

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

CAMPUS CD. JUÁREZ

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



**“DETERMINACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL ÁREA DE CORTE EN UN
PROCESO INDUSTRIAL DE VESTIDURAS AUTOMOTRICES MEDIANTE
SIMULACIÓN”**

TESIS

QUE PRESENTA

MA. DOLORES ARROYO MENDOZA

COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

CD. JUÁREZ, CHIH.

NOVIEMBRE DE 2022



Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

**EDUARDO RAFAEL POBLANO OJINAGA
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
P R E S E N T E.**

Por medio de la presente se hace constar que la tesis denominada **"DETERMINACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL ÁREA DE CORTE EN UN PROCESO INDUSTRIAL DE VESTIDURAS AUTOMOTRICES MEDIANTE SIMULACIÓN"**, presentado por el(la) alumno(a) **C. MA. DOLORES ARROYO MENDOZA** con número de control **M20112711**, para obtener el grado de Maestro(a) en el programa de Maestría en Ingeniería Industrial, ha sido revisada y aprobada en su forma y contenido por los suscritos, por lo que no existe ningún inconveniente para la impresión de la misma.

Se extiende la presente constancia a petición de él(la) interesado(a) y para los fines legales que a él(ella) convengan, en Ciudad Juárez, Chihuahua, a los catorce días del mes de noviembre del año dos mil veintidós.

ATENTAMENTE

"Excelencia en Educación Tecnológica"

**ADÁN VALLES CHÁVEZ
DIRECTOR**

**MIRELLA PARADA GONZÁLEZ
CO-DIRECTORA**

**ARTURO WOOCAY PRIETO
REVISOR**

**ROSA MARÍA REYES MARTÍNEZ
REVISORA**

C.p. División de Estudios de Posgrado e Investigación
Alumno(a)





Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

Ciudad Juárez, Chihuahua, **14/noviembre/2022**

Oficio N°: DEPI/053/2022

Asunto: Autorización de Impresión de Tesis

**C. MA. DOLORES ARROYO MENDOZA
CANDIDATO(A) AL GRADO DE MAESTRO(A) EN
MAESTRÍA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
P R E S E N T E.**

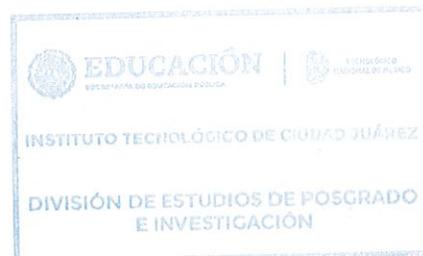
Por este conducto, tengo el agrado de comunicarle que el Comité Tutorial asignado a su trabajo de tesis titulado **"DETERMINACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL ÁREA DE CORTE EN UN PROCESO INDUSTRIAL DE VESTIDURAS AUTOMOTRICES MEDIANTE SIMULACIÓN"** ha informado a esta División de Estudios de Posgrado e Investigación, que está de acuerdo con el trabajo presentado. Por lo anterior se le autoriza se proceda con la **IMPRESIÓN DEFINITIVA DE SU TRABAJO DE TESIS.**

Esperando que el logro del mismo sea acorde con sus aspiraciones profesionales, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®

**EDUARDO RAFAEL POBLANO OJINAGA
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**



C.c.p. Departamento de Servicios Escolares
División de Estudios Profesionales

ERPO/dmsp



TEC DE JUÁREZ
Forjando el futuro,
mejorando vidas.



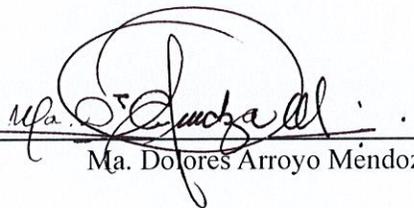
Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

División de Estudios de Posgrado e Investigación

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de Juárez, Chihuahua; siendo el día 7 del mes de **noviembre** del año **2022**, la que suscribe C. **Ma. Dolores Arroyo Mendoza** alumna del Programa de **Maestría en Ingeniería Industrial**, con número de control M20112711, adscrito(a) a la **División de Estudios de Posgrado e Investigación**, manifiesto(a) que es la autora intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del **Dr. Adán Valles Chávez** y cede los derechos del trabajo titulado “DETERMINACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL ÁREA DE CORTE EN UN PROCESO INDUSTRIAL DE VESTIDURAS AUTOMOTRICES MEDIANTE SIMULACIÓN”, al Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso de la autora y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a las siguientes direcciones **ma.am@itcj.edu.mx**. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.



Ma. Dolores Arroyo Méndez

DEDICATORIA

A mi familia en especial a mi esposo Mateo por su motivación, amor y ejemplo de superación constante; a mis hijos Brenda Eunice, Ramses y José Arturo por inspirarme a ser mejor cada día.

A mis padres por inculcarme a no claudicar.

A mis hermanos Arturo, Marisela, Yolanda, Humberto, Lupe y Santiago por su ejemplo de perseverancia y éxito.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por nunca soltarme de su mano.

Agradezco a CONACYT por el apoyo económico brindado durante la realización de este proyecto.

Al Tecnológico Nacional de México Campus Ciudad Juárez, así como al departamento de Posgrado por darme la oportunidad de superarme.

A mi Director de Tesis Doctor Hugo Francisco López Herrera por su apoyo y paciencia en el desarrollo de esta investigación.

A mi otro Director de Tesis Doctor Adán Valles Chávez por su apoyo y revisión de esta.

Al Doctor Jorge de la Riva Rodríguez por su apoyo en la estructura de esta.

A mi comité de Maestría; Doctor Arturo Woocay Prieto, Maestra Mirella Parada González y Doctora Rosa María Reyes Martínez por sus comentarios para mejorar esta investigación.

A mis Maestros que innovaron en sus clases a distancia por la pandemia.

A la Maestra María Concepción Fuentes Morales por su apoyo y motivación.

A la Ing. Karen Calderón por su amistad y apoyo.

A mis compañeros, Lupita Villa, Selene Portillo y Aarón Sánchez por su amistad y compañerismo.

RESUMEN

Se desarrolló la presente propuesta con el objetivo de determinar la cantidad de residuos sólidos en una industria manufacturera de vestiduras automotrices. Es muy importante y decisivo medir la cantidad de residuos por los diferentes problemas que ocasiona que pueden ir desde económicos, mano de obra, tiempo, legal y ecológico, entre otros. Al mismo tiempo se puede prevenir y/o disminuir la generación de residuos sólidos. (López, 2017)

De acuerdo a SEMARNAT el estado de Chihuahua está dentro de los primeros diez estados en generación de residuos en el año 2020, en Ciudad Juárez estos residuos fueron producidos principalmente por las industrias Nogalera, de Madera y de Manufactura. (Semarnat, 2015)

Para este estudio se utilizó la herramienta de Simulación Extend con la cual se desarrolló un modelo dinámico que representó la producción de la planta de modo virtual sin afectar el proceso productivo. La simulación del modelo que se realizó fue de un proceso de manufactura de vestiduras automotrices en particular del área de corte. Para determinar los residuos sólidos en este proceso, se emplearon variables determinadas como la cantidad de tela, y la cantidad manufacturada de vestiduras automotrices a medida que avanza el tiempo en 3 tipos o modelos de vestidura.

Los resultados obtenidos fueron muy cercanos a la realidad, por lo cual al tener una cantidad pronosticada de residuos sólidos se puede programar una solución a su disposición correcta, además de tener la posibilidad de disminuir su generación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes.....	3
1.1.1. Utilización de las Herramientas de Simulación	3
2. PLANTEAMIENTO GENERAL DEL PROBLEMA.....	5
2.1. Descripción del Problema.....	5
2.2. Pregunta de Investigación.....	5
2.3. Hipótesis	6
2.4. Objetivos.....	6
2.4.1. Objetivo General.....	6
2.4.2. Objetivo Específico.....	6
2.5. Justificación	7
2.6. Delimitación	7
3. MARCO TEÓRICO.....	8
3.1. Antecedentes de la Manufactura de Vestiduras Automotrices.....	8
3.1.1. Proceso de Manufactura de Vestiduras Automotrices	10
3.2. Antecedentes del Efecto del Crecimiento Industrial en cuanto al Medio Ambiente.....	20
3.3. Contaminación Ambiental.....	21
3.3.1. Tipos de Contaminación Ambiental	22
3.4. Residuos.....	24
3.4.1. Características de los Residuos.....	25
3.4.2. Medidas y Responsabilidades para Disposición de Desechos	29
3.5. Reducción de Residuos.....	30
3.5.1. ¿Por qué es Importante Reducir los Residuos?.....	31
3.5.2. Beneficios por la Práctica de Reducir los Residuos.....	31
3.6. Tecnologías Verdes o Limpias	32
3.6.1. Identificación de una Tecnología Verde o Limpia	33

3.6.2.	Beneficios de Utilizar Tecnologías Verdes o Limpias	33
3.7.	Legislación Ambiental en México.....	36
3.8.	Sistemas de Simulación	39
3.8.1.	Tipos de Simulación	41
4.	MATERIALES Y MÉTODOS	43
4.1.	Materiales.....	43
4.2.	Metodología	44
4.2.1.	Proceso antes del Experimento	44
4.2.2.	Recolección de Datos.....	44
5.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	57
6.	CONCLUSIONES	62
6.1.	Recomendaciones	63
7.	REFERENCIAS.....	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Los Estados que Más Residuos Sólidos Urbanos Generaron en el Año 2020...	26
Tabla 5.1 Datos de las Variables Parte: A173040EL8MMTG	59
Tabla 5.2 Datos de las Variables Parte: M1G4FJQZEEAA600R62	60
Tabla 5.3 Datos de las variables parte: M2GPKD3PTHER600R59.....	61
Tabla 6.1 Resultado de la Simulación Realizada a 3 Modelos de Vestiduras.	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 Ilustración de Asientos del Corvette 70 Aniversario Modelo 2023.	10
Figura 3.2 Rollos de Tela que Utilizarán para el Corte	11
Figura 3.3 Datos que Contienen los Patrones del Modelo de la Vestidura a Cortar.....	12
Figura 3.4 Almacén de Datos.....	13
Figura 3.5 Mesa en Espera del Dado a Trabajar.	13
Figura 3.6 Dado Sobre la Mesa Fijado por los Soportes Laterales.....	14
Figura 3.7 Desenrollado de Tela.	15
Figura 3.8 Corte Automático de la Tela al Tamaño del Dado	16
Figura 3.9 Selección de Piezas Cortadas.	17
Figura 3.10 Piezas Seleccionadas para Enviar a Costura	18
Figura 3.11 Costura y Unión de Piezas Cortadas	18
Figura 3.12 Pieza Terminada de una Vestidura para Asiento Automotriz.	19
Figura 3.13 Asiento Terminado y Ensamblado	20
Figura 4.1 Laptop Hp LAPTOP-T18065LP	43
Figura 4.2 Datos de Modelos de Vestiduras Automotrices	44
Figura 4.3 Diagrama del Proceso de Manufactura de Vestiduras Automotrices.....	45
Figura 4.4 Diagrama de Bloques del Proceso en el Área de Corte.....	46
Figura 4.5 Diagrama de Bloques del Proceso en el Área de Confección (Costura)	47
Figura 4.6 Diagrama de Bloques del Proceso en el Área de Ensamble de Asiento.....	47
Figura 4.7 Pantalla del Programa de Simulación.....	48
Figura 4.8 Biblioteca.....	49
Figura 4.9 Bloques	50
Figura 4.10 Ventana de Diálogo	50
Figura 4.11 Conectores	51
Figura 4.12 Líneas de Conexiones.....	51
Figura 4.13 Simulación del Proceso de Manufactura de Vestiduras Automotrices	52
Figura 4.14 Bloque Ejecutivo (DE)	52
Figura 4.15 Bloque Programador.....	53
Figura 4.16 Bloque Búfer	53
Figura 4.17 Bloque de la Estación	53
Figura 4.18 Bloque de Entrada de Números Aleatorios	53
Figura 4.19 Bloque de Salida.....	54
Figura 4.20 Bloque Banda Transportadora (Conveyor)	54
Figura 4.21 Trazador de Eventos Discretos	54
Figura 4.22 Combine	55
Figura 4.23 Bloque Batch	55

Figura 4.24 Bloque Unbatch	55
Figura 4.25 Modelo de Simulación de Vestiduras Automotrices	56
Figura 5.1 Gráfica de Distribución Triangular	58
Figura 5.2 Gráfica del Modelo de Simulación.....	58

1. INTRODUCCIÓN

Los residuos son componentes que resultan de una acción o proceso como productos o subproductos y pueden encontrarse en su estado físico como sólido o semisólido, líquido o gaseoso los cuales se desperdician o son sobrantes y el dueño debe tener un área destinada donde se ubique un recipiente adecuado para contenerlos, posteriormente se estima la cantidad, y si así lo requiere se le da un tratamiento para disponer finalmente de estos de acuerdo con lo establecido por la ley según sea el tipo, esto según la LGPGIR, DOF, (2003) por sus siglas que significan Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, Diario Oficial de la Federación.

Los residuos sólidos son los desperdicios materiales que no son transportados por agua y que ya no se van a utilizar. Los residuos sólidos son producto de desecho de las actividades municipales, industriales o agrícolas. Las principales fuentes de estos residuos son las casas habitación, comercios y ciertas operaciones industriales. (Glynn & Heike, 1999)

En México los residuos se clasifican según la ley en Residuos Sólidos Urbanos (RSU), que son los desechos provenientes mayormente de casas habitación; Residuos Peligrosos (RP) son los residuos que tienen alguna o varias propiedades CRETIB (que significa corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos ambientales, inflamables y biológico-infecciosos) y finalmente los Residuos de Manejo Especial (RME) estos son los residuos que no cumplen con las características de los residuos sólidos urbanos ni con las de los residuos peligrosos, estos pueden resultar de algunas actividades industriales o generados por grandes productores de RSU. (LGPGIR, DOF, 2003)

López (2017) menciona que en España de acuerdo con la Ley 22/2011, existe una clasificación para los residuos industriales los que a su vez se clasifican en residuos incorporables a urbanos, los residuos peligrosos, y los residuos inertes.

El presente estudio se centró en residuos de manejo especial, los cuales son los residuos sólidos resultado de la manufactura de vestiduras automotrices. Estos residuos no son peligrosos porque no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas y se encuentran en la lista de la NOM-161-SEMARNAT-2011 (NOM son las siglas de la Norma Oficial Mexicana), como residuos de ropa, recorte y trapo de algodón y fibras sintéticas. (DBGIR, 2020)

Es muy importante cumplir con las obligaciones legales, y también lo es el reducir los costos de productividad y aumentar las ganancias, por lo tanto si se conoce la cantidad de residuos que genera un proceso antes de que se lleve a cabo, sin la necesidad de parar un proceso, de malgastar los insumos o porque no es viable experimentar en el proceso real utilizando las herramientas de simulación es posible, ya que sirven para imitar como será el desarrollo de un proceso, incluso en variados escenarios, con variables diferentes y con ahorro de tiempo.

La Simulación la definen Ríos & Valdés (2020) como la transición de modelos matemáticos hacia la descripción del comportamiento de un sistema por medio de un conjunto de parámetros alimentados al modelo. Entonces, la simulación permite la predicción del comportamiento de un modelo.

La Simulación hoy en día se ha diversificado, ya que podemos encontrar software para desarrollar modelos matemáticos en tiempo continuo los cuales se llevan a cabo utilizando ecuaciones algebraicas y diferenciales; también encontramos para realizar modelos estáticos o discretos los cuales se desarrollan a través de cierto periodo de tiempo; y por último existe la simulación combinada entre otras. (Urquía & Martín, 2016)

La contribución de este trabajo es que al determinar la cantidad de residuos que generó el proceso en el área de corte en una industria de vestiduras automotrices fue posible analizar cambios y sus consecuencias. También ofrece ventajas como ahorro de costes o la optimización de los procesos así como cumplimiento legal. (Villanueva, 2008)

1.1. Antecedentes

Los residuos generados en una empresa sin una gestión o cuantificación tienen consecuencias importantes como sanciones por salir del rango establecido por la normatividad vigente y por ende el detrimento al medio ambiente y a la misma empresa generadora como: aumento en gastos para gestión, gastos de almacenamiento, manejo, además de incrementar los costes de producción y deficiencia en los procesos.

Es importante cuantificar estos residuos antes de que ya sean una realidad ya que al saber cuántos residuos se esperan al final de un proceso en este caso en el área de corte la generación se puede reducir y/o tomar decisiones ante un cambio en el proceso. Pronosticar por medio de Simulación es útil para cuantificar y valorar con estimaciones a priori los residuos sólidos. En la literatura se encuentran algunas investigaciones acerca de la utilización de herramientas de simulación en procesos muy similares al de esta investigación las cuales se mencionan en seguida.

1.1.1. Utilización de las Herramientas de Simulación

Álvarez en 2017 en su estudio propone un surtido automático por medio de simulación con el software FlexSim 6.0.2 y su propósito es obtener un resultado aproximado al implementar un sistema automático de rollos, esta simulación la aplica en el diseño de un almacén nuevo de rollos en la empresa Johnson Controls este sistema se basó en varios conveyer que abastecen la línea de producción. En esta investigación se recopilaron datos como cantidad de material por día en el almacén y las características de los rollos como tamaño, diámetro, entre otros posteriormente se ingresaron a una hoja del cálculo de Excel, después se hace una redistribución del almacén, a cada rollo se le asigna un número y el nuevo Layout se diseña aprovechando la totalidad del área disponible posteriormente se realiza la simulación para valorar si la reorganización es efectiva y factible.

Por su parte Velázquez y Barragán en 2014 proponen el diseño y simulación de un dispositivo automático para extender rollos de tela en una industria de vestiduras para asientos que ayude a mejorar los sistemas de manufactura ya que esta operación se realiza de forma manual, el dispositivo que se diseñó ayudó a controlar y disminuir la variación de los largos de cada capa de tendido en las mesas de corte. El bosquejo del dispositivo lo realizaron con las herramientas CAD para crear gráficas de objetos físicos en 2 o 3 dimensiones fue posible incluir en el diseño geometría, dimensiones, lista de materiales, etc. El software tipo CAD tiene aplicaciones como NX, Solid Edge, Unigraphics, SolidWorks, entre otros, para su diseño utilizaron SolidWorks por su repunte como uno de los software más completos de simulación y diseño. El análisis de resultados de la automatización del sistema de extendido de materiales en el área de corte demostró que impactaría de forma positiva.

2. PLANTEAMIENTO GENERAL DEL PROBLEMA

El desarrollo tecnológico ha sido grande en las últimas décadas, principalmente por la instalación de plantas de ensamble y manufactureras en la región norte del país, pero así también crece la generación de residuos lo que no solo impacta negativamente en los recursos naturales, el medio ambiente, la salud pública, sino también en la productividad, es importante conocer la cantidad de residuos que generará un proceso para poder hacer cambios y prevenir la generación. (Mariscal, 2016)

2.1. Descripción del Problema

Un gran número de industrias no cuentan con un registro de la generación de residuos en sus procesos o cuando existen modificaciones de algún tipo en la planta. Es de vital importancia cuantificar y evaluar la variación de residuos sólidos en una industria antes de generarlos; ya que esto repercute en variación de costos, rutas de desechos, subcontratos, así como el cumplimiento con estatutos y reglas ambientales.

2.2. Pregunta de Investigación

Las preguntas de la investigación que se plantean inicialmente son:

¿Al determinar la cantidad de residuos sólidos en el área de corte en una empresa de manufactura de vestiduras automotrices antes de que se lleve a cabo el proceso real, se podrán anticipar las medidas a tomar en el proceso que lleven a generar la menor cantidad de dichos residuos?

¿Cómo impactará la cuantificación de los residuos sólidos en una industria de manufactura, en el cumplimiento legal y ambiental de éstos?

2.3. Hipótesis

En base a las preguntas de investigación podemos plantear las siguientes hipótesis:

- Mediante Simulación se podrá determinar anticipadamente la variación de los residuos sólidos.
- Al pronosticar la cantidad de los residuos sólidos se tendrá más control sobre éstos y se dará cumplimiento normativo legal y ambiental que pudiera presentarse.

2.4. Objetivos

2.4.1. Objetivo General

El objetivo general de este trabajo es cuantificar la generación de residuos sólidos en una industria de manufactura de vestiduras automotrices en el área de corte y poder pronosticar las variaciones cuando el proceso cambia, realizándose por medio de simulación.

2.4.2. Objetivo Específico

Pronosticar por medio de simulación las variaciones de residuos sólidos de una empresa de manufactura de vestiduras automotrices.

2.5. Justificación

Pronosticar por medio de Simulación es útil para determinar la cantidad con estimaciones a priori los residuos sólidos en una industria automotriz los beneficios serán: mejorar los procesos y resultados, por lo tanto, la toma de decisiones correctas traerá consigo mantener el cumplimiento de los requisitos legales aplicables y proporcionar un enfoque sustentable con un equilibrio social, económico y ambiental.

2.6. Delimitación

Se realizará un pronóstico por medio de la simulación para determinar la cantidad generada de residuos sólidos en una línea de producción en el área de corte en una industria manufacturera de vestiduras automotrices. Una vez realizada ésta, podrá ser extrapolada para varias líneas de producción o una industria.

3. MARCO TEÓRICO

Este capítulo presenta los siguientes temas los cuales fundamentan el desarrollo de la investigación: manufactura de vestiduras automotrices, efecto del crecimiento industrial en cuanto al medio ambiente, contaminación ambiental, residuos, reducción o minimización de residuos, tecnologías limpias, legislación ambiental en México, y sistemas de simulación.

3.1. Antecedentes de la Manufactura de Vestiduras Automotrices

La industria manufacturera llamada comúnmente en el norte del país maquiladora tuvo su desarrollo en la Revolución Industrial donde se impulsó el desarrollo económico. Con el desarrollo de la industria surgió la demanda de mano de obra por lo que hubo migraciones del campo a la ciudad. Lo que representó un crecimiento en la población urbana que trajo cambios demográficos y ambientales mayormente en las ciudades grandes. (Bianchi & Rodríguez, 2021)

Dicho crecimiento industrial y poblacional provocaron la evolución de los medios de transporte, apareciendo barcos y ferrocarriles de vapor. Pero a su vez también se incrementó el deterioro ambiental, detrimento del paisaje, cambiaron terrenos fértiles por viviendas y/o industrias. (Oropeza, 2019)

La industria maquiladora como se conoce en México tuvo sus inicios a mediados de 1970 se origina por la escasez de mano de obra que tuvieron algunos países altamente industrializados como Estados Unidos y Japón, (maquiladora se refiere a manufactura ya sea parcial, ensamble o empaque que se realiza por una empresa que no es el fabricante original). En 1966 es construido el primer parque industrial en Ciudad Juárez, Chihuahua,

en el cual se asentó una empresa de manufactura de televisores, el segundo parque industrial data de 1968 en Nogales, Sonora con una empresa de manufactura de plásticos; para 1973 surgen más parques en la frontera norte del país. (Index, 2020)

Dentro de la industria maquiladora se encuentra la industria automotriz mexicana siendo esta un sector económico importante ya que contribuye considerablemente a la modernización y estrategias de globalización, a la par de la industria automotriz aumenta la necesidad de partes y accesorios automotrices por esto surgieron empresas que suplen estas necesidades con variados procedimientos ya sean manuales, automáticos e híbridos, predominando en nuestro país aún los manuales y semiautomáticos. (Vicencio, 2007)

México es uno de los principales países manufactureros del mundo. Hay una gran cantidad de sectores de manufactura que forman parte fundamental de la economía. Entre los más destacados se encuentran el automotriz, el de maquinarias y equipos, el de industrias metálicas, así como el de producción de alimentos, bebidas y tabacos. (UNEA, 2020)

Los autos están formados por un gran número de partes, dentro de las más importantes son los asientos por su seguridad y confort además de aportes de ahorro de combustible por la reducción de peso ya que mejora el consumo de combustible, en la historia automotriz el asiento de un auto era un banco o tabla de madera que no aportaba comodidad ni a los conductores ni a los ocupantes, conforme avanzaba el diseño, los creadores se dieron cuenta que los asientos eran elementos muy importante en el auto ya que formaban una interacción entre el hombre y la máquina, y fue así que fueron mejorándolos y dándoles formas cómodas, acolchadas, con aire acondicionado o calefacción. (Di Stefano, 2018)

Las diferentes marcas y modelos de autos cuentan en la actualidad con una amplia gama de diseños de asientos que difieren en materiales, texturas, tamaños, colores, características ergonómicas y seguridad, también pueden ser abatibles o no, asientos para autos de trabajo, de lujo o deportivos como los que se ilustran en la Figura 3.1 que se trata de los asientos tipo GT2 del Corvette 70 Aniversario modelo 2023 los cuales se puede

observar son atractivos a la vista, cómodos, ergonómicos, seguros y ligeros por ser parte de un auto deportivo.



Figura 3.1 Ilustración de Asientos del Corvette 70 Aniversario Modelo 2023.

<https://es.chevrolet.com/performance/corvette>

Los asientos de autos actualmente tienen amplio mercado ya que las marcas automotrices cuentan con departamentos que sólo se encargan del desarrollo de estos, su objetivo es exclusivamente fabricar, diseñar y experimentación de asientos destinados para cada modelo de auto, estudiando diseños ergonómicos y procesos de fabricación, aunque también hay marcas que prefieren contratar empresas dedicadas única y exclusivamente al desarrollo de asientos. (Motorpasión, 2016)

3.1.1. Proceso de Manufactura de Vestiduras Automotrices

Para la manufactura de vestiduras automotrices se necesitan materias primas como: tela, vinil o piel, perfiles, ribetes, hilos, entre otros. La manufactura de vestiduras automotrices comprende varias etapas las cuales son: corte, confección y ensamble las cuales se desarrollan en el área denominada como costura. (Villafuerte, 2016)

Las etapas del proceso en general para la manufactura de las vestiduras automotrices son:

- 1) **Almacén de rollos de tela, vinil o piel**, estos materiales son de diferentes anchos y espesores según las especificaciones de los productos solicitados por el cliente. El rollo de tela o del material que se especifique en la orden solicitada se pasa a soportes para rollos, en la Figura 3.2 se observan los rollos que utilizarán para el corte.



Figura 3.2 Rollos de Tela que Utilizarán para el Corte

- 2) **Almacén de dados**, los dados son cuadros con navajas de acero en las superficies de los moldes que son los patrones requeridos para formar la vestidura según el modelo requerido, tal como aparece en la Figura 3.3.



Figura 3.3 Datos que Contienen los Patrones del Modelo de la Vestidura a Cortar

Los datos se encuentran en un amplio almacén separados por el modelo de vestidura que requiera el cliente de la marca de automóvil así como se aprecia en la Figura 3.4.



Figura 3.4 Almacén de Datos

El dato requerido es transportado por una mesa hasta la mesa de corte, ver Figura 3.5.

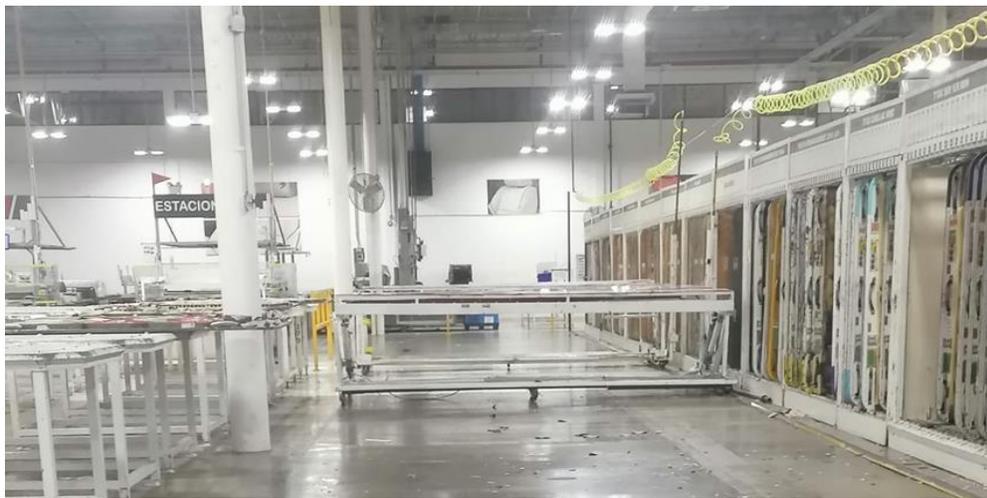


Figura 3.5 Mesa en Espera del Dado a Trabajar.

El dado seleccionado se pasa a una mesa donde se fija con soportes mecánicos para que no se mueva, ver Figura 3.6.



Figura 3.6 Dado Sobre la Mesa Fijado por los Soportes Laterales.

Frente al dado que fue fijado a la mesa, se encuentran varios rodillos de tela, se selecciona el rollo de tela que corresponde a la orden, la tela la desenrollan 2 operadores tal como se ve en la Figura 3.7.



Figura 3.7 Desenrollado de Tela.

Posteriormente los operadores tienden la tela sobre la superficie del dado y se corta la tela del tamaño del dado, se realizan varios tendidos cada tendido es cortado automáticamente, ver Figura 3.8.



Figura 3.8 Corte Automático de la Tela al Tamaño del Dado

- 3) **Corte de patrones:** Cuando se tiene el número de capas requerido el dado es removido de la mesa manualmente y pasa a una prensa donde se lleva a cabo el corte de patrones. Ya que las capas han sido cortadas, se retira el dado de la prensa y se saca manualmente la tela con la forma de los patrones y se seleccionan por modelo, ver Figura 3.9.



Figura 3.9 Selección de Piezas Cortadas.

<https://mexicoindustry.com/hecho-en-mexico/tienen-amplia-experiencia-en-vestiduras-de-piel-para-automoviles>

Los patrones se identifican, ordenan y colocan en contenedores que posteriormente serán transportados al siguiente proceso ver Figura 3.10.



Figura 3.10 Piezas Seleccionadas para Enviar a Costura

- 4) **Costura:** En el área de costura se reciben los contenedores con los patrones provenientes del área de corte, ahí se cosen utilizando hilo para unir los patrones y formar la vestidura, lo anterior se realiza con diferentes máquinas de coser operadas por personal en varias líneas, además de la costura se realiza la aplicación de diferentes componentes como por ejemplo ribetes, ver Figura 3.11.



Figura 3.11 Costura y Unión de Piezas Cortadas

<https://mexicoindustry.com/hecho-en-mexico/tienen-amplia-experiencia-en-vestiduras-de-piel-para-automoviles>

Las vestiduras terminadas son colocadas en racks para posteriormente ser enviadas al área de tapicería o ensamble, en la Figura 3.12 se observa la pieza del respaldo de una vestidura de asiento terminada.



Figura 3.12 Pieza Terminada de una Vestidura para Asiento Automotriz.

<https://mexicoindustry.com/noticia/lear-amplia-sus-operaciones-en-coahuila-invierte-20-mdd->

- 5) **Ensamble**, también llamada Tapicería; es el lugar responsable de cubrir y unir la vestidura terminada a la estructura metálica la cual ya se encuentra forrada y formada con esponja de poliuretano, esta acción se lleva a cabo con el equipo para ensamblar y elementos como tornillos, grapas etc. Cuando el asiento es terminado de ensamblar se empaqueta de acuerdo con las especificaciones de la planta y se coloca en el área de producto terminado, en la Figura 3.13 se ilustra un asiento terminado y ensamblado.



Figura 3.13 Asiento Terminado y Ensamblado

<https://www.lear.com/technology/seating>

- 6) **Muelle:** el siguiente paso es transportar el producto terminado de las diferentes tapicerías al muelle para ser enviadas a un centro de distribución.

3.2. Antecedentes del Efecto del Crecimiento Industrial en cuanto al Medio Ambiente

Como efecto secundario del desarrollo industrial y crecimiento poblacional, existen modificaciones de los ecosistemas y recursos naturales y, dada la organización socioeconómica de las sociedades modernas, tiende progresivamente a concentrarse en grandes núcleos urbanos. Las ciudades pobladas por miles o millones de habitantes se han convertido en centros productores de residuos y emisores de contaminantes. (Suárez. 2014)

Al mismo tiempo que crece la industria y la población, nace una preocupación por mantener y no dañar el medio ambiente, nace bajo el nombre de Derecho Internacional del Medioambiente, con reglas y recomendaciones que no eran obligatorias pero sí las asumen los gobiernos nacionales, posteriormente surgen los tratados internacionales, que ya son normas de cumplimiento obligatorio para los Estados que los firmaban. (Soto, 1996)

Posteriormente las normas de cumplimiento fueron adoptadas por los países según sus leyes independientes. Por ejemplo España en 1972 consideró que su entorno estaba sufriendo un desgaste considerable y de hacer caso omiso desencadenaría enormes preocupaciones no solo a su país sino al mundo. También hubo preocupación, bajo un punto de vista más económico que ecológico. (Aránguez et al. 1999)

Ya en los 80's se fundó una Comisión del Medio Ambiente a nivel mundial la cual estableció lo que se había que hacer con los residuos, independiente del sector de donde provenían. Ya para los años 90's fue posible la admisión de una disposición para la preservación del medio ambiente. Lo que ayudó a atender al fenómeno de la globalización que trae consigo también problemas medioambientales. (Pérez, 2011)

3.3. Contaminación Ambiental

Martín & Santamaría (2004) definen la contaminación ambiental a la introducción directa o indirecta en la geosfera, atmósfera, o biosfera de sustancias, materiales o formas de energía, generalmente antropogénicas, que no forman parte o están en concentraciones anormales en dichos ambientes y que producen un efecto perjudicial inmediato o futuro para uno o más componentes de estos. Estos compuestos alteran las condiciones de los organismos que habitan en ellos, generando problemas de salud o de seguridad, malestar e incluso la muerte.

3.3.1. Tipos de Contaminación Ambiental

3.3.1.1. Contaminación Atmosférica

Es el tipo de contaminación ambiental más conocida. La propicia la emisión de sustancias químicas a la atmósfera que afectan directamente a la calidad del aire. El más conocido es el monóxido de carbono, pero existen otros como el dióxido de azufre, NH₃, CH₄, CFC (clorofluorocarbonos), HFC (compuestos formados por hidrógeno, flúor y carbono) y óxidos de nitrógeno. Estos gases contaminantes pueden provenir del transporte por carretera, aviación o navegación, industrias o centrales térmicas de generación eléctrica. (Gallego et al. 2012)

3.3.1.2. Contaminación Hídrica

Según la Carta Europea del Agua, Consejo de Europa (1968) “La contaminación consiste en una modificación generalmente provocada por el hombre, de la calidad del agua, haciéndola impropia o peligrosa para el consumo humano, la industria, la agricultura, la pesca, actividades recreativas, así como para los animales y la vida natural”. Afecta todos los tipos de agua en el planeta, ya sean aguas saladas o dulces como mares, océanos, ríos, fuentes de agua subterránea, lagos cuando se liberan residuos contaminantes.

Este tipo de contaminación ambiental afecta directamente a las especies animales, vegetales y también al ser humano ya que convierte el agua potable en un recurso no apto para su consumo. Generalmente este tipo de contaminación es causada mayormente por la forma de vida del ser humano. Algunos contaminantes que afectan son: Hidrocarburos, vertidos urbanos y de centrales eléctricas, materiales de construcción, relaves mineros, desechos químicos industriales, sustancias y desechos agrícolas. (Aragoneses & Zarzosa, 2020)

3.3.1.3. Contaminación del Suelo

La Contaminación del Suelo se refiere a la presencia en el suelo de un químico o una sustancia fuera de sitio y/o presente en una concentración más alta de lo normal que tiene efectos adversos sobre cualquier organismo al que no está destinado. (FAO y GTIS. 2015). La agricultura incompatible con recursos naturales que cada vez los agota más, los medios de transporte que utilizan combustibles fósiles, las actividades mineras y de la industria, así como una deficiente acción para el manejo de los residuos urbanos y de la industria, son los principales orígenes de la contaminación del suelo. (FAO, 2021)

3.3.1.4. Contaminación Acústica

La contaminación urbana por ruido se refiere al efecto de sonidos de un nivel excesivo sobre la salud y bienestar del ser humano, además que el ruido es perturbador y molesto, también se toma en cuenta la duración de exposición al ruido. Efectos de la contaminación acústica son problemas de salud auditivos y no auditivos como enfermedades cardiovasculares, deterioro cognitivo, trastornos del sueño y de aprendizaje, también altera el equilibrio a los ecosistemas por ejemplo migraciones de aves. (Pérez, 2021)

3.3.1.5. Contaminación Lumínica

Galadí, (2022) define la contaminación lumínica como cualquier punto de luz que se encienda de noche al aire libre la cual provoca una perturbación en el entorno. Los efectos de la luz artificial nocturna sobre el medio natural van desde la floración y el crecimiento de ciertas plantas, la actividad reproductora de los vertebrados e invertebrados, relación predador-presa, efectos sobre aves migratorias, la mayor parte de las cuales vuelan de noche y se orientan gracias a las estrellas y la luna.

3.3.1.6. Contaminación Visual

La contaminación visual de acuerdo con Hess (2006) es el cambio o desequilibrio en el paisaje natural o artificial, que daña las condiciones de vida y las funciones vitales de los seres vivos. Se consideran contaminantes a postes, antenas ya sea de televisión, teléfono, internet, anuncios comerciales, grafitis, casetas y/o puestos improvisados de vendedores, los basurales, desde los grandes vertederos hasta las pequeñas bolsitas de basura ubicadas al frente de las viviendas y los locales comerciales; los cuales impactan sobre el paisaje y por ende, sobre la visión de los transeúntes (Yances, 2013).

3.3.1.7. Contaminación Térmica

La Contaminación Térmica es resultado de la expulsión de calor sin control al medio ambiente proveniente de las actividades de las personas, negocios, industrias y algunas otras, por lo que este calor que está demás realiza cambios físicos y químicos que provoca que el medio ambiente se degrade. Cuando hace viento el calor es más perceptible ya que el calor se desplaza con más rapidez. Algunas consecuencias de la contaminación térmica es la reducción del oxígeno en el agua, desequilibrio nutricional, liberación de toxinas, migración en masa, derretimiento de los polos. (Portillo, 2022)

3.4. Residuos

Se entiende como residuos a los materiales desechados generados de actividades ya sean de municipios, industrias o agrícolas. Los residuos pueden encontrarse en estado sólido, líquido o gas. (Glynn, 1999). La LGPGIR (por sus siglas Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos) divide a los residuos en residuos peligrosos (RP), residuos sólidos urbanos (RSU), y residuos que necesitan manipularse de una forma específica o especial (RME) dependiendo de su fuente y de sus propiedades.

Independientemente de la clase de residuo, la persona moral o física que lo genera debe tener receptáculos donde los contenga, estos residuos pueden ser evaluados para definir su destino final ya sea que tengan algún valor, o que necesiten un tratamiento especial, esto dentro de lo establecido por la ley. (LGPGIR, DOF, 2003).

3.4.1. Características de los Residuos

3.4.1.1. Residuos Sólidos Urbanos (RSU)

Junto con la industrialización, el avance en la tecnología, el crecimiento de las ciudades también desgraciadamente crece la cantidad de basura, el tipo de basura del que se es más consciente es el tipo de los RSU, ya que son el resultado de la vida rápida actual, muchos alimentos y productos que se utilizan en la vida diaria se comercializan empacados o envueltos en plástico, papel; enlatados en aluminio, hierro, etc.; en envases de vidrio, en esta clasificación de residuos también se encuentran residuos orgánicos como restos de comida, ramas, plantas, los desechos típicos de los hogares, así como de negocios en la calle. (LGPGIR, DOF, 2003).

Según SEMARNAT en México en el año 2020 la generación de residuos sólidos urbanos (RSU) fue de 53 120 128 toneladas. El Estado de México y la Ciudad de México son las entidades que más RSU producen al día. Juntas producen una de cada cinco toneladas en el País. En la Tabla 3.1 se desglosa los estados que más residuos sólidos urbanos generaron.

Tabla 3.1 Los Estados que Más Residuos Sólidos Urbanos Generaron en el Año 2020
<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554385/DBGIR-15-mayo-2020.pdf>

Lugar	Estado	Toneladas de RSU al día
1	Estado de México	16,739
2	Ciudad de México	9,552
3	Jalisco	7,961
4	Veracruz	7,813
5	Guanajuato	6,031
6	Puebla	5,991
7	Nuevo León	5,310
8	Chiapas	4,964
9	Michoacán	4,459
10	Chihuahua	3,638

3.4.1.2. Residuos de Manejo Especial (RME)

Los RME no tienen las propiedades ni de residuos sólidos urbanos ni de residuos peligrosos. Los RME (por sus siglas Residuos de Manejo Especial) provienen de las actividades del sector productivo o de un productor que desecha grandes cantidades de residuos sólidos urbanos. (LGPGIR, DOF, 2003). De acuerdo con la LGPGIR, DOF, (2003), los RME según su procedencia se pueden dividir en: (NOM-161-SEMARNAT-2011)

a) **Residuos que provienen de la ocupación que se dedica a la ganadería, agricultura, pesca, forestal, silvícola, avícola** así como los residuos de las materias primas usadas en estas.

b) Residuos que genera el sector salud, provienen de empresas que desarrollen labores o asistencias médicas ya sea en el rubro veterinario, investigación y humano. En este rubro no se admiten los residuos biológicos y/o infecciosos.

c) Residuos provenientes de piedras o restos provenientes de estas, son materiales que se emplean únicamente para elaborar componentes para edificación u obras similares.

d) Residuos provenientes de la prestación de servicios de traslado o transporte, y también los que provienen de las terminales de trenes, aviones, puertos, aduanas, además de los residuos provenientes de realizar estas labores.

e) Residuos que generan las industrias de la manufactura o fabricación de, artículos de electrónica, automotriz, así como de informática, en esta clasificación también se encuentran los artículos que ya no son útiles.

f) Residuos en considerable cantidad que provienen de almacenes departamentales así como o establecimientos comerciales

g) Residuos provenientes de la actividad para el mantenimiento, construcción, y destrucción.

h) Lodos que se derivan de plantas tratadoras de agua.

3.4.1.2.1. Plan de Manejo de Residuos

Según la NOM-161-SEMARNAT-2011, (2011), (por sus siglas, NORMA Oficial Mexicana 161 de la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales) algunos de los elementos para elaborar planes de manejo son:

- Se debe contar con una especificación interna y externa
- Se deben especificar las estrategias que utilizaran para prever y disminuir los residuos (cuando sea aplicable) por ejemplo:
 - Sustitución de materias primas;
 - Cambio de tecnología, o

- Aplicación de mejores prácticas.
- Las autoridades de orden Municipal, Estatal o Federal deben establecer medidas para que el individuo cumpla con el desempeño del Plan de Manejo.
- Se deben determinar las acciones que se realizarán para que los consumidores se enteren de las estrategias que se toman para manejar, evaluar y/o almacenar los residuos, además para prever y disminuir la producción de los residuos incluidos en el Plan de Manejo.

3.4.1.3. Residuos Peligrosos (RP)

Los Residuos Peligrosos pueden dañar, no solo la salud de los humanos sino también a la de los animales u organismos que habite en el planeta, incluso pueden matar claro está que depende de las características físicas, químicas, infecciosas, las concentraciones, y el grado de riesgo. Estos residuos pueden ir desde sustancias químicas, radiactivas, nucleares, residuos médicos, industriales, etc.

No todo es malo con las sustancias mencionadas ya que gracias a ellas se ha aumentado la edad promedio de vida ya sea por el descubrimiento de vacunas, medicamentos, o han servido para detectar enfermedades, así como para eliminar plagas en la agricultura, etc. el problema radica que cuando estas sustancias cumplen su objetivo para el que fueron utilizadas o termina su vida útil se convierten en residuos que provocan daños no sólo a la salud sino al medio ambiente. (SEMARNAT, 2012)

La SEMARNAT, (2012) define a los residuos peligrosos como: “Residuos peligrosos aquellos que poseen alguna de las características CRETIB que les confieren peligrosidad (corrosividad, C; reactividad, R; explosividad, E; toxicidad, T; inflamabilidad, I; o ser biológico-infecciosos), así como los envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados”.

3.4.2. Medidas y Responsabilidades para Disposición de Desechos

Cuando existe crecimiento en la economía y de la población debe ir de la mano con el del cuidado y preservación del medio ambiente, ya que si no ocurre de esta manera existen afectaciones de salud y detrimento del medio ambiente. La generación de residuos va en aumento a nivel mundial, y el norte del país no es la excepción ya que la urbanización en esta región va en aumento debido al establecimiento de empresas de manufactura y ensamble, en cambio el equilibrio del medio ambiente no se ha mantenido. (Alfie, 2002)

Se debe tener en mente que junto con el desarrollo tecnológico se deben incluir medidas y responsabilidades para disponer de sus desechos. La tecnología está cambiando en cuestiones ambientales en dos áreas que son:

a) El Desarrollo Sostenible

El desarrollo sostenible se trata de cubrir las exigencias en el ahora no implicando el bienestar de las generaciones que vienen, esto según la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de la ONU en 1987. Los criterios de eficiencia, productividad, rentabilidad y demás intereses económicos, siguen pero se agregaron las inquietudes por los impactos a la salud y el ambiente, la conservación de los recursos y la energía, el manejo de los residuos y los problemas sociales. (Glynn & Heinke, 1999)

b) Tecnologías Verdes o Limpias

Utilizar tecnologías que se enfoquen en provocar el menor efecto negativo prolongado al medio ambiente es utilizar tecnologías verdes o limpias. Estas tecnologías existen para revertir el desequilibrio ambiental que afecte a todo el mundo. Algunos ejemplos de estas tecnologías son: procesos de producción más limpios, reducción de riesgos por derrames o descargas accidentales, hacer uso consiente del agua como recurso finito, dar un tratamiento al agua potable que utilizamos para que se puede

reutilizar, gestión y tratamiento de residuos como reciclaje, reutilización de productos, fuentes de energía eólica, energía solar, energía de las mareas del mar. (Lamas, 2020)

3.5. Reducción de Residuos

Utilizar razonablemente los recursos, la energía, así como disminuir o eliminar el uso de elementos que dañan el medio ambiente es contribuir a la reducción de la generación de residuos, así como planear obtener el mínimo de residuos desde antes de la producción ya sea haciendo los procesos más eficientes. Planear la reducción de residuos antes del proceso es una excelente opción para evitar daños ambientales, cuesta menos, aumenta la calidad del producto. (López, 2017)

Para reducir los residuos se puede practicar:

a) Disminuir el uso de residuos peligrosos: Se puede analizar el grado del peligro y si es posible sustituirlo por otro que cause menos daño al medio ambiente ya que esta clase de residuos están sujetos a un tratamiento final que es costoso, esto es posible si se planea, organiza y opera adecuadamente. (INECC, 2017)

b) Reutilización o Reutilizar se refiere a darle nuevamente uso a algo que estaba en desuso, tanto si se le da la misma utilidad que tenía anteriormente o si se le da una nueva. Lo importante de este concepto es que las cosas se vuelven a usar sin alterar su naturaleza. (López, 2017)

c) Compactación para esta práctica es posible utilizar una máquina cuya función es reducir el volumen de los residuos que son colocados en esta a través de presión que se ejerce a los residuos colocados en la máquina puede adoptar una forma cúbica lo que permite una manipulación más eficiente, esta alternativa puede reducir el volumen hasta un 90% los residuos sólidos, además de bajar el costo en el transporte. (Vilet, 2021).

3.5.1. ¿Por qué es Importante Reducir los Residuos?

Es relevante contar con un plan o una práctica consciente para disminuir la generación de los residuos producidos ya sea por la vida cotidiana en el hogar, o en establecimientos e industrias. Resulta más práctico y económico contener y manejar los residuos para evitar daños mayores al medio ambiente afectando la salud de los todos los individuos que lo comparten. En el plan de reducción de residuos antes de su producción se pueden contemplar prácticas como el de darles otro uso si es posible, separarlos por su composición y ver si algunos se pueden monetizar. (López, 2017)

Para disminuir la generación de los residuos se necesita acoger medidas que ayuden a organizar y operar los procesos de una planta a niveles económica y técnicamente factibles. Otra medida para que la generación de residuos sea la menos posible se pueden diseñar cambios en el proceso productivo o modificar el proceso existente lo que lleva a aumentar la eficacia del proceso. (Mendoza, 2019)

3.5.2. Beneficios por la Práctica de Reducir los Residuos

Algunos beneficios que se relacionan por la práctica de disminuir los residuos son los siguientes (López, 2017):

- Ahorro en materias primas.
- Costos menores de confinamiento, manejo y tratamiento si es necesario.
- Ahorro de energía.
- Se reducen los riesgos de salud y seguridad.
- El daño al medio ambiente es menor.
- Los establecimientos, o empresas dan cumplimiento legal.

- Los empleados, proveedores y clientes se sienten orgullosos de ser parte de una empresa que se preocupa por su salud, bienestar y preserva el medio ambiente.

Se debe tener en cuenta que se necesita realizar un estudio de minimización de residuos al definir una estrategia de reducción. El cual tiene como objeto establecer el conjunto de medidas destinadas a evitar la generación de residuos o a conseguir su reducción, o la de la cantidad de sustancias peligrosas o contaminantes presentes en ellos. (López, 2017). También es importante considerar si es posible utilizar insumos que generen menos residuos así como cambios en el proceso y equipo.

Es primordial, promover los beneficios que conlleva practicar la reducción de residuos entre los empleados y que los altos directivos estén comprometidos en su desarrollo, así se obtendrá un rendimiento económico mayor.

3.6. Tecnologías Verdes o Limpias

Silva (2011) se refiere a las tecnologías verdes o limpias como aquellas que consisten en el rediseño o ajuste de procesos, operaciones y productos del sistema industrial para evitar o reducir al mínimo la producción de residuos. Realizar cambios en los procesos y en las operaciones traen como resultado varias ventajas, por ejemplo: mejora la productividad en la industria, es más eficaz la utilización de la materia prima y se reducen los costos de manejo, transporte y tratamiento final de los residuos.

3.6.1. Identificación de una Tecnología Verde o Limpia

Las características de una tecnología verde son: (Comisión Social Consultiva, 2004)

- Adopta medidas que tienden a conservar los recursos y/o reducir su consumo, lo que contribuye a optimizar la utilización de recursos.
- Reducen los contaminantes, la cantidad de energía y además comercializan o utilizan sus excedentes.
- Contribuye a disminuir los residuos, mejora la productividad y disminuye los impactos ambientales. (Comisión Social Consultiva, 2004)

3.6.2. Beneficios de Utilizar Tecnologías Verdes o Limpias

El implementar las Tecnologías Verdes o Limpias en las empresas se logran metas económicas, ambientales y productivas como: (López, 2017)

- Se reduce el consumo de electricidad y agua.
- Se conserva el medio ambiente al realizar cambios en las técnicas de producción como sustancias o materia prima que contamina menos, la producción es sostenible, se práctica la separación, reciclaje, así como el manejo correcto de los residuos.
- Las materias primas se utilizan de tal manera que den el mejor resultado.
- Se economizan los recursos de producción.
- Disminuyen las mermas en los procesos,
- Al contar con un plan de producción y mantenimiento de equipo se presentan menos fallas.
- La coordinación en los procesos es superior.

- Gracias al reciclaje es posible valorizar los residuos los cuales se pueden vender.
- Se ahorra en gastos de tratamiento especial si los residuos lo requieren para su destino final.
- Se evitan multas por faltar a las disposiciones ecológicas.
- En la actualidad son mejor opciones de mercado las empresas que promueven una misión donde toman en cuenta el cuidado al medio ambiente. (López, 2017)

Es necesario adoptar una filosofía que nos lleve a crear conciencia desde casa, instituciones escolares, empresas sobre el cuidado, mantenimiento y respeto del medio ambiente y ser personas de acción no sólo ver, saber y no hacer nada para proteger y conservar al mismo. La colaboración de todos es de gran ayuda para disfrutar de una vida mejor, hasta la más pequeña acción en la vida diaria que contribuya a disminuir o evitar la contaminación del aire, agua y suelo. Se deben evitar acciones que perjudiquen al desarrollo humano, animal así como a la flora; los pequeños o grandes actos ayudan a salvaguardar al medio ambiente que todos compartimos y todos somos responsables de evitar su deterioro. (Velásquez, 2019).

Sears, (1973) nos da un oportuno recordatorio de que en este mundo moderno y complejo la comprensión del medio ambiente necesita la ayuda de la ciencia, en su testimonio ante el Congreso donde afirmó que ninguna economía puede sobrevivir durante mucho tiempo en violación de los principios ecológicos; ósea un argumento radical de que la raíz de la crisis ecológica era un sistema de producción basado en el beneficio privado en lugar de la necesidad ecológica y humana.

De la misma manera Butler, (2012) escribe en su artículo sobre la obra del científico, activista y ecologista radical Barry Commoner, quien manifestó que todos los ecosistemas saludables están interconectados y se auto estabilizan: si alguna parte de un ecosistema natural se daña o se sobrecarga, puede desencadenar problemas mucho más

amplios. Por ejemplo, la quema de combustibles fósiles está sobrecargando el ciclo global del carbono, que a su vez está provocando cambios dramáticos en el clima, la capa de hielo global, los patrones climáticos, la acidificación de los océanos, los rendimientos agrícolas, el nivel del mar, los presupuestos gubernamentales y las cifras de refugiados en todo el mundo. También reitera que en ecología, como en economía, la ley pretende advertir que la ganancia cobra un costo.

Así como ha habido cambios importantes en el mundo en el último siglo y en el actual como por ejemplo, el avance tecnológico, utilización de la robótica en varios campos de la industria alimenticia, montaje, soldadura, hasta en control de calidad, la nanotecnología, el genoma humano, viajes a la luna, descubrimiento de otros planetas, satélites, telecomunicaciones, descubrimiento de varios medicamentos que curan enfermedades que antes no se tenían por lo que eleva la esperanza de vida, el genoma humano, naves espaciales, aviones ultrasónicos, una vida más cómoda por contar con aparatos que hacen la vida más placentera como poder contar con clima frío o caliente en las casas, también el mundo y su entorno presentan serios deterioros. (Ecologistas en Acción, 2007)

Es imperante tomar medidas para preservar el medio ambiente ya que ya no hay segundas oportunidades como (Muñoz & Álvarez, 2019) :

- Practicar la REDUCCIÓN, REUTILIZACIÓN, RECICLAJE Y REGENERACIÓN no solo en la práctica empresarial sino en los hogares de cada familia, escuelas y cualquier lugar donde se generen.
- Alcanzar la meta de una producción que utilice menos recursos naturales, elabore menos productos tóxicos y origine menos residuos.
- Luchar por reducir el desequilibrio ambiental de una actividad o una empresa.
- Reducir el aporte energético en la industria, transporte y hogar.
- Reducir el consumo de materias primas.
- Evitar, o reducir la producción de productos secundarios y residuos.

- Controlar la calidad de los efluentes de los procesos industriales y de la actividad urbana.

La LGPGIR, DOF (2003) (por sus siglas Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, Diario Oficial de la Federación) trata de hacer responsables a los generadores de residuos de que disminuyan o eviten producirlos, y al ya tenerlos deben cumplir con las medidas de tratamiento y manejo de acuerdo a cada tipo de residuos conforme a la ley, ya que por derecho todos los habitantes se merecen vivir en un entorno apto para su desarrollo y convivencia sin afectar su salud ni a los ecosistemas.

También dentro del capítulo III en el artículo 15 principio IV de la LEEGPA, DOF, (2022) (por sus siglas Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Diario Oficial de la Federación) exige a los responsables de realizar acciones que perjudiquen al medio ambiente prevenir y reducirlas y si las cometen deben pagar los daños, además también se menciona en este apartado que a los que desarrollen medidas para cuidar al medio ambiente se les debe apoyar.

3.7. Legislación Ambiental en México

Concerniente a los residuos sólidos industriales

Leyes Ambientales (LGEEPA, DOF, 2022):

- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

Última reforma publicada DOF 11-04-2022

<https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf>

- Ley General para la Prevención y Gestión de Residuos

Última reforma publicada DOF 18-01-2021

https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_180121.pdf

Reglamentos de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

- En Materia de Impacto Ambiental

<http://legismex.mty.itesm.mx/reglamentos/reg-ia.pdf>

- En Materia de Residuos Peligrosos

https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MRP.pdf

- Referente a la Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera

https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MPCCA_311014.pdf

Normatividad Ambiental

En el marco legal, la base fundamental es La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (publicado en el Diario Oficial de la Federación, el 25 de noviembre de 1988), y modificada el 13 de diciembre de 1996. Es la base de la política ecológica general y regula los instrumentos para su aplicación, por sus disposiciones en materia de ordenamiento ecológico, evaluación de impacto y riesgo ambiental, protección a la flora y fauna, uso racional de los recursos naturales, participación social y educación ecológica, así como medidas de control, seguridad y sanciones. (LGEEPA, DOF, 2022)

La LGEEPA, DOF, (2022) está organizada de la manera siguiente:

Título Primero: Disposiciones Generales:

Título Segundo: Biodiversidad

Título Tercero: Aprovechamiento Sustentable de los Elementos Naturales

Título Cuarto: Protección al Ambiente

Título Quinto: Participación Social e Información Ambiental

Título Sexto: Medidas de Control y Seguridad y Sanciones

TÍTULO PRIMERO: Trata de las Disposiciones Generales, algunas son :

- Formular, conducir y expedir las normas oficiales mexicanas referentes a conservar y restablecer el equilibrio ecológico, así como supervisar que se cumplan.

- Vigilar que se cumpla lo estipulado en la presente ley, reglamentar e inspeccionar actividades que pongan en riesgo a los ecosistemas.
- La Secretaria del ambiente puede autorizar en todo lo que atañe a daño al ambiente.
- Se ha de prevenir y examinar el daño ambiental que ocasionen las empresas ya sean fuentes móviles o fijas.

Es de Facultad Estatal :

1. Que las emisiones de las fuentes fijas así como las móviles sean inspeccionadas y evitadas de acuerdo con lo que dicta la Ley. (Siempre y cuando no sea de carácter Federal).
2. Que los residuos sólidos de la industria que tengan las características de no peligrosos cuenten con un reglamento para ser recolectados, almacenados, tratados (si así es requerido) y manejados para su destino final.
3. Cuando las acciones no las contemple la autoridad Federal, estas se valorarán a nivel Estatal.

Es de competencia Municipal:

- Cuando los residuos sólidos y los residuos sólidos industriales no tengan las características de residuos peligrosos estos será competencia del municipio manejar, tratar y proporcionar su destino final.

TÍTULO CUARTO: Protección al Ambiente

Están obligados a desarrollar un análisis sobre daño al ambiente aquellos cuyas acciones sean consideradas adversas al ambiente. Además es responsable el generador de los residuos solicitar aprobación y licencia para gestionar el destino final al que serán sujetos.

TÍTULO QUINTO: Participación Social e Información Ambiental

Celebrar convenios con organizaciones obreras y grupos sociales para la educación para la protección del ambiente en los lugares de trabajo, zonas habitacionales; pueblos indígenas y demás.

Habr  de difundir, informar y fomentar las actividades para proteger al medio ambiente.

TITULO SEXTO: Medidas de Control, Seguridad y Sanciones

Atender y controlar todos los aspectos que marque la ley son actividades que competen a la Secretaría.

Aplicar multas a todo aquel que incumpla con la ley.

Clausurar parcial, total o definitiva al establecimiento.

Derogar los permisos.

Realizar arresto administrativo hasta por treinta y seis horas.

Capítulo VII: Denuncia Popular

La PROFEPA (por sus siglas Procuraduría Federal de Protección al Ambiente) tiene la facultad de atender las quejas por provocar daños al medio ambiente ya sea cometidas por personas, sectores, estructuras de personas que no pertenezcan al gobierno, etc. Además que toda persona que contamine o deteriore el ambiente resarcir  lo afectado de acuerdo con la ley.

Los pagos ambientales convierten a los campesinos y comunidades en sujetos de dependencia económica de una renta incierta como inciertos y cuestionables son los logros de los objetivos de protección ambiental. (Villavicencio, 2021)

3.8. Sistemas de Simulación

El avance producido en las últimas décadas en las tecnologías del software y del hardware, y en los métodos matemáticos han favorecido la popularización del uso del modelado y la simulación en todas las áreas de la ciencia y la ingeniería. (Urquía & Martín, 2016)

El desarrollo actual no se puede percibir sin la utilización de la amplia variedad de software que existen en muchas áreas de la vida por ejemplo el software del sistema

operativo de una computadora, los editores de texto, las hojas de cálculo como Excel, bases de datos, programas de contabilidad, en los cajeros automáticos de los bancos, también los hay en áreas agropecuarias ya que las máquinas de siembra actuales tienen una computadora que administra y suministra exactamente las semillas que deben ir en cada lugar de la tierra de cultivo, en servicios de la salud para programación de citas, expedientes, etcétera. (ProArgentina, 2005)

En la industria es muy utilizado por ejemplo en manufactura, cadena de suministro, transportación, bodegas y almacenaje, industria minera, automotriz, defensa, educación y un sinnúmero de áreas. Algunos softwares más utilizados en la actualidad en México según GetApp, (s/f) son los siguientes:

- **OnScale Solve**, es utilizado en ingeniería para el diseño de modelos 3D de partes o piezas. HSC Chemistry es de gran apoyo al simular datos y estimar el daño al medio ambiente de una actividad química. Solid Edge de Siemens es utilizado para crear ilustraciones a partir de modelos 3D es muy versátil ya que se utiliza en varios sectores.
- **MATLAB**, se utiliza para el desarrollo de modelos y algoritmos además es posible examinar datos o conjuntos de estos.
- **FlexSim**, con este software se pueden desarrollar modelos que arrojan resultados en minutos, no es difícil de utilizar.
- **Minitab Workspace**, cuenta con herramientas para visualizar mapas de proceso, espina de pescado, flujo de valor, simulación Monte Carlo, entre otras que beneficia a las empresas a solucionar problemas en forma eficaz.
- **Arena**, es un software que se utiliza en procesos donde exista variación, los recursos se limiten y exista relación o intercambios complejos, es posible analizar cómo se comporta un proceso a través del tiempo. (PMC, s/f)
- **Extend**, está diseñado para realizar simulacros de procesos reales en una amplia gama de campos por ejemplo en el bancario, ecología, manufactura,

automotriz, etcétera, es sencillo de utilizar y flexible se pueden crear modelos jerárquicos. (Diamond & Krahl, 2000)

La Simulación la define Ríos & Valdés (2020) como la transición de modelos matemáticos hacia la descripción del comportamiento de un sistema por medio de un conjunto de parámetros alimentados al modelo. Entonces, la simulación permite la predicción del comportamiento de un modelo. La utilización de modelos de simulación se da cuando no es posible experimentar en un proceso real ya sea por costoso, por infraestructura o porque no puede detenerse el proceso real.

3.8.1. Tipos de Simulación (Zapata, s.f.):

a) **Simulación Estática:**

La simulación estática es aquella en la que el tiempo como variable no tiene interés. Por ejemplo: el valor monetario de máquinas de soldar en el área de pailería.

b) **Simulación Dinámica:**

La simulación Dinámica al contrario de la simulación estática, en esta la variable tiempo desarrolla una participación importante.

c) **Simulación Determinística :**

Se trata de una Simulación Determinística si se utilizan en su totalidad variables de acceso cuyo valor se conoce en un momento en el tiempo.

d) **Simulación Estocástica:**

Se habla de Simulación Estocástica si alguna de las variables de acceso es aleatoria. Utilizando la estadística se puede conocer su comportamiento.

e) **Simulación Discreta:**

En la Simulación Discreta las variables cambian de valor en periodos determinados de tiempo.

f) **Simulación Continua:**

En la Simulación Continua el valor de las variables cambia continuamente a través del tiempo. Pueden contener o no ecuaciones diferenciales.

g) **Simulación de Modelos Híbridos:**

La Simulación de Modelos Híbridos es cuando mantienen una fracción de tiempo continuo y otra fracción de tiempo discreto, sus variables son de tiempo continuo como de tiempo discreto. Si el modelo es de una fracción de tiempo continuo esta será explicada por ecuaciones diferenciales ordinarias respecto al tiempo y cuando la fracción del tiempo es discreta será explicada a través de ecuaciones algebraicas. (Urquía & Martín, 2016)

4. MATERIALES Y MÉTODOS

Este capítulo consta de la metodología para determinar la cantidad de residuos sólidos en una industria manufacturera de vestiduras automotrices en el proceso de corte mediante simulación que corresponde al objetivo de esta investigación.

4.1. Materiales

Los materiales que se utilizaron en esta investigación se enlistan enseguida:

a) **Laptop Hp LAPTOP-T18065LP** con las siguientes características:

Procesador: AMD A9-9420 RADEON R5, 5 COMPUTE CORES 2C+3G
3.00 GHz

Tipo de sistema: Sistema operativo de 64 bits, procesador x64, ver Figura 4.1.

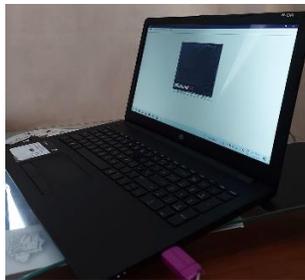


Figura 4.1 Laptop Hp LAPTOP-T18065LP

b) **Software de Simulación Extend**

En la presente investigación se utilizó el Software de Extend para realizar los pronósticos de la cantidad de residuos sólidos en el área de corte.

4.2. Metodología

4.2.1. Proceso antes del Experimento

Para comenzar a diseñar un modelo se debe tener un problema a resolver en este caso determinar la cantidad de residuos sólidos en el área de corte antes de que se realice el proceso, posteriormente identificar los elementos controlables del sistema en este caso es la cortadora de tela ya que es automática, los elementos que no se pueden controlar son los diferentes modelos de vestiduras a procesar ya que tienen medidas de tela diferente, la solución es a corto plazo.

4.2.2. Recolección de Datos

La recolección de datos puede ser utilizando varias técnicas como observación, entrevistas, cuestionarios, en esta investigación fue por medio de entrevistas ya que no estaba permitida la entrada a las empresas por el COVID 19. Se proporcionan datos de 6 modelos diferentes de vestiduras, se trabajó con las 3 de mayor demanda. Ver Figura 4.2.

Número de parte	Descripción	Diario	QOH	DOH	Usado
A173040EL8MMTG	URE FOAM 8MM T1 EL W/T16	906	4032	4.45	54.79
M1G4FJQZEEAA600R62	BC TL WALTER 3MM T1 600R	2489	7703.6	3.10	73.44
M2GPKD3PTHER600R59	VNL IH HERA 600R 3MM	4294	12467.6	2.90	74.60
M2GPKD6PTHER600R59	VNL IH HERA 600R 6MM	1674	2729.8	1.63	145.20
M3GWCDSCSM7600R62	CPT MARS 12 FUSED 600R	2228	17422	7.82	149.76
L0813684AA01	WOVEN 311-300 PES SHEETI	291	2845	9.78	22.75

Figura 4.2 Datos de Modelos de Vestiduras Automotrices

En esta investigación se utiliza la herramienta de simulación en particular con el programa Extend, para cuantificar los residuos sólidos que provendrán del área de corte, con esta herramienta se pueden crear modelos a partir de la construcción de bloques interconectados, el cual permite explorar los procesos involucrados además de ver su relación. (Diamond, et al. 2000).

Cada bloque contiene información del procedimiento, así como datos ingresados. Los bloques actúan como macros, y se pueden ensamblar muchos bloques en un solo modelo, cada bloque puede describir procesos simples o complejos. Extend también proporciona un editor de ecuaciones (similar a la barra de fórmulas en un programa de hoja de cálculo) para poder combinar la función de varios bloques en uno.

Además se pueden crear bibliotecas de bloques personalizados para aplicaciones especializadas. También se puede dar animación al modelo para una presentación mejorada, así como una descomposición jerárquica ilimitada para que incluso los sistemas complejos sean fáciles de construir y comprender, los bloques cuentan con cuadros de diálogo para cambiar los valores del modelo, tiene la capacidad de calcular costos.

Se hicieron los diagramas de bloques del o los procesos de estudio, en la Figura 4.3 se muestra el diagrama del proceso completo de manufactura de vestiduras automotrices.

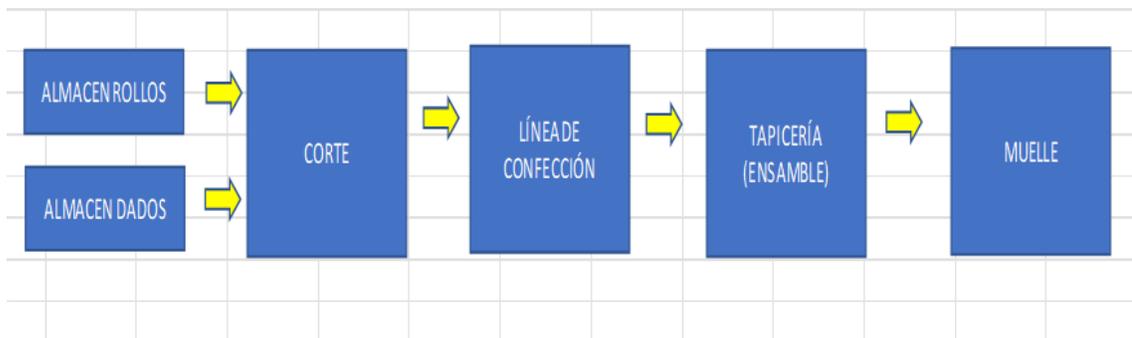


Figura 4.3 Diagrama del Proceso de Manufactura de Vestiduras Automotrices.

En la Figura 4.4 se muestra el diagrama de bloques del proceso en área de corte.

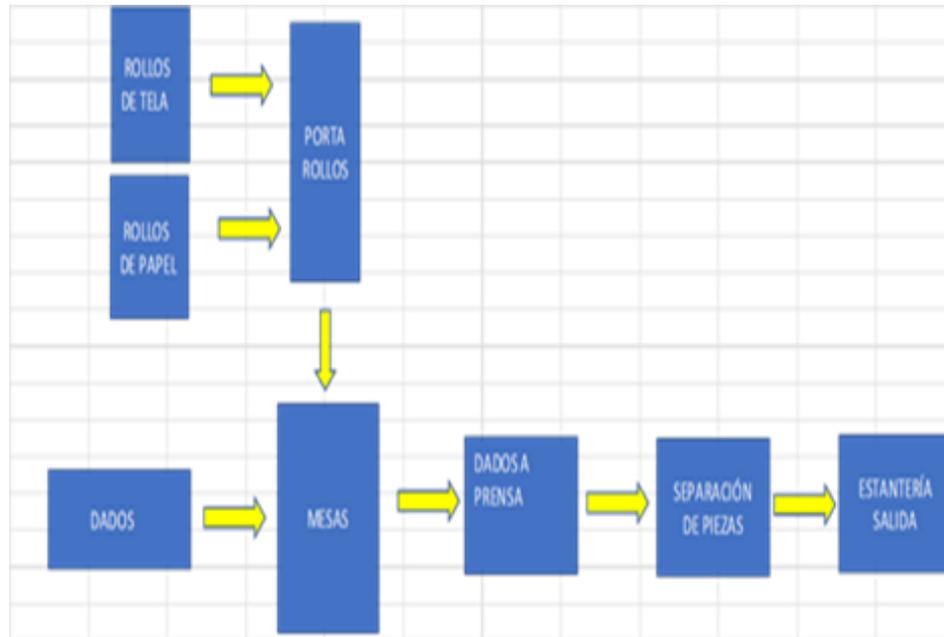


Figura 4.4 Diagrama de Bloques del Proceso en el Área de Corte

En la Figura 4.5 se presenta el diagrama de bloques del proceso en el área de confección.

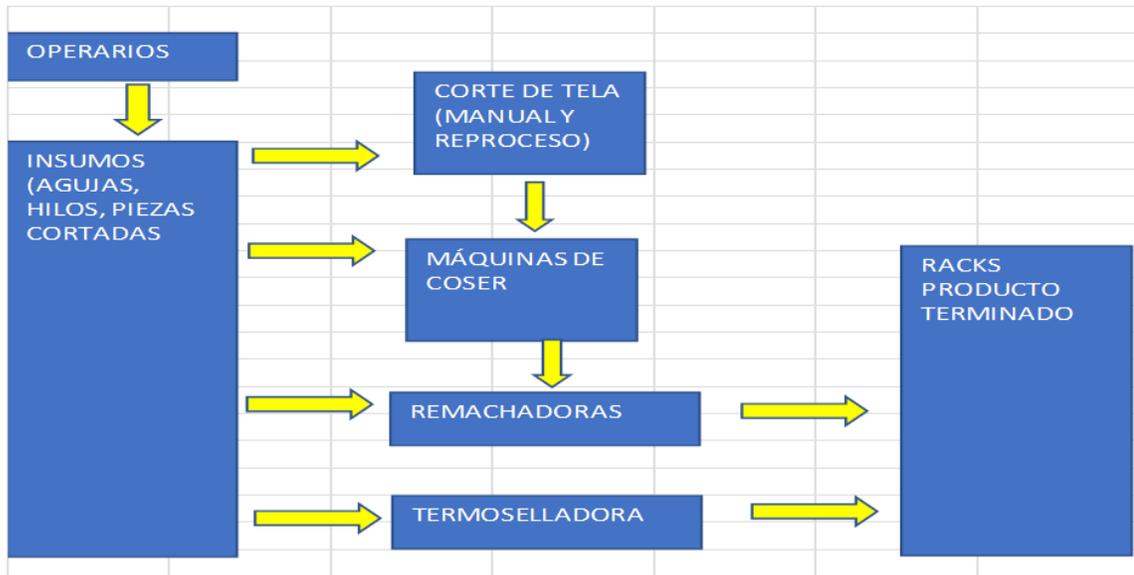


Figura 4.5 Diagrama de Bloques del Proceso en el Área de Confección (Costura)

En la Figura 4.6 se observa el diagrama de bloques del proceso en el área de ensamble.

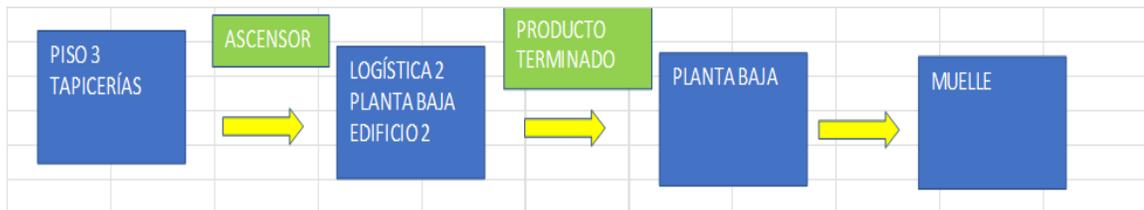


Figura 4.6 Diagrama de Bloques del Proceso en el Área de Ensamble de Asiento

Después se creó un modelo, en la pantalla del software aparece una barra de herramientas y se puede comenzar a utilizar, se puede modificar agregando bloques, moviendo conexiones de entrada y salida, así mismo cambiar los datos de los bloques ver Figura 4.7.

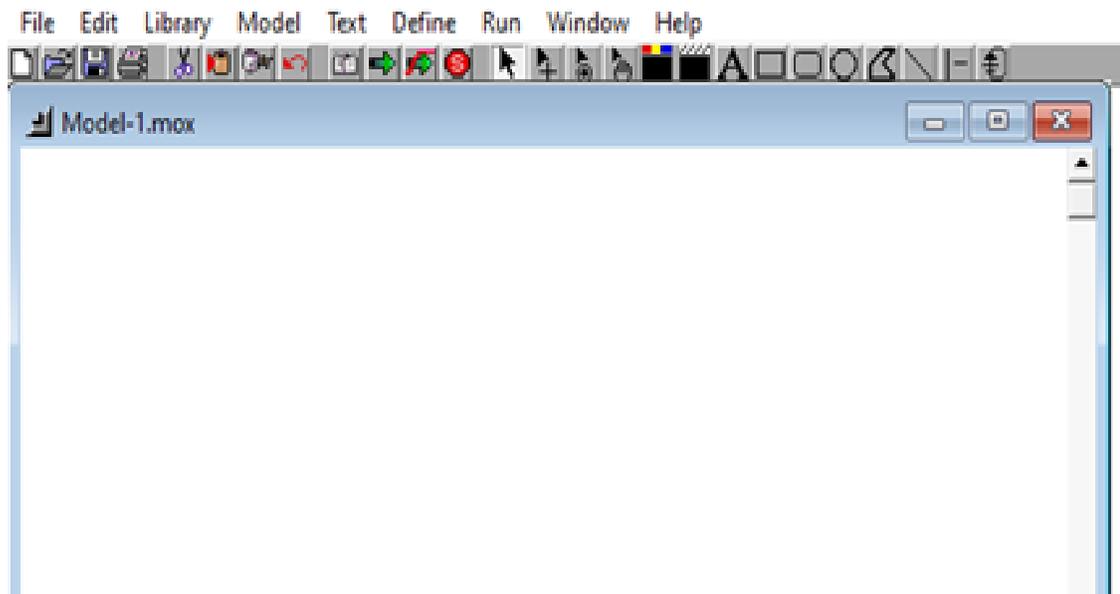


Figura 4.7 Pantalla del Programa de Simulación

Partes básicas del modelo de simulación:

Bibliotecas

Las bibliotecas son repositorios de bloques, en esta se almacena la definición completa de un bloque (su programa, icono, diálogo, etc.).

El programa cuenta con biblioteca genérica la cual se utiliza para simulaciones continuas (en simulaciones continuas, los valores cambian cuando cambia el tiempo) y con biblioteca de eventos discretos esta se utiliza para modelos que usan colas, elementos específicos, atributos y prioridades.

En un modelo de eventos discretos, las entidades del modelo cambian de estado en función de cuándo ocurren los eventos. Extend también tiene otras bibliotecas como:

- Una biblioteca de trazadores que contiene los tipos más comunes de trazadores para graficar la salida del modelo.
- Una biblioteca de animación para agregar animación personalizada a modelos y bloques jerárquicos.

- Bibliotecas de ingeniería electrónica para simular el diseño a nivel de sistemas analógicos, digitales, de procesamiento de señales y de control.
- Una biblioteca de comunicación entre procesos (IPC) para comunicarse y realizar múltiples tareas con otras aplicaciones.
- Una biblioteca de Utilidades, que contiene una colección de bloques útiles que cuentan el número de bloques en un modelo, ajustar datos a una curva, sincronizar el modelo en tiempo real, etc. Ver Figura 4.8.

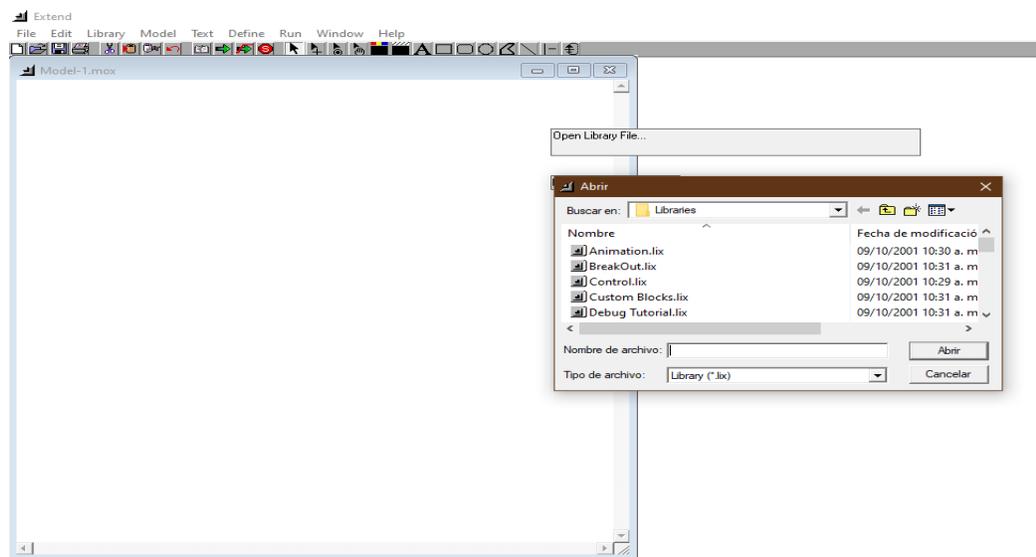
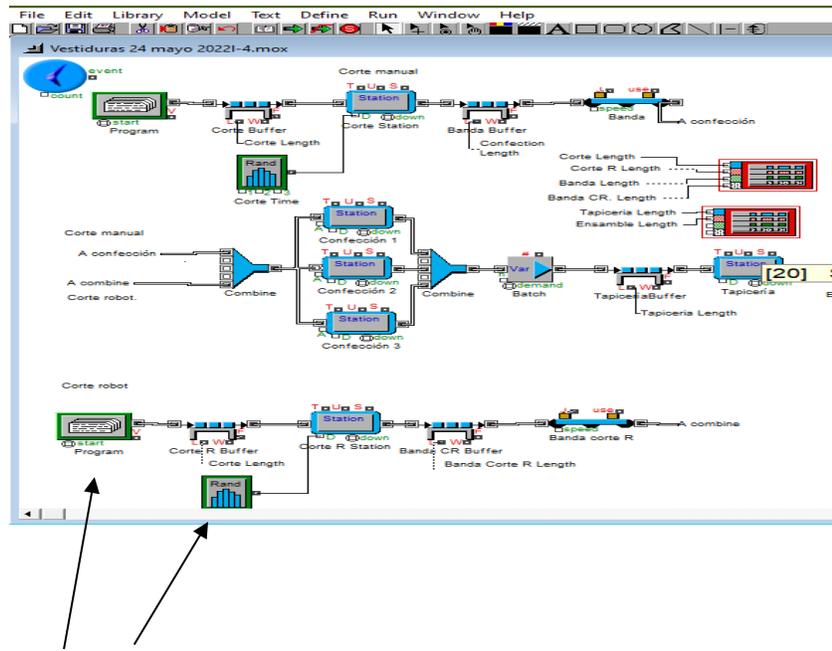


Figura 4.8 Biblioteca

Bloques

Los bloques en Extend se componen de un icono (o imagen), un cuadro de diálogo para ingresar y visualizar los datos y conectores. La actividad de cada proceso se simboliza con un bloque semejante a un bloque en un diagrama de bloques, ósea es una pieza del modelo. Un bloque recibe los datos los procesa en su programa y posteriormente los transfiere al bloque siguiente; sin embargo existen bloques que sólo representan una fuente con información para transmitir a los bloques siguientes, ver Figura 4.9.



Bloques

Figura 4.9 Bloques

Diálogos

La mayoría de los bloques tienen un diálogo asociado a ellos. Se utilizan cuadros de diálogo para introducir valores y configuraciones antes de ejecutar las simulaciones, también se utilizan para ver los resultados a medida que se ejecuta la simulación ver Figura 4.10.

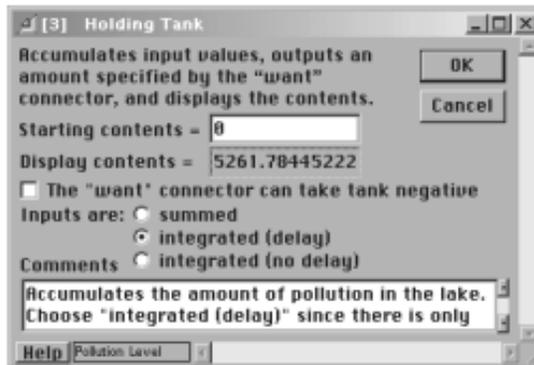


Figura 4.10 Ventana de Diálogo

Conectores y Conexiones

La mayoría de los bloques en Extend tienen conectores de entrada y salida, estos son pequeños cuadrados unidos a cada lado del bloque, la información fluye hacia un bloque en los conectores de entrada y hacia afuera. Los conectores de entrada y salida suelen estar predefinidos; su función específica es conocida de antemano. Un bloque puede tener muchos conectores de entrada y/o salida; sin embargo algunos bloques no tienen ninguno, ver Figura 4.11.

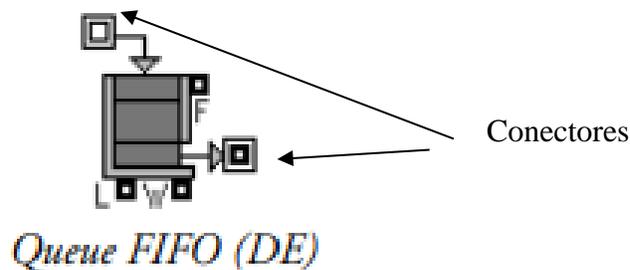
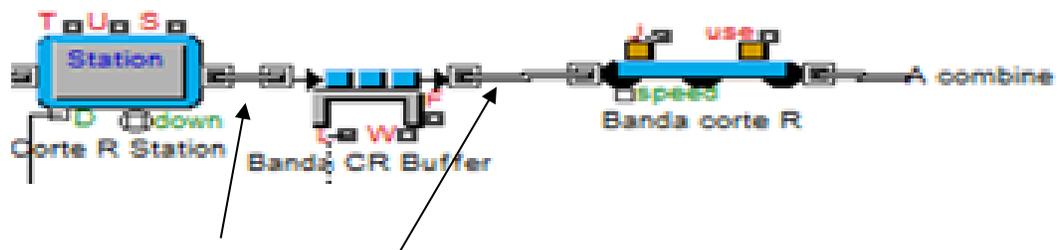


Figura 4.11 Conectores

Líneas de Conexión

Las líneas de conexión se utilizan para unir bloques. Son líneas que representan los datos de un bloque a otro en el modelo simulado, por ejemplo en la Figura 4.12 entre el bloque estación y el buffer y del buffer a la banda se observan las líneas de conexión.



Líneas de conexión

Figura 4.12 Líneas de Conexiones.

El modelo de simulación del proceso de manufactura de vestiduras automotrices en el programa Extend es el siguiente, ver Figura 4.13.

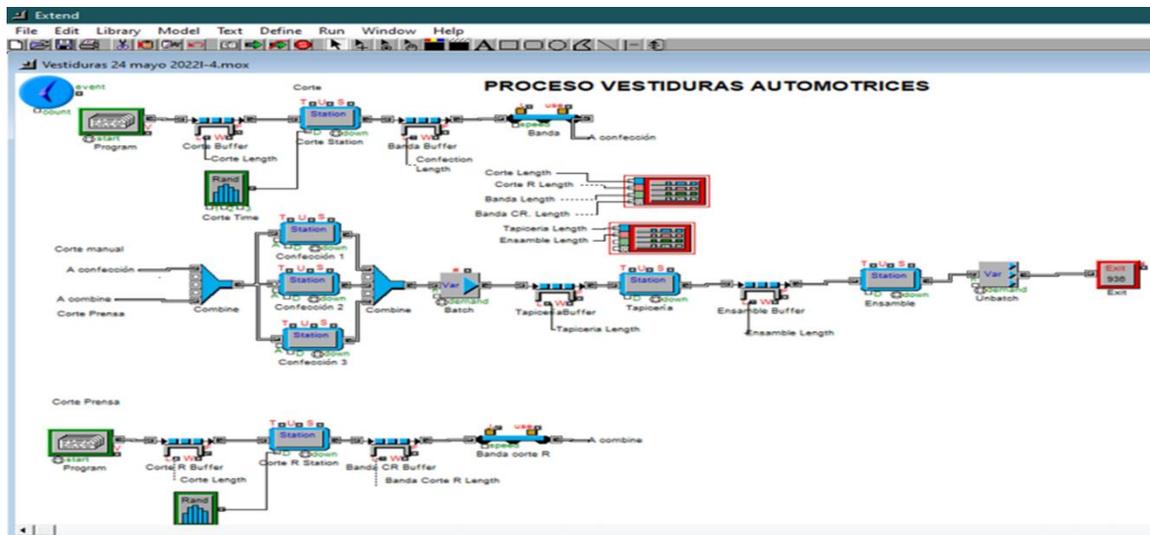


Figura 4.13 Simulación del Proceso de Manufactura de Vestiduras Automotrices

En seguida se definieron cada una de las partes que integran el modelo:

El bloque Ejecutivo de la biblioteca de eventos discretos es un bloque especial que debe incluirse en todas las simulaciones de eventos discretos. Ver Figura 4.14.



Figura 4.14 Bloque Ejecutivo (DE)

El **bloque programador** de biblioteca de eventos discretos, ubicado en el submenú Generadores, programa las llegadas de artículos en momentos específicos ver Figura 4.15.



Figura 4.15 Bloque Programador

El **bloque Búfer** almacena un número ilimitado de elementos hasta que un proceso posterior esté listo para ellos ver Figura 4.16.



Figura 4.16 Bloque Búfer

El **bloque de la estación** por lo general representa un paso en un proceso realizado por un operador o máquina ver Figura 4.17.



Figura 4.17 Bloque de la Estación

El **bloque entrada de números aleatorios** genera valores aleatorios a partir de una distribución estadística. Típicamente esto se utiliza para tiempos de procesamiento, decisiones y fallas aleatorias de equipo ver Figura 18.



Figura 4.18 Bloque de Entrada de Números Aleatorios

El **bloque de salida** se utiliza para pasar elementos fuera del modelo. Este bloque representa el punto donde los artículos dejan permanentemente el dominio del modelo, ver Figura 4.19.



Figura 4.19 Bloque de Salida

El **bloque banda transportadora (conveyor)** representa una banda de transportación lineal que normalmente se utiliza para el manejo de materiales, ver Figura 4.20.

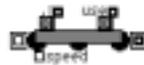


Figura 4.20 Bloque Banda Transportadora (Conveyor)

El **trazador de eventos discretos**, muestra los resultados de la simulación, ver Figura 4.21.



Plotter, DE Multi-Sim

Figura 4.21 Trazador de Eventos Discretos

El **bloque Combine**, combina los elementos de dos fuentes diferentes en un solo flujo de elementos, ver Figura 4.22.



Figura 4.22 Combine

El **bloque Batch** (lote) permite unir elementos de varias fuentes como un solo elemento. Esto es útil para sincronizar recursos y combinar varias partes de un trabajo, ver Figura 4.23.

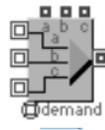


Figura 4.23 Bloque Batch

El **bloque Unbatch** produce varios elementos a partir de un solo elemento de entrada. El número de elementos producidos en cada salida se especifica en el cuadro de diálogo ver Figura 4.24.

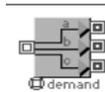


Figura 4.24 Bloque Unbatch

Corrida del modelo ver Figura 4.25.

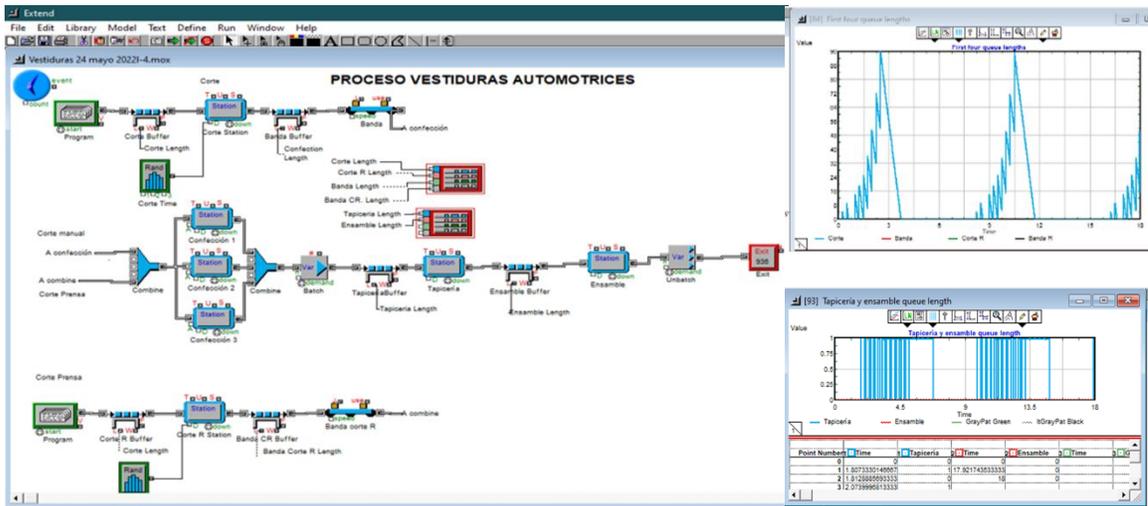


Figura 4.25 Modelo de Simulación de Vestiduras Automotrices

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se ingresaron los datos de las variables a medir número de vestidura, libras de residuos, cantidad de tela al programa del simulador observándose se encuentran en una distribución triangular, Ver Figura 5.1 de la gráfica de distribución triangular y la Figura 5.2 de la gráfica del modelo de simulación.

Ecuación de distribución triangular

La función de densidad de probabilidad es:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{2(x-a)}{(b-a)(c-a)}, & a \leq x \leq c \\ \frac{2(b-x)}{(b-a)(b-c)}, & c \leq x \leq b \end{cases} \quad \text{Ecuación (5.1)}$$

$$\text{media} = \frac{1}{3}(a + b + c) \quad \text{Ecuación (5.2)}$$

$$\text{varianza} = \frac{1}{18}(a^2 + b^2 + c^2 - ab - bc - ca) \quad \text{Ecuación (5.3)}$$

Notación

Término	Descripción
a	cota inferior
b	cota superior
c	moda (ubicación donde alcanza su pico)

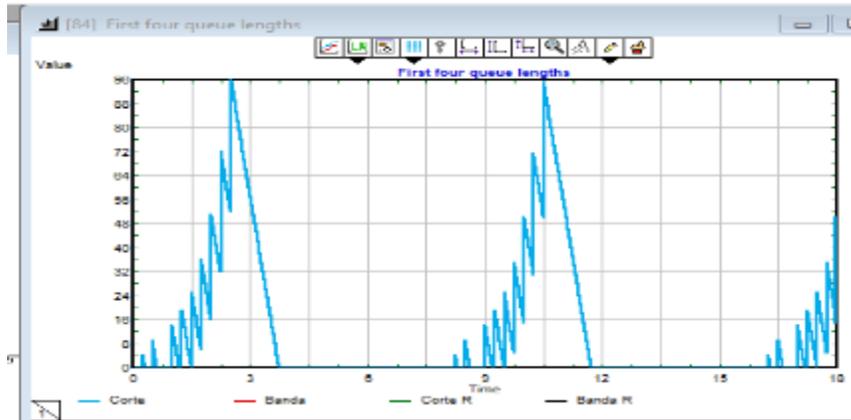


Figura 5.1 Gráfica de Distribución Triangular

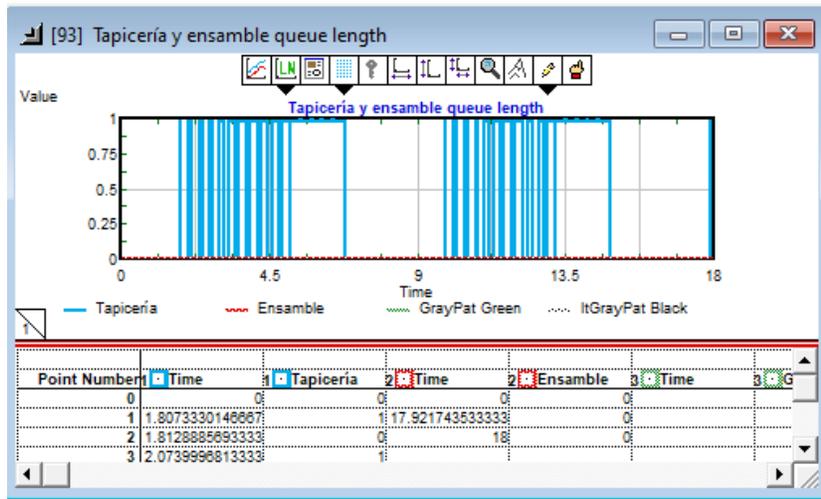


Figura 5.2 Gráfica del Modelo de Simulación

Se introdujeron 17 valores de las variables al simulador, para 3 modelos de vestiduras, teniendo en cuenta que los datos cuentan con el mantenimiento programado estos resultados son de una prensa, que nos arroja que de 936 yardas de tela para un modelo en particular el A173040EL8MMTG (descripción: URE FOAM 8MM T1 EL W/T16) en los dos turnos que maneja la empresa de 936 yardas de tela se cortarán 375 vestiduras y generará 10.623 libras de residuos sólidos, ver Tabla 5.1.

Tabla 5.1 Datos de las Variables Parte: A173040EL8MMTG

	TELA Yd	SCRAP lb	VESTIDURAS
1	52	0.574	21
2	59	0.720	24
3	58	0.650	23
4	54	0.596	22
5	55	0.607	22
6	52	0.820	21
7	60	0.580	24
8	55	0.607	22
9	56	0.710	22
10	54	0.560	22
11	55	0.607	22
12	56	0.618	22
13	53	0.585	21
14	57	0.629	23
15	52	0.574	21
16	53	0.585	21
17	55	0.601	22
TOTAL	936	10.623	375

Para el modelo M1G4FJQZEEAA600R62 (descripción: BC TL WALTER 3MM T1 600R) de 2683 yardas de tela se cortarán 1073 vestiduras y generará 11.859 libras de residuos sólidos, ver Tabla 5.2.

Tabla 5.2 Datos de las Variables Parte: M1G4FJQZEEAA600R62

	TELA Yd	SCRAP lb	VESTIDURAS
1	152	0.672	61
2	153	0.676	61
3	153	0.676	61
4	154	0.681	62
5	154	0.681	62
6	156	0.690	62
7	157	0.694	63
8	157	0.694	63
9	158	0.698	63
10	159	0.703	64
11	159	0.703	64
12	161	0.712	64
13	161	0.712	64
14	161	0.712	64
15	162	0.716	65
16	163	0.720	65
17	163	0.720	65
TOTAL	2683	11.859	1073

y finalmente para el modelo M2GPKD3PTHER600R59 (descripción: VNL IH HERA 600R 3MM) de 4532 yardas de vinyl se cortarán 2158 vestiduras y generará 9.97 libras de residuos sólidos, ver Tabla 5.3.

Tabla 5.3 Datos de las variables parte: M2GPKD3PTHER600R59

	TELA Yd	SCRAP lb	VESTIDURAS
1	263	0.579	125
2	264	0.581	126
3	264	0.581	126
4	264	0.581	126
5	264	0.581	126
6	264	0.581	126
7	266	0.585	127
8	266	0.585	127
9	266	0.585	127
10	267	0.587	127
11	268	0.590	128
12	269	0.592	128
13	269	0.592	128
14	269	0.592	128
15	269	0.592	128
16	270	0.594	129
17	270	0.594	129
TOTAL	4532	9.970	2158

El residuo varía según el modelo que se corte ya que cada modelo mide diferente, con esta medición pronosticada de residuo que se obtendrá una vez cortado el material de cada modelo, el dato es útil para poder comparar la cantidad de residuo resultante del proceso real, y se podrá revisar si la cantidad fue mayor revisar dónde y por qué se generó mayor cantidad de este, que puede ser por mal tendido o arrugas generadas de tela o vinyl en el dado, o en el paso de sacar los componentes de cada parte del dado que alguno no se sacó, o por mal selección del componente y se colocó en otro contenedor y cuando llegan los componentes a costura falte uno y esa vestidura no se termine y se sume a la cantidad de residuos sólidos, también es útil si la cantidad de residuo es menos se puede sospechar de robo de material. Este modelo de simulación también es útil para las otras 2 prensas que se encuentran en el área de corte, sólo cambiando los datos.

6. CONCLUSIONES

El objetivo de prevenir, disminuir y pronosticar la generación de residuos sólidos del proceso de corte antes de su existencia tiene una importante relevancia ya que se tiene el poder de cambiar y/o tomar decisiones con las cuales es posible ahorrar recursos materiales, mano de obra, tiempo, espacio de almacenamiento, perfeccionar la cadena productiva, así como dar cumplimiento legal.

Con la utilización de la herramienta de simulación, se elaboró el modelo del proceso con las variables involucradas y fue posible determinar la cantidad de residuos sólidos antes del proceso real, en la Tabla 6.1 se muestra la cantidad de residuo por día que resultará al elaborar las vestiduras dependiendo del modelo.

Tabla 6.1 Resultado de la Simulación Realizada a 3 Modelos de Vestiduras.

Parte	Tela Yd	Scrap lb	Vestiduras
A173040EL8MMTG	936	10.623	375
M1G4FJQZEEAA600R62	2683	11.859	1073
M2GPKD3PTHER600R59	4532	9.97	2158

Al conocer la cantidad de los residuos sólidos que resultarán diariamente será posible tomar medidas para planear su manejo, disposición, almacenaje para cumplir con la normativa legal y ambiental.

Es importante anticiparse a las cambiantes políticas de manejo de residuos nacionales e internacionales ya que afectan directamente a esta frontera.

6.1. Recomendaciones

Esta investigación puede ser de utilidad como antecedente para estudios posteriores donde se pueden modelar otros procesos, así como realizarlo con otras variables por ejemplo otros tipos de residuos como residuos peligrosos, así como para costos, consumo eléctrico, mano de obra, etc. no solo en la industria de manufactura de vestiduras automotrices también puede utilizarse en otros rubros en la maquila de esta frontera. También resulta interesante desarrollar este modelo con otros programas por ejemplo el ya mencionado en esta investigación FlexSim, Simcad Pro, etcétera y realizar una comparación de los resultados obtenidos con el programa Extend y con otros softwares.

7. REFERENCIAS

- Alfie C., M. (2002). *El Medio Ambiente en la Frontera México-Estados Unidos: ¿Las ONG Ambientalistas, Nuevos Actores Sociales?* Estudios fronterizos, 3(5), 43-75. Recuperado, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-69612002000100002&lng=es&tlng=es.
- Álvarez, R. M. A. (2017). *Simulación de un sistema de surtido de rollos para el área de corte*. (Tesis de Maestría). CIATEQ. Estado de México. 112 pág.
- Aránguez, E., Ordóñez, J. M., Serrano, J., Aragonés, N., Fernández-Patier, R., Gandarillas, A., & Galán, I. (1999). *Contaminantes Atmosféricos y su Vigilancia*. Revista Española de Salud Pública, 73(2), 123-132. Recuperado de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57271999000200003&lng=es&tlng=es.
- Aragoneses, L. S. & Zarzosa G. H. J. (2020). *Fundamentos de Ingeniería Ambiental y del Agua*. España. Editorial Dextra. <https://elibro.net/es/ereader/itcj/148270?page=4>
- Bianchi, P. & Rodríguez, M. F. J. (Trad.). (2021). 4.0. *La Nueva Revolución Industrial*. 1. Difusora Larousse. Editorial Alianza
- Butler S. (2012). *Barry Commoner: Scientist, Activist, Radical Ecologist*. Green Left, <https://www.greenleft.org.au/content/barry-commoner-scientist-activist-radical-ecologist>
- Comisión Social Consultiva (2004). *Tecnologías Limpias para la Mejora de los Procesos y la Minimización de Residuos en el Uruguay*. Universidad de la República. Uruguay. http://biblioteca.unmsm.edu.pe/redlieds/recursos/archivos/MineriaDesarrolloSostenible/ProduccionLimpia/Tecnologias_limpias_Uruguay.pdf
- Diamond, B., Lamperi, S. & Krahl, D. (2000). “*Extend Professional Simulation Tools*”. San José California: Imagine That, Inc.
- DBGIR, (2020). *Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos* Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). México. Edición: Lucart Estudios S.A. de C.V.

<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554385/DBGIR-15-mayo-2020.pdf>

- Di Stefano M. (2018). *El Asiento del coche: Sus beneficios, su evolución e historia*. M&R, Motor y Racing, 1, 1. <https://www.motoryracing.com/>
- Ecologistas en Acción, (2007). *El gran reto del siglo XXI*, Opinión Albacete. <https://www.ecologistasenaccion.org/10360/el-gran-reto-del-siglo-xxi/>
- Federico N. R. A. (2008). *Hacia las sociedades del conocimiento*. Revista de la educación superior, 37(147), 165-173. Recuperado en 02 de mayo de 2021, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-27602008000300012&lng=es&tlng=es.
- Galadí, E. D. (2022). *La luz que No Queremos: Contaminación Lumínica y Observación Astronómica*. Fundación DESQBRE. El Séptimo Cielo. <https://elseptimocielo.fundaciondescubre.es/disfruta-del-universo/astronomia-para-principiantes/contamilum/>
- Gallego, P. A. González, F. I. Sánchez, G, B. Fernández, H.P Garcinuño, M. R. M. Bravo. Y.C. Pradana, P. J. A. García, M. M.A. Durand, A. J: S. (2013). *Contaminación atmosférica*. Madrid, España. UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia. <https://elibro.net/es/ereader/itcj/48595?page=66>
- Glynn H. J. y W. Heinke G. (1999). *Ingeniería Ambiental*. México. Pearson Educación.
- Gúzman, C. (2021). *Tipos de Contaminación*. Centro Europeo de Postgrado (CEUPE). México. Recuperado <https://www.ceupe.mx/blog>
- Hess, A.A.(2006). *Contaminación Visual, Indicadores de Vallas*. Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2016. https://nanopdf.com/download/contaminacion-visual-indicadores-de-vallas_pdf
- Ilustración de Asientos*. (2022). *The World Leader in Luxury and Performance Seating*. Lear Seating. <https://www.lear.com/technology/seating>
- Ilustración de Asientos del Corvette 70 Aniversario modelo 2023*.(2022). Obtenido de: <https://es.chevrolet.com/performance/corvette>
- Index. (2020). *Un poco de historia*, Consejo Nacional de la Industria Maquiladora y Manufacturera de Exportación, 1, 1. <https://www.index.org.mx/>
- INECC, (2007). Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología (inecc.gob.mx)

- LEEGEPA, DOF, (2022). *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. Diario Oficial de la Federación 1988 última actualización 2022. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf>
- LGPGIR, DOF, (2003). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos* Diario Oficial de la Federación. Secretaria de Gobernación. México https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=688657&fecha=08/10/2003#gsc.tab=0
- LGPGIR, DOF, (2003). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos* Diario Oficial de la Federación (DOF). Secretaria de Gobernación. México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/131748/23_LEY_GENERAL_PARA_LA_PREVENCION_Y_GESTION_INTEGRAL_DE_LOS_RESIDUOS.pdf
- López, P. M. D. (2017). *Identificación de Residuos Industriales*. Madrid, Spain. Ed. CEP, S.L. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/itcj/51106?page=25>.
- Llamas, J. (2020). Tecnología Limpia. Economipedia <https://economipedia.com/definiciones/tecnologia-limpia.html>
- Mariscal, V. A. M (2016) . *Análisis de la Gestión Integral de los Residuos Peligrosos Generados por la Maquiladora desde una Perspectiva de Gobernanza Ambiental Transfronteriza: El Caso de Tijuana, Baja California*. (Tesis de Maestría). El Colegio de la Frontera Norte
- Martín, A. & Santamaría, J. M.(2004). *Diccionario Terminológico de Contaminación Ambiental*. EUNSA. <https://elibro.net/es/lc/itcj/titulos/47436>
- Méndez, Luis. (2021). Lear Amplía sus Operaciones en Coahuila; Invierte 20 mdd. Automotriz Autopartes. México Industry. Imagen tomada de: <https://mexicoindustry.com/noticia/lear-amplia-sus-operaciones-en-coahuila-invierte-20-mdd->
- Mendoza, C. (2019). *Plan de Minimización y Manejo de Residuos Sólidos para una Planta Cementera en Piura*. (Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial y de Sistemas. 137 páginas). Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Industrial y de Sistemas. Piura, Perú. https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4051/ING_625.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Motorpasion , (2016). *El Asiento del Coche es una Obra de Ingeniería Infravalorada: Así es Cómo Influye en su Funcionamiento*. Espacio Toyota. <https://www.motorpasion.com/espaciotoyota/el-asiento-del-coche-es-una-obra-de-ingenieria-infravalorada-asi-es-como-influye-en-su-funcionamiento>
- Muñoz, A, V. & Álvarez. R. J. (2019). *Bases de la Ingeniería Ambiental*. UNED Universidad Nacional de Educación a Distancia. <https://elibro.net/es/ereader/itcj/106548?page=7>
- NOM-161-SEMARNAT-2011, (2011). NORMA Oficial Mexicana. Capítulo 9 https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5286505&fecha=01/02/2013#gsc.tab=0
- FAO & GTIS, (2015). *Estado Mundial del Recurso Suelo*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Grupo Técnico Intergubernamental del Suelo. 2015. Roma Italia. <https://www.fao.org/3/i5126s/i5126s.pdf>
- FAO, (2021). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). *Según la FAO y el PNUMA, el Empeoramiento de la Contaminación del Suelo es una Amenaza para la Producción de Alimentos y los Ecosistemas en el Futuro*. <https://www.fao.org/news/story/es/item/1410485/icode/>
- GetApp, (s/f). Software de Simulación. <https://www.getapp.com.mx/directory/146/simulation/software?page=2>
- Oropeza García Arturo. (2019). *Desarrollo Industrial 2050 Hacia una Industria del Futuro*. México, D.F. Instituto para el Desarrollo Industrial y el Crecimiento Económico, A.C.
- Pérez, R. S. J. (2021) Contaminación Acústica. Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático. Saberes y Ciencias. Número 114 <https://www.atmosfera.unam.mx/contaminacion-acustica/>
- Pérez, V. C.(2011). La Preocupación Legal por el Medio Ambiente. Páginas de información ambiental. ISSN 1577-7960. No. 36, págs. 24-29
- PMC, (s/f). *Simulación Arena*. https://pmcorp.mx/arena/?gclid=CjwKCAjwh4ObBhAzEiwAHzZYU1nMEXlHxk_st0kn12jRxEU9jPdX1zHAJiWRZ3ACjVTNox7UbQRrehoCTyIQAvD_BwE
- Portillo, G, (2022) Contaminación Térmica. Medio Ambiente. Renovables Verdes. <https://www.renovablesverdes.com/contaminacion-termica/>
- ProArgentina. (2005). *Industria del software*. El Cid Editor. <https://elibro.net/es/ereader/itcj/98183?page=2>

- Ríos, R., N. & Valdés, U. J. P. (2020). *Introducción al Modelamiento y Simulación en Ingeniería Química*. Universidad de los Andes. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/itcj/131251?page=20>
- Sears, B. P (1973) *The Closing Circle: Nature, Man & Technology*, 13 Nat. Resources J. 549 <https://digitalrepository.unm.edu/nrj/vol13/iss3/11>
- SEMARNAT, (2012). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México, Compendio de Estadísticas Ambientales Indicadores Clave y de Desempeño Ambiental. Edición 2012. https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_12/07_residuos/cap7_3.html
- SEMARNAT, (2015). *Informe de la situación del medio ambiente en México, Compendio de Estadísticas Ambientales, Indicadores Clave de Desempeño Ambiental y de Crecimiento Verde*. Dirección General de Estadística e Información Ambiental de la SEMARNAT. Ciudad de México
- Silva, J. L. (2011). *Rol de las Ecotecnologías, Tecnologías Limpias y de Tratamiento, en el Control de la Contaminación Generada por las Curtiembres de Trujillo-Perú*. Tesis doctoral. Recuperada de <http://dspace.unitru.edu.pe/>
- Soto, M. V. (1996) *Principios Generales del Derecho Ambiental Internacional*. ILSA Journal of International & Comparative Law: Vol. 3 : Iss. 1 , Article 19.
- Suárez, T. S. & Molina, E. E. (2014). *El Desarrollo Industrial y su Impacto en el Medio Ambiente*. Revista Cubana de Higiene y Epidemiología, ISSN 1561-3003 52(3), 357-363. de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032014000300008&lng=es&tlng=es
- UNEA, (2020). *Industria Manufacturera en México: Lo que Debes Saber*. Universidad de Educación Avanzada. <https://unea.edu.mx/blog/index.php/industria-manufacturera-en-mexico/#:~:text=En%20M%C3%A9xico%20hay%20una%20gran,de%20alimentos%2C%20bebidas%20y%20tabacos>
- Urquía, M. A. & Martín V. C. (2016). *Métodos de Simulación y Modelado*. Madrid, España: Universidad Nacional de Educación a Distancia
- Velázquez, E., & Barragán, I. (2014). *Diseño y Simulación de Dispositivo Automatizado para Extender Rollos de Tela en el Proceso de Corte, Área Automotriz (JCI)*. (2020).CIATEQDIGITAL. Repositorio <http://ciateq.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1020/224>

- Velásquez, R. (2019). Sensibilización Ambiental una Reflexión para la Cultura Sustentable. *Revista Cien. Tecn. Agrollanía*. Vol. 18, 32-40. ISSN: 2665-00-53. <http://www.postgradovipi.50webs.com/archivos/agrollania/VOL18/ARTICULO5.pdf>
- Vicencio, M. A. (2007). *La Industria Automotriz en México: Antecedentes, Situación Actual y Perspectivas*. *Contad. Adm.* [online]. 2007, n.221, pp.209-246. ISSN 0186-1042. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-10422007000100010&lng=es&tlng=es
- Vilet, V. (2021). *El valor de los Residuos*. GTA Ambiental. <https://gtaambiental.com/compactacion-residuos/>
- Villafuerte, P. D. G.(2016). Rediseño de Layout y Mejoramiento en el Flujo de Materiales en Áreas de Producción de Costura y Tapicería de una Fábrica Autopartista. Tesis digital de Licenciatura Ingeniero en Diseño Industrial. Universidad Central del Ecuador. Editorial Quito: UCE. 271 hojas, <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/8085>
- Villanueva, C.J. (2008), Manufacturing Simulation, Key in Decision-Making. 83 (4), (221-227). Ed. DYNA.
- Villavicencio, A. (2021). *Neoliberalizando la Naturaleza: el Capitalismo y la Crisis Ecológica*. Madrid, Ediciones Akal. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/itcj/176741?page=21>.
- Yances, L. (2013). *El Entorno Histórico de la Ciudad de Cartagena Opacado por la Contaminación Visual Comercial*. *Aglala*, 4(1), 72-92. <https://revistas.curn.edu.co/index.php/aglala/article/view/733>
- Zapata, J. (s.f). *Tipos de Simulación*. Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño. Extensión Maracay. <https://iupsmsimulacion.wordpress.com/tipos-de-simulacion/>