y acumula más que otros compuestos (Mora, 2012).

La biomagnificación del mercurio es lo que más incide en los efectos para animales y seres humanos. Casi el 100% del mercurio que se bioacumula en peces depredadores es metilmercurio, la mayor parte de éste forma enlaces covalentes con grupos sulfhidrilo

proteínico, en los tejidos de peces, con lo que la vida media de eliminación resulta larga., como consecuencia se genera un enriquecimiento selectivo de metilmercurio cuando se pasa de un nivel trófico a uno superior (Restrepo, 2002). En condiciones ambientales constantes, las concentraciones en peces de determinada especie tienden a aumentar con la edad, mientras que las concentraciones más bajas de mercurio se encuentran en peces pequeños no depredadores (Mora, 2012).

Alrededor del 90% de todo el metilmercurio presente en los alimentos es absorbido a través del tracto gastrointestinal tanto en el hombre como en los animales, seguido de tal absorción, gran parte del compuesto presente en el plasma es acumulado por los glóbulos rojos (Restrepo, 2002).

8. LEGISLACIÓN RELACIONADA CON EL USO Y DISPOSICIÓN DE LAS LÁMPARAS Y TINTAS UV

En el contexto del uso creciente de lámparas y tintas ultravioleta (UV) en diversas industrias, es fundamental garantizar el cumplimiento de normativas y directrices que regulen su utilización y disposición adecuada. A continuación, se presenta la legislación relevante en México en relación con este tema, destacando las medidas establecidas para promover la seguridad, la protección ambiental y la salud pública.

8.1. Marco legal aplicable en México

La constitución política de los Estados Unidos Mexicanos establece en su artículo cuarto, párrafo quinto, que: "Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley" (CPEUM, 2023).

Las dependencias del Gobierno Federal que tienen relación con el control y manejo del mercurio son, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y, la Secretaría de Salud (SSA).

La legislación mexicana en materia ambiental, contiene disposiciones específicas relacionadas con el manejo de residuos y con el control de la contaminación de suelos y agua, con el control de emisiones a la atmósfera, así como las relativas condiciones de seguridad e higiene en el medio ambiente laboral.

Para las actividades de acopio, manejo y disposición final de residuos de mercurio y contaminantes resultantes de las tintas y lámparas UV, la legislación aplicable es la siguiente:

8.1.1. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

Artículo 1º.- Reglamenta las disposiciones de la constitución en lo que se refiere a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar (LGEEPA, 2023).

8.1.2. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona a un ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación (LGPGIR, 2023).

En esta ley en el artículo 31 se enlistan ciertos residuos que están sujetos a un plan de manejo, enlistándose en la fracción VI a las lámparas (LGPGIR, 2023).

8.1.3. Ley General de Salud

Artículo 1º.- “En esta ley se reconoce el derecho a la protección de la salud que tiene toda persona en los términos a los servicios de salud del artículo 4to de la constitución y establece las bases y modalidades para el acceso a los servicios de salud.” (LGS, 2023).

8.1.4. Código Penal Federal

Artículo 414.- Se impondrá pena de uno a nueve años de prisión y de trescientos a tres mil días multa al que ilícitamente, o sin aplicar las medidas de prevención o seguridad, realice actividades de producción, almacenamiento, tráfico, importación o exportación, transporte, abandono, desecho, descarga, o realice cualquier otra actividad con sustancias consideradas peligrosas por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, radioactivas u otras análogas, ordene o autorice, que cause un daño a los recursos naturales, a la flora, a la fauna, a los ecosistemas, a la calidad del agua, al suelo, al subsuelo o al ambiente.

La misma pena se aplicará a quien ilícitamente realice las conductas con las sustancias enunciadas en el párrafo anterior, o con sustancias agotadoras de la capa de ozono y cause un riesgo de daño a los recursos naturales, a la flora, a la fauna, a los ecosistemas, a la calidad del agua o al ambiente (CPF, 2023).

8.1.5. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

“Rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la nación ejerce su jurisdicción, especializándose en los planes de manejo, en los residuos peligrosos y en la remediación de sitios contaminados.” (RLGPGIR, 2014).

8.1.6. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

Artículo 1º.- “Tiene por objeto reglamentar todo lo relacionado a la prevención, control y contaminación del agua apoyada también en Normas Oficiales Mexicanas.” (RLAN, 2014).

8.1.7. Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos

Artículo 1º.- “Tiene por objeto regular el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos.” (SEGOB, 1993).

8.1.8. Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo

“Su finalidad es establecer las medidas para la prevención de accidentes y enfermedades de trabajo, tendiente a que la prestación del trabajo se desarrolle en condiciones de seguridad, higiene y ambiente adecuados para los trabajadores.” (STPS, 2014).

9. NORMAS OFICIALES APLICABLES A LAS TINTAS Y LÁMPARAS UV

9.1. NOM-052-SEMARNAT-2005

“Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.” (SEMARNAT, 2006).

9.2. NOM-001-SEMARNAT-1996

“Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y bienes nacionales.” (Gobierno de México, 2022).

9.3. NOM-018-STPS-2000

“Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.” (SEGOB, 1969).

Tabla 1 *Normatividad aplicable*

Ley	Reglamento	Normas Oficiales Mexicanas
Ley General para la prevención y Gestión de los Residuos	Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión integral de los Residuos	NOM- 052-SEMARNAT-2005
Ley de Aguas Nacionales	Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales	NOM-161-SEMARNAT-2011 NOM-001-SEMARNAT-1996
Ley Federal del Trabajo	Reglamento de Seguridad e Higiene y Medio Ambiente del Trabajo	NOM-002-SEMARNAT-1996 NOM-006-STPS-2000 NOM-017-STPS-2008 NOM-018-STPS-2000

NOM: Normas Oficiales Mexicanas.

CAPÍTULO III

DESARROLLO

10. DESARROLLO

Este proyecto se llevó a cabo en la empresa de SISTEMAS AVANZADOS EN TINTAS, CÓMPUTO S.A. DE C.V. con un inicio de 05 de septiembre del 2022 al 05 de enero del 2023.

Los materiales que se utilizan son tintas UV, tóneres y lámparas UV. El equipo de protección personal que se usa en esta empresa son guantes de nitrilo, lentes, mascarillas y overoles (véase en anexo A).



Figura 4. *Guantes de nitrilo*



Figura 5. *Lentes de seguridad*



Figura 6. *Mascarilla de seguridad*



Figura 7. *Overol industrial*

En esta empresa llegan las tintas en colores primarios, se realiza la igualación de colores en laboratorio y referente a las lámparas UV llegan a la empresa para ser distribuidas.

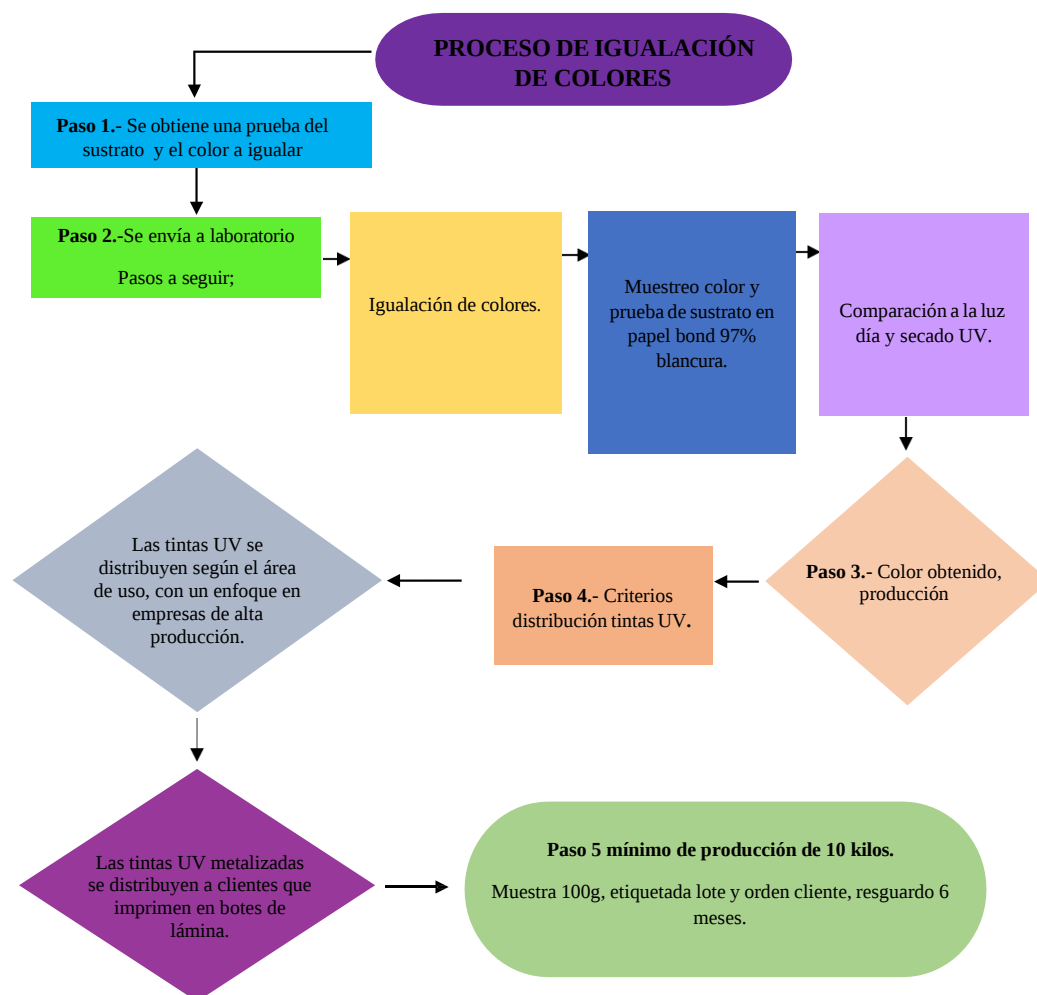


Figura 8. *Proceso de igualación de colores que se lleva a cabo en la empresa Sistemas Avanzados en Tintas y Cómputo S.A. de C.V. Elaboración propia (véase en anexo B).*



Figura 9. *Muestras de colores primarios de tintas UV.*

Elaboración propia (véase en anexo B).

El estudio de generación de residuos de tintas y lámparas UV se realizó con base en:

Los registros de compras existentes en las lámparas por año, en esta empresa es aproximadamente de 300,000 pesos y de tintas de 1'500,000 pesos, información proporcionada por el Ing. José Luis Martínez Juárez, Gerente General de la Empresa.

Se identificó el manejo actual de los residuos de las tintas y lámparas con los encargados del almacén y se pidió la colaboración con las partes involucradas para el traslado de las lámparas y el desecho de los residuos de las tintas, de esta área al centro de acopio.

El personal del centro de acopio debe de tener mucho cuidado al recolectar las lámparas para evitar exposición a compuestos tóxicos, en la recolección de tintas no se presenta mucho peligro ya que sus componentes no son tan agresivos.

Puntos a considerar para la selección de una empresa de servicio de recolección:

- Riesgos hacia los humanos.
- Emisiones de contaminantes al ambiente.
- Costo.

Riesgos hacia los humanos:

Es crucial considerar los riesgos potenciales que puedan afectar a los trabajadores y al personal del centro de acopio durante la manipulación y el transporte de lámparas y tintas. Esto incluye la exposición a compuestos tóxicos, vapores químicos u otros peligros que podrían surgir durante las operaciones de recolección. Es importante buscar empresas que implementen medidas de seguridad adecuadas, proporcionen equipos de protección personal y cuenten con capacitación adecuada para minimizar los riesgos para la salud humana

Emisiones de contaminantes al ambiente:

Otra consideración importante es el impacto ambiental de las operaciones de recolección. Se debe evaluar cómo la empresa gestiona los residuos recolectados y cómo minimiza las emisiones de contaminantes al ambiente durante el transporte y el almacenamiento. Es fundamental buscar empresas que cumplan con las regulaciones ambientales pertinentes, empleen prácticas de gestión de residuos responsables y prioricen la reducción de la huella ambiental en sus operaciones.

Costo:

El costo del servicio de recolección es un factor importante a tener en cuenta, pero debe considerarse en relación con la calidad y la seguridad del servicio ofrecido. Es importante obtener cotizaciones detalladas de varias empresas y comparar los precios junto con otros aspectos, como la experiencia, la reputación y el cumplimiento normativo. Elegir la opción más económica puede no ser la mejor si compromete la seguridad del personal o el cumplimiento ambiental.

11. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para la implementación del proyecto, se dividió en dos fases, la primera fase se enfoca en la identificación y evaluación de los residuos generados y la segunda es la propuesta de opciones de prevención y la contratación de un servicio de recolección.

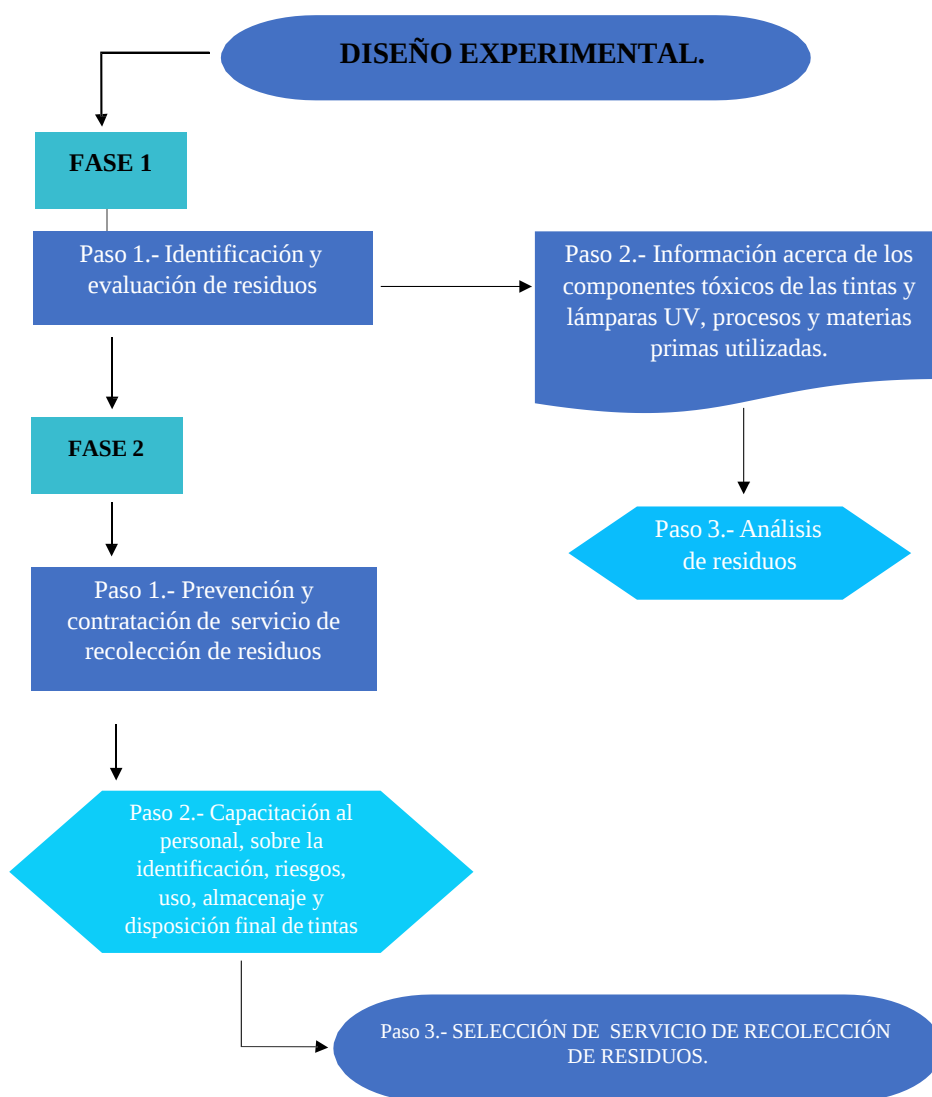


Figura 10. Diagnóstico de Diseño experimental para la identificación, prevención, capacitación al personal y selección de servicio de recolección de residuos.

Elaboración propia.

11.1. Fase I.

Se inició con la recopilación de información acerca de los componentes tóxicos de las tintas y lámparas UV, los procesos que se desarrollan y de las materias primas usadas, de esta forma se pudo realizar el análisis correspondiente de los residuos.

Una dificultad que se presentó para la aplicación del proyecto fue la poca capacitación del personal que manipula las tintas y lámparas UV.

11.2. Fase II.

La segunda fase del trabajo, consistió en brindar una capacitación adecuada al personal acerca de la identificación, uso, almacenaje y disposición final de tintas y lámparas UV y la selección de un servicio de recolección de los residuos generados. (Dicha capacitación se puede encontrar presente en el anexo A).

Los puntos que se consideraron para la gestión de los residuos son:

- La contratación de un servicio externo que se encargue de la recolección, transporte, tratamiento y disposición del residuo.
- La separación de tintas y lámparas para evitar la contaminación de agua y suelos.

Se sugirió lo siguiente para una mejora en el manejo.

- ⇒ Informar a los encargados del manejo de tintas y lámparas UV sobre las formas de exposición a los compuestos tóxicos, los efectos de estos en la salud y los síntomas que pueden presentarse en caso de una exposición.
- ⇒ Hacer hincapié en la prevención de roturas de las lámparas es la medida más eficaz contra la exposición a compuestos tóxicos.
- ⇒ Manejar las lámparas cuidadosamente, teniendo consciencia de su efecto.
- ⇒ Envolver con cinta de aislar para dificultar su ruptura al trasladar las lámparas.

Las tintas no generan riesgo al trasladar sus desechos, pero sí al depositarlas en lugares no adecuados o al manipular los disolventes sin protección personal.

Protocolo sugerido en caso de ruptura de una lámpara

- ⇒ Si una lámpara se rompe la persona encargada del área deberá evacuar inmediatamente a los trabajadores que se encuentren en el lugar y abrir ventanas y puertas para ventilar el área durante 10 minutos antes de proceder a la recogida y limpieza.

- ⇒ No utilizar aspiradoras o escobas para recoger los residuos porque esto puede provocar que el mercurio se divida en partes más pequeñas, esparciéndose y aumentando el riesgo de exposición, además de contaminar el equipo con el que se realiza la limpieza.
- ⇒ Usar guantes de nitrilo para evitar el contacto directo con el mercurio (deben desecharse tras la limpieza de la zona, junto con el resto de los residuos).
- ⇒ Es necesario protegerse las vías respiratorias usando una máscara.

Para proceder a la retirada de los residuos y a la limpieza de la zona se deben seguir las siguientes indicaciones:

- Recoger a mano, los trozos más grandes de vidrio y del casquillo de la lámpara rota (usando guantes para evitar cortes o pinchazos y el contacto con el mercurio) con la ayuda de una espátula de goma, un papel rígido o cartón, etc. y depositarlos en una bolsa de cierre hermético.
- Esparcir en el suelo azufre en polvo de uso comercial para facilitar la visualización del mercurio que cambia de amarillo a marrón y para adherir el mercurio facilitando su eliminación.
- Posteriormente utilizar cinta adhesiva para recoger los pequeños trozos de vidrio y el polvo restante.
- La superficie contaminada deberá ser limpiada con una toalla húmeda de papel.
- Depositar todos los desechos, incluidos los materiales empleados para la limpieza, en una bolsa de plástico de cierre hermético, para desecharlos en el sitio asignado.
- Para finalizar es importante lavarse bien las manos después de realizar las anteriores operaciones. (Educarex, s.f.).

Para recoger el residuo de una lámpara rota, además de seguir las indicaciones mencionadas en el protocolo, es importante contar con los siguientes elementos y consideraciones adicionales:

1. **Recipientes adecuados para el almacenamiento temporal:** Se deben utilizar contenedores herméticos y resistentes a la rotura para almacenar temporalmente los residuos de lámparas rotas. Estos contenedores deben estar etiquetados claramente como "Residuos Peligrosos" y deben mantenerse fuera del alcance del personal no autorizado.
2. **Separación de materiales:** Dado que los residuos de una lámpara rota pueden incluir vidrio, metal y otros materiales, es importante separarlos correctamente para facilitar su tratamiento y disposición final. Se pueden proporcionar recipientes separados para

el vidrio y otros materiales que puedan ser reciclados, y para los residuos contaminados con mercurio, que deben ser tratados como residuos peligrosos.

3. **Disposición final adecuada:** Los residuos de lámparas rotas, especialmente aquellos contaminados con mercurio, deben ser manejados y eliminados por un servicio de recolección especializado en residuos peligrosos. Estos residuos no deben desecharse en vertederos regulares ni en contenedores de basura municipal. En su lugar, deben ser llevados a instalaciones de tratamiento de residuos autorizadas para su eliminación segura y adecuada.
4. **Protección del personal:** Durante el manejo y la eliminación de los residuos, es fundamental que el personal utilice equipo de protección personal apropiado, como guantes de nitrilo, máscaras respiratorias y gafas de seguridad, para evitar la exposición directa a los materiales peligrosos y proteger su salud.

Al tomar estas precauciones y seguir los procedimientos adecuados, se puede garantizar una gestión segura y responsable de los residuos de lámparas UV, minimizando los riesgos para la salud humana y el medio ambiente.

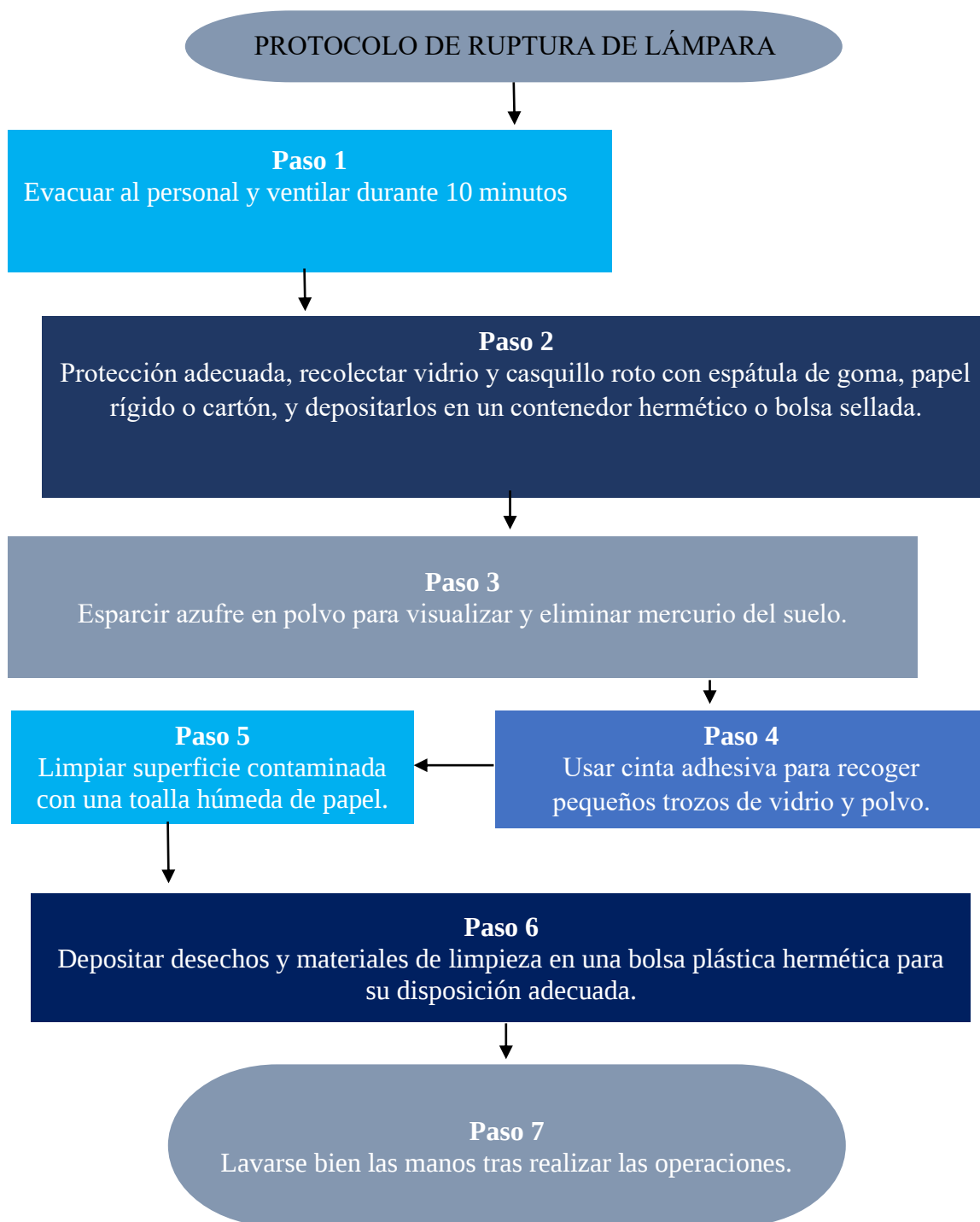


Figura 11. Protocolo de actuación en caso de rotura accidental de lámparas.

(EDUCAREX, s.f.).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

12. RESULTADOS

Los resultados de la búsqueda de empresas arrojaron 5 opciones viables, para el manejo de residuos generados, estas empresas son autorizadas por la SEMARNAT en el rubro 8 Recolección y Transporte de Residuos Peligrosos, y la ubicación es muy favorable, ya que están dentro del rango de la CDMX y Estado de México.

Servicios Externos.

Tabla 2 Listado de servicios Externos para el manejo de los residuos. (SEMARNAT, 2022).

Empresa	Dirección	Municipio	Estado	Teléfono
Renovación Ambiental de México, S.A de C.V.	Calle Porfirio Díaz No. 79 letra D, Col. Urbana Ixhuatepec, C.P. 55349	Ecatepec	México	57144374
EK Ambiental, S.A. de C.V.	Paseo de los Tamarindos No. 400, Piso 23 Poniente, C.P. 05120	Cuajimalpa	Ciudad de México	53126203
Residuos Ecológicos Industriales, S.A. de C.V.	Av. Central Santa Clara No. 269, Col Jardines de Santa Clara, C.P. 55450	Ecatepec	México	57777534
SERCOPSA, S.A. de C.V.	Boulevard Tultitlán Oriente No. 8 Lote 18, Col. Barrio Santiago, C.P. 52650	Tultitlán	México	58684294
Quimigal, S.A. de C.V.	Carretera Tenango-Marquesa Km 21 Col. Santiago Tilpa, C.P. 52650	Tianguistengo	México	7131310707

También se encontró una empresa en la que se incluye el tratamiento de las lámparas, pero la ubicación se sale del rango que la empresa necesita.

Tabla 3 Empresa que se enfoca en el tratamiento de lámparas. (SEMARNAT, 2022).

Empresa	Dirección	Municipio	Estado	Teléfono
Sistema de Tratamiento Ambiental, S.A. de C.V.	Salamanca Poniente S/N, Ciudad Industrial Irapuato 36541, Irapuato, Guanajuato	Irapuato	Guanajuato	4626226047

Contactando a las empresas se obtuvieron las siguientes cotizaciones de sus servicios de recolección y disposición.

Tabla 4 Cotización de empresas.

Empresa	Costo (\$/pza)	Costo por recolección y maniobras (\$/recolección)	Mínimo a recolectar
Renovación Ambiental de México S.A. de C.V.	10	0	50 kg=272 lámparas
EK Ambiental, S.A. de C.V.	3.87	0	100 kg=544 lámparas
Residuos Ecológicos Industriales, S.A. de C.V.	4.85	1950	1 lámpara
SERCOPSA, S.A. de C.V.	5	0	200 lámparas
Sistemas de Tratamiento Ambiental, S.A. de C.V.	12	0	43502 lámparas

Esta información permite a la empresa tomar decisiones informadas sobre la mejor opción para el manejo de sus residuos peligrosos, considerando tanto la ubicación como los costos de los servicios ofrecidos.

13. CONCLUSIONES

El presente proyecto permitió obtener datos importantes con respecto a la manipulación de tintas y lámparas UV en la compañía, dichos hallazgos permitieron generar y definir la problemática inicial, que fue la poca capacitación sobre la manipulación de las tintas y lámparas UV y la adecuada gestión de los residuos generados.

Para el manejo integral de residuos peligrosos de lámparas y tintas UV, se deben considerar las siguientes etapas:

1. **Generación:** En esta etapa se produce la generación de residuos peligrosos de lámparas y tintas UV en actividades como la fabricación, instalación, mantenimiento y desecho de equipos que contienen estas sustancias.
2. **Segregación:** Consiste en separar los residuos peligrosos de lámparas y tintas UV de otros tipos de residuos para su correcta identificación y manejo. Esto puede incluir la separación de lámparas rotas, restos de tinta, envases vacíos, entre otros.
3. **Almacenamiento temporal:** Los residuos peligrosos deben ser almacenados temporalmente en contenedores adecuados y etiquetados correctamente para evitar riesgos para la salud y el medio ambiente. Es importante garantizar que el almacenamiento se realice en áreas designadas y controladas.
4. **Transporte:** Implica el traslado seguro de los residuos peligrosos desde el lugar de generación hasta instalaciones especializadas para su tratamiento o disposición final. Se deben seguir protocolos de transporte específicos y utilizar equipos de protección adecuados.
5. **Tratamiento:** Los residuos peligrosos de lámparas y tintas UV pueden ser sometidos a diferentes procesos de tratamiento, como descontaminación, neutralización, incineración o reciclaje, dependiendo de su composición y características.
6. **Reciclaje:** Cuando sea posible, se deben recuperar los materiales valiosos de las lámparas y tintas UV para su reutilización o reciclaje. Por ejemplo, los materiales como el vidrio de las lámparas o ciertos componentes de las tintas pueden ser reciclados para reducir la cantidad de residuos generados.
7. **Disposición final:** Los residuos peligrosos que no puedan ser tratados o reciclados deben ser eliminados de manera segura y ambientalmente adecuada. Esto puede incluir su disposición en rellenos sanitarios especialmente diseñados o su tratamiento en instalaciones de incineración controlada.

Estas etapas son fundamentales para garantizar un manejo integral y seguro de los residuos peligrosos de lámparas y tintas UV, minimizando los riesgos para la salud humana y el medio ambiente.

El problema alarmante no radica solo en el peligro de una lámpara o de cantidades en volumen pequeño de tintas, sino en los millones de lámparas y tintas que se utilizan en el sector industrial, lo que conlleva a volúmenes muy altos de distribución y consecuencias potencialmente fatales. Aunque nuestra investigación reveló que, debido a nuestro bajo volumen de residuos, no es necesario adquirir una planta de trituración ni una de separación de desechos, dado que el costo no sería rentable, concluimos que lo más viable sería transportarlos a un centro de acopio especializado en este tipo de residuos.

En términos económicos a corto plazo, la contratación de un servicio externo, como un centro de acopio, resulta la alternativa más viable. Esta opción nos permite concentrarnos en nuestra actividad principal sin incurrir en costos adicionales por instalaciones y equipos especializados, lo que nos ahorra tiempo y recursos valiosos. Además, al externalizar la gestión de residuos, podemos aprovechar la experiencia y la infraestructura existente del centro de acopio, lo que garantiza una disposición adecuada de los residuos y reduce el riesgo de incumplimiento normativo.

La recolección anual sugerida es ventajosa, aconsejable e indispensable para nuestros costos, ya que nos permite cumplir con nuestras obligaciones legales y ambientales como generador de residuos, sin comprometer nuestra eficiencia operativa. Al externalizar esta función, también reducimos nuestra responsabilidad y exposición a posibles sanciones por un manejo inadecuado de los residuos, lo que protege nuestra reputación y nuestra viabilidad a largo plazo.

Es importante destacar que, al optar por la contratación de un servicio externo de recolección de residuos peligrosos, estamos invirtiendo en la seguridad y el bienestar de nuestro personal y del medio ambiente. Además, al colaborar con un centro de acopio especializado, contribuimos al desarrollo sostenible y a la protección de la salud pública, lo que refuerza nuestra responsabilidad social corporativa y nuestra imagen como empresa comprometida con la sostenibilidad.

Esta revisión enfatiza las ventajas económicas, operativas y ambientales de la contratación de un servicio externo de recolección de residuos peligrosos, destacando cómo esta opción beneficia a la empresa en términos de eficiencia, cumplimiento normativo, responsabilidad social y protección del medio ambiente.

14. COMPETENCIAS DESARROLLADAS

- Analizar, aplicar, proponer y gestionar procesos de diseño de Ingeniería que resulten en proyectos sustentables que cumplen las necesidades o requerimientos especificados. Mediante la aplicación de un diseño experimental que ayude a regular el manejo de residuos y desechos tóxicos en las tintas y lámparas ultravioleta.
- Comunicar de manera efectiva, oral y escrita a diferentes audiencias, los conocimientos obtenidos de manera individual y mediante el trabajo en equipo de forma eficaz y eficiente. Llevando a cabo una capacitación al personal sobre el equipo de protección personal y como usarlo de manera adecuada.
- Promover y proteger la integridad y la salud de los trabajadores, generando acciones de prevención y control de accidentes y/o enfermedades de trabajo, gestionando los factores laborales y ambientales a los que están expuestos los trabajadores en diversas áreas, como tratamiento de aguas, gestión de residuos, contaminación de suelos y contaminación atmosférica. Desarrollando una gestión adecuada de los residuos tóxicos y priorizando el conocimiento del uso correcto del equipo de protección personal e implementando un protocolo en caso de la ruptura de una lámpara ultravioleta.
- Aplicar Sistemas de Gestión Ambiental de acuerdo con la normatividad nacional e internacional vigente, con responsabilidad y compromiso en la protección ambiental en las empresas y en la gestión de proyectos, involucrando las tres áreas más significativas: suelo, agua y aire. Se realizó la investigación adecuada en base a la normatividad aplicable para la clasificación de los residuos peligrosos y a los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y bienes nacionales, así como el uso de la normatividad pertinente para la seguridad de los trabajadores

15. FUENTES DE INFORMACIÓN

- (2012).[https://scholar.google.com.mx/scholar?q=\(Hu+et+al.,+2012\)&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholart](https://scholar.google.com.mx/scholar?q=(Hu+et+al.,+2012)&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholart)
- Aire Care de México. (s.f.). Lámparas Ultravioleta. Recuperado el 17 de agosto de 2023, de <https://lamparasultravioleta.mx/>
- Alfinal.com. (2012). Mercurio. <http://www.alfinal.com/monografias/mercurio.php>
- Amazon. (s.f.). Amazon.com.mx. <https://www.amazon.com.mx/Truper-LEN-2000-Seguridad-Ajustables-Transparentes/dp/B00UY24J2O>
- ATSDR EN ESPAÑOL. (6 de MAYO de 2016). Resúmenes de Salud Pública - Cloruro de vinilo (Vinyl Chloride). https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs20.html
- BANK, T. W. (2010). África - Estudio sobre la gestión de residuos de lámparas que contienen mercurio en el África subsahariana. <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/343511468115472261/africa-study-of-mercury-containing-lamp-waste-management-in-sub-saharan-africa>
- Baransu. (11 de noviembre de 2014). El Formaldehído en la madera. <http://baransu.net/el-formaldehido-en-la-construccion/>
- Brisco gasolineras. (2023). overol industrial. <https://uniformeparagasolineras.com/products/copia-de-overol-industrial-502>
- Cabrera, L. (23 de 11 de 2023). Tintas soporte . Expertos en gran formato: <https://www.tintasysoporte.com/lamparas-u-v>
- Cámara de Diputados H. Congreso de la Unión. (2023, 06, junio). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Recuperado el 24 de agosto de 2023
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2014, 14, noviembre). REGLAMENTO FEDERAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO. Diario Oficial de la Federación. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla/n152.pdf>
- Cámara de Diputados del H. congreso de la Unión. (2014, 25, agosto). Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LAN_250814.pdf

- Cámara de diputados del H. Congreso de la Unión. (2014, 31, octubre). REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE. Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGPGIR_311014.pdf
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2023, 08, mayo). CÓDIGO PENAL FEDERAL. Diario Oficial de la Federación. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPF.pdf>
- CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN. (2023, 08, mayo). Ley general de equilibrio ecológico y protección al ambiente. Diario Oficial de la Federación. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf>
- Cámara de Diputados H. Congreso de la Unión. (2023, 06, julio). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Diario Oficial de la Federación. 2023, <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf>
- Camara de Diputados H. Congreso de la Unión. (2023, 08, mayo). LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS. Diario Oficial de la Federación. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf>
- Cámara de Diputados H. Congreso de la Unión. (2023, 29, mayo). LEY GENERAL DE SALUD. Diario Oficial de la Federación. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGS.pdf>
- Coppel. (2023). <https://www.coppel.com/dispensadora-guantes-de-nitrilo-bluzen-color-negro-con-100-piezas-talla-m-mkp-26521004>
- EDUCAREX. (s.f.). PROTOCOLO DE ACTUACIÓN EN CASO DE ROTURA ACCIDENTAL DE LÁMPARAS QUE CONTENGAN MERCURIO. https://www.educarex.es/pub/cont/com/0055/documentos/10_Informaci%C3%B3n/02_Fichas_generales/Actuacion_rotura_lamparas_con_mercurio.pdf
- educarex.es. (s.f.). Protocolo de Actuación en caso de Rotura Accidental de Lámparas.
- EPA United States Protection Agency. <https://www.epa.gov/mercury/health-effects-exposures-mercury>
- Etence. (2021). <https://concepto.de/quienes-somos/>
- EXPERTOS EN GRAN FORMATO. (23 de octubre de 2018). Lámparas U.V. Recuperado el 2023, de <https://www.tintasysoporte.com/lamparas-u-v>

- Gobierno de México. (2008). NORMA Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2008 Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.
- Gobierno de México. (27 de julio de 2022). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales . <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/empresas-autorizadas-para-el-manejo-de-residuos-peligrosos>
- Gobierno de México. (2022, 11, marzo). NOM-001-SEMARNAT-2021. <https://www.gob.mx/semarnat/prensa/se-publica-nom-001-semarnat-2021-que-establece-limites-de-contaminantes-en-descargas-de-aguas-residuales#:~:text=La%20NOM%2D001%2DSEMARNAT%2D2021%20actualiza%20la%20Norma%20Oficial,esta%20%C3%BAltima%20ya%20no%20cumpl%C3>
- Google Maps. (s.f). <https://www.google.com/maps/search/Aquiles+Serd%C3%A1n+sector+38,+manzana+122,+lote+16-1,+H%C3%A9roes+Tec%C3%A1mac/@19.5649803,-99.2712977,11z/data=!3m1!4b1?entry=ttu>
- GUTIERREZ, M. T. (2002). "REMOCIÓN DE METALES PESADOS DEL AGUA POR MINERAL ZEOLITICO QUIMICAMENTE MODIFICADO MERCURIO COMO UN CASO PARTICULAR (TESIS DE MAESTRÍA, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO). Repositorio digital. <https://www.osti.gov/etdeweb/servlets/purl/20273613>
- Koloronline. (2023). ¿Qué sabemos de las Tintas UV, Ultravioletas y de sus impresoras? <https://www.koloronline.es/tintas-uv-2/>
- Liset Angulo Abreo, M. R. (2006). ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE LÁMPARAS FLUORESCENTES DE TUBO DESECHADAS, 2006 (Tesis de doctor, Universidad de La Salle de Bogotá). Repositorio digital. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1561&context=ing_ambiental_sanitaria
- McCrum, N. G. (2011). Principles of Polymer Engineering. Obtenido de https://books.google.com.mx/books?id=UX-sAQAAQBAJ&printsec=frontcover&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Mora, K. L. (2012). "Diagnostico y Evaluación Experimental del Tratamiento de Lamparas Fluorecentes" [Tesis de Licenciatura, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio institucional.

- National Library Of Medicine. (2012). Riesgo de mercurio procedente de lámparas fluorescentes en China: situación actual y perspectiva futura. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22321538/>
- OMS. (2024). world Health Organization. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mercury-and-health>
- PNUMA. (2002). https://saludsindanio.org/sites/default/files/documents-files/1401/Evaluacion_Mundial_Mercurio.pdf.
- Proimpel. (9 de Febrero de 2022). Materiales sostenibles en la industria gráfica: tintas. <https://www.proimpel.es/blog/artes-graficas-tintas-sostenibles/>
- Proimpel. (9 de febrero de 2022). Materiales sostenibles en la industria gráfica: tintas. <https://www.proimpel.es/blog/artes-graficas-tintas-sostenibles/>
- Pubhtml5, Martha Patricia Cuautle Flores. (24 de julio de 2022). “Gestión de Residuos Peligrosos Generados en el Taller Eléctrico del Complejo Procesador de Gas Nuevo Pemex. <https://pubhtml5.com/thnx/weop/basic/>
- Quimica.es. (2017). monómero. <https://www.quimica.es/enciclopedia/Mon%C3%B3mero.html>
- Químicos, P. P. (2002). Evaluación Mundial Sobre el Mercurio. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- RESTREPO, J. O. (2002). LIBRO MERCURIO-OK-ULTIMO SOLO. https://rds.org.co/apc-aa-files/ba03645a7c069b5ed406f13122a61c07/lado_gris_mineria_oro_colombia.pdf
- Safetyculture. (01 de 09 de 2023). safetyculture.com.
- SEGOB. (1969, 31, diciembre). NOM-018-STPS-2000. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2062745&fecha=31/12/1969#gsc.tab=0
- SEGOB. (1993, 07, abril). Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos. Diario Oficial de la Federación. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4728441&fecha=07/04/1993#gsc.tab=0
- SEMARNAT. (2006. noviembre). Compendio de Estadísticas Ambientales edición 2015. https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio_2015/dgeiawf.semarnat.gob.mx_8080/ibi_apps/WFServlet10ea.html#:~:text=Secretar%C3%ADa%20de%20Me

dio%20Ambiente%20y%20Recursos%20Naturales%2C%20Norma%20Oficial%20Mexicana,.dof.gob.mx.

SEMARNAT. (27 de julio de 2022). Gobierno de Mexico.
<https://www.gob.mx/semarnat/documentos/empresas-autorizadas-para-el-manejo-de-residuos-peligrosos>

subsahariana, Á. -E. (2012). Modelo de Gestión de Pasivos Ambientales de Lámparas de Sodio y Mercurio [Tesis de Grado, Universidad Politécnica Nacional]. Recuperado el 16 de 09 de 2023

Tintas soporte. (23 de octubre de 2018). Lámparas U.V. (N. Daza, Editor)
<https://www.tintasysoporte.com/lamparas-u-v>

UNEP. (25 de 06 de 2024). UN Environment Programme.
<https://www.unep.org/topics/chemicals-and-pollution-action/pollution-and-health/heavy-metals/mercury/global-mercury-2>

VÉRTICE INDUSTRIAL. (2023). Protección respiratoria.
<https://verticeindustrial.mx/producto/mascarilla-82100-3m/>

16. ANEXOS

ANEXO A *Capacitación sobre el uso del equipo de protección personal o E.P.P.*

Capacitación sobre el uso del equipo de protección personal o E.P.P.



EL EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL O EPP

Son equipos, piezas o dispositivos que evitan que una persona tenga contacto directo con los peligros de ambientes riesgosos, los cuales pueden generar lesiones y enfermedades.



Figura 12. *Presentación de equipo de protección personal.* Elaboración propia.

La Normas Oficiales donde establece criterios para el uso del EPP son 017, 113, 023 y 026 reguladas por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

Para el empleo del EPP se recomienda lo siguiente:

- El EPP debe ser personal
- Las tallas deben ser apropiadas con el tamaño del usuario
- Siempre usar el EPP en caso de riesgo
- Los elementos deben mantenerse en buenas condiciones



CLASIFICACIÓN DE EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

PROTECCIÓN A LA CABEZA.

- Los elementos de protección a la cabeza, básicamente se reducen a los cascos de seguridad.
- Los cascos de seguridad proveen protección contra casos de impactos y penetración de objetos que caen sobre la cabeza.
- Los cascos de seguridad también pueden proteger contra choques eléctricos y quemaduras.



PROTECCIÓN DE OJOS Y CARA.

- Todos los trabajadores que ejecuten cualquier operación que pueda poner en peligro sus ojos, dispondrán de protección apropiada para estos órganos.
- Los anteojos protectores para trabajadores ocupados en operaciones que requieran empleo de sustancias químicas corrosivas o similares, serán fabricados de material blando que se ajuste a la cara, resistente al ataque de dichas sustancias.
- Para casos de desprendimiento de partículas deben usarse lentes con lunas resistentes a impactos.
- Para casos de radiación infrarroja deben usarse pantallas protectoras provistas de filtro.
- También pueden usarse caretas transparentes para proteger la cara contra impactos de partículas.

Figura 13. Normas Oficiales Mexicanas, reguladas por la Secretaría de Trabajo y Previsión Social (STPS). Y clasificación de equipo de protección personal.

PROTECCIÓN A LA CARA: SON ELEMENTOS DISEÑADOS PARA LA PROTECCIÓN DE LOS OJOS Y CARA, DENTRO DE ESTOS TENEMOS:

- Mascaras con lentes de protección (mascaras de soldador), están formados de una mascara provista de lentes para filtrar los rayos ultravioletas e infrarrojos.
- Protectores faciales, permiten la protección contra partículas y otros cuerpos extraños. Pueden ser de plástico transparente, cristal templado o rejilla metálica.



PROTECCIÓN DE LOS OÍDOS.

- Cuando el nivel del ruido exceda los 85 decibeles, punto que es considerado como límite superior para la audición normal, es necesario dotar de protección auditiva al trabajador.
- Los protectores auditivos, pueden ser: tapones de caucho o orejeras (auriculares).
- Tapones, son elementos que se insertan en el conducto auditivo externo y permanecen en posición sin ningún dispositivo especial de sujeción.
- Orejeras, son elementos semiesféricos de plástico, rellenos con absorbentes de ruido (material poroso), los cuales se sostienen por una banda de sujeción alrededor de la cabeza.



PROTECCIÓN RESPIRATORIA.

- Ningún respirador es capaz de evitar el ingreso de todos los contaminantes del aire a la zona de respiración del usuario. Los respiradores ayudan a proteger contra determinados contaminantes presentes en el aire, reduciendo las concentraciones en la zona de respiración por debajo del TLV u otros niveles de exposición recomendados. El uso inadecuado del respirador puede ocasionar una sobre exposición a los contaminantes provocando enfermedades o muerte.

LIMITACIONES GENERALES DE SU USO.

- Estos respiradores no suministran oxígeno.
- No los use cuando las concentraciones de los contaminantes sean peligrosas para la vida o la salud, o en atmósferas que contengan menos de 16% de oxígeno.
- No use respiradores de presión negativa o positiva con máscara de ajuste facial si existe barbas u otras porosidades en el rostro que no permita el ajuste hermético.

TIPOS DE RESPIRADORES.

- Respiradores de filtro mecánico: polvos y neblinas.
- Respiradores de cartucho químico: vapores orgánicos y gases.
- Máscaras de depósito: Cuando el ambiente esta viciado del mismo gas o vapor.
- Respiradores y máscaras con suministro de aire: para atmósferas donde hay menos de 16% de oxígeno en volumen.



Figura 14. Protección de cara, oídos, respiratoria, tipos de respiradores y limitaciones generales de su uso.

PROTECCIÓN DE MANOS Y BRAZOS.

- Los guantes que se doten a los trabajadores, serán seleccionados de acuerdo a los riesgos a los cuales el usuario este expuesto y a la necesidad de movimiento libre de los dedos.
- Los guantes deben ser de la talla apropiada y mantenerse en buenas condiciones.
- No deben usarse guantes para trabajar con o cerca de maquinaria en movimiento o giratoria.
- Los guantes que se encuentran rotos, rasgados o impregnados con materiales químicos no deben ser utilizados.



TIPOS DE GUANTES.

- Para la manipulación de materiales ásperos o con bordes filosos se recomienda el uso de guantes de cuero o lona.
- Para revisar trabajos de soldadura o fundición donde haya el riesgo de quemaduras con material incandescente se recomienda el uso de guantes y mangas resistentes al calor.
- Para trabajos eléctricos se deben usar guantes de material aislante.
- Para manipular sustancias químicas se recomienda el uso de guantes largos de hule o de neopreno.

PROTECCIÓN DE PIES Y PIERNAS

- El calzado de seguridad debe proteger el pie de los trabajadores contra humedad y sustancias calientes, contra superficies ásperas, contra pisadas sobre objetos filosos y agudos y contra caída de objetos, así mismo debe proteger contra el riesgo eléctrico.

CINTURONES DE SEGURIDAD PARA TRABAJO EN ALTURA.

- Son elementos de protección que se utilizan en trabajos efectuados en altura, para evitar caídas del trabajador.
- Para efectuar trabajos a más de 1.8 metros de altura del nivel del piso se debe dotar al trabajador de:
 - Cinturón o Arnés de Seguridad enganchados a una línea de vida.



TIPOS DE CALZADO.

- Para trabajos donde haya riesgo de caída de objetos contundentes tales como lingotes de metal, planchas, etc., debe dotarse de calzado de cuero con puntera de metal.
- Para trabajos eléctricos el calzado debe ser de cuero sin ninguna parte metálica, la suela debe ser de un material aislante.
- Para trabajos en medios húmedos se usarán botas de goma con suela antideslizante.
- Para trabajos con metales fundidos o líquidos calientes el calzado se ajustará al pie y al tobillo para evitar el ingreso de dichos materiales por las ranuras.
- Para proteger las piernas contra la salpicadura de metales fundidos se dotará de polainas de seguridad, las cuales deben ser resistentes al calor.

Figura 15. Protección de manos y brazos, tipos de guantes, protección de pies y piernas, tipos de calzado y cinturones de seguridad para trabajo en alturas.

ROPA DE TRABAJO.

- Cuando se seleccione ropa de trabajo se deberán tomar en consideración los riesgos a los cuales el trabajador puede estar expuesto y se seleccionará aquellos tipos que reducen los riesgos al mínimo.

RESTRICCIONES DE USO.

- La ropa de trabajo no debe ofrecer peligro de engancharse o de ser atrapado por las piezas de las máquinas en movimiento.
- No se debe llevar en los bolsillos objetos afilados o con puntas, ni materiales explosivos o inflamables.
- Es obligación del personal el uso de la ropa de trabajo dotado por la empresa mientras dure la jornada de trabajo.

ROPA PROTECTORA.

- Es la ropa especial que debe usarse como protección contra ciertos riesgos específicos y en especial contra la manipulación de sustancias cáusticas o corrosivas y que no protegen la ropa ordinaria de trabajo.

TIPO DE ROPA PROTECTORA.

- Los vestidos protectores y capuchones para los trabajadores expuestos a sustancias corrosivas u otras sustancias dañinas serán de caucho o goma.
- Para trabajos de función se dotan de trajes o mandiles de asbesto y últimamente se usan trajes de algodón aluminizado que refracta el calor.
- Para trabajos en equipos que emiten radiación (rayos x), se utilizan mandiles de plomo.

**VENTAJAS Y LIMITACIONES DE LOS E.P.P.****VENTAJAS**

- Rapidez de su implementación.
- Gran disponibilidad de modelos en el mercado para diferentes usos.
- Fácil visualización de sus usos.
- Costo bajo, comparado con otros sistemas de control.
- Fáciles de usar.

Figura 16. Ropa de trabajo, ropa protectora, tipos de ropa protectora, restricciones de su uso y ventajas y limitaciones de los equipos de protección personal.

DESVENTAJAS.

- Crean una falsa sensación de seguridad: pueden ser sobrepasados por la energía del contaminante o por el material para el cual fueron diseñados.
- Hay una falta de conocimiento técnico generalizada para su adquisición.
- Necesitan un mantenimiento riguroso y periódico.
- En el largo plazo, presentan un costo elevado debido a las necesidades, mantenciones y reposiciones.
- Requieren un esfuerzo adicional de supervisión



Para que los elementos de protección personal resulten eficaces se deberá considerar lo siguiente:

- Entrega del protector a cada usuario.
- Le responsabilidad de la empresa es proporcionar los EPP adecuados; la del trabajador es usarlos. El único EPP que sirve es aquel que ha sido seleccionado técnicamente y que el trabajador usa durante toda la exposición al riesgo.
- Capacitación respecto al riesgo que se esta protegiendo.
- Responsabilidad de la línea de supervisión en el uso correcto y permanente de los EPP.
- Es fundamental la participación de los supervisores en el control del buen uso y mantenimiento de los EPP. El supervisor debe dar el ejemplo utilizándolos cada vez que este expuesto al riesgo.



Figura 17. Desventajas de los equipos de protección personal.

ANEXO B.*Fotografías*

Figura 18. Lámpara en unidad UV. Elaboración propia.



Figura 19. Lámpara en unidad UV. Elaboración propia.

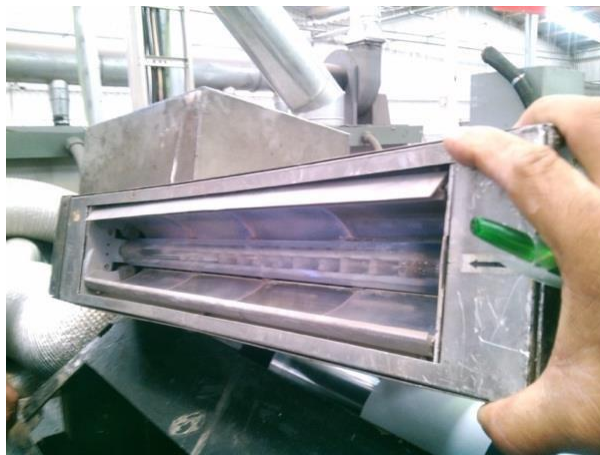


Figura 20. Evaluación de unidad UV. Elaboración propia.



Figura 21. Controlador UV para el secado de tintas. Elaboración propia.



Figura 22. Segundo controlador de lámparas UV en proceso. Elaboración propia.



Figura 23. Toma de medida de conector de lámpara UV. Elaboración propia.



Figura 24. *Evaluación de lámpara UV.* Elaboración propia.



Figura 25. *Comparación de lámparas UV.* Elaboración propia.



Figura 26. *Medición de conector de lámpara UV. Elaboración propia.*



Figura 27. Almacenamiento temporal de tintas UV. Elaboración propia.

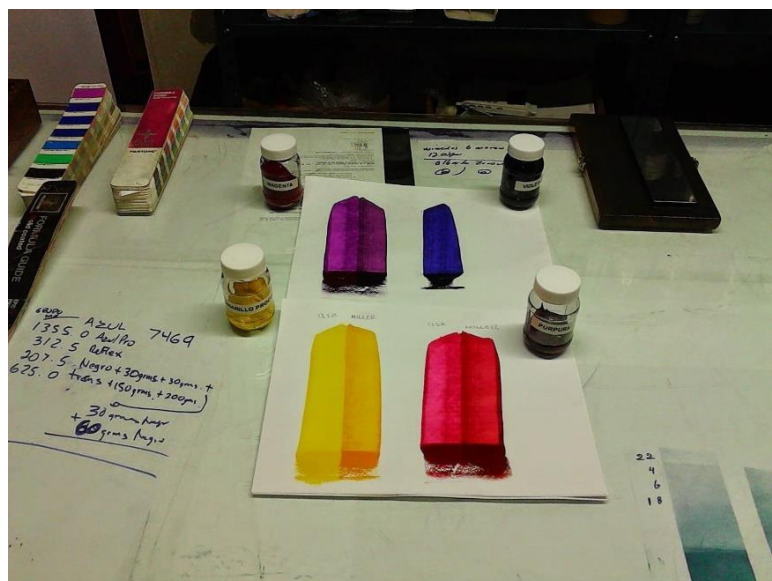


Figura 28. Prueba de color de tintas UV. Elaboración propia.



Figura 29. Prueba e igualación de tintas UV. Elaboración propia.



Figura 30. *Muestras y disolventes para tintas UV.* Elaboración propia.



Figura 31. *Almacenamiento de tintas UV e insumos.* Elaboración propia.



Figura 32. *Máquina en proceso.* Elaboración propia.



Figura 33. *Entrega y evaluación de tintas.* Elaboración propia.



Figura 34. *Máquina de impresión UV en la compañía Quaker state.* Elaboración propia.



Figura 35. *Prueba de calidad e igualación de tintas UV.* Elaboración propia.



Figura 36. *Residuos sólidos peligrosos.* Elaboración propia.



Figura 37. *Envases vacíos de materias primas.* Elaboración propia.

ANEXO C.

Carta de autorización para titulación

SATC

Carta de autorización para titulación

Opción: Informe Técnico de Residencias
Profesionales

Coacalco de Berriozábal, a 24 de mayo del año 2023

ING ISRAEL ZERMEÑO CABALLERO
JEFE DE DIVISIÓN DE INGENIERÍA AMBIENTAL
TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO
PRESENTE

Por medio de la presente, yo, ING. JOSÉ LUIS MARTÍNEZ JUÁREZ, gerente general de la empresa SISTEMAS AVANZADOS EN TINTAS, COMPUTO S.A. DE C.V., autorizo el uso de información al C. EDITH ITZEL MARTÍNEZ AMARANTO, estudiante del Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco, con número de matrícula 201720769 de la carrera de INGENIERÍA AMBIENTAL, quien culminó de manera satisfactoria su Residencia Profesional con el proyecto denominado "MANEJO DE RESIDUOS Y DESECHOS TÓXICOS EN TINTAS Y LÁMPARAS UV, Durante el período que comprende del 05 de septiembre de 2022 al 05 de enero de 2023.

Sin otro particular, quedo a sus apreciables órdenes.

ATENTAMENTE



ING. JOSÉ LUIS MARTÍNEZ JUÁREZ
GERENTE GENERAL

Calle Aquiles Serdán Sector 38 Mz. 122, Lote 16 Casa I Los Héroes Tecámac
C.P. 55060 Edo. Mex. Tel. 1313.193) ó 1163.7086 Cel. 5547782602ioseluis.rnmsatc.mx