

Proyecto de mejora en un taller de herramientas

Paul Hamlet Navarro-Burgos, Teresa Carrillo-Gutiérrez, Karla Frida Madrigal-Estrada.

^a Universidad Autónoma de Baja California, navarro.paul@uabc.edu.mx, Tijuana, Baja California, México.

^b Universidad Autónoma de Baja California, tcarrillo@uabc.edu.mx, Tijuana, Baja California, México.

^c Universidad Autónoma de Baja California, kmadrigal@uabc.edu.mx, Tijuana, Baja California, México.

Resumen

Este trabajo es resultado de un proyecto de vinculación con valor en créditos en la licenciatura en ingeniería industrial. El objetivo básico del proyecto es mejorar un taller de herramientas en una empresa manufacturera dedicada a perfiles de aluminio. El proyecto se realiza en el área especializada en la fabricación y reparación de dados de extrusión de aluminio, troqueles, y otros aditamentos especiales, por medio de procesos CNC, EDM y convencionales.

Se utilizaron técnicas de 5'S, balanceo de líneas, estudio de tiempos entre otras. Se implementaron ayudas visuales, hojas de operación, diseños de estaciones de trabajo y registros de trazabilidad interna. También se realizó el análisis y aplicación de un estudio en la reducción de desperdicio. La realización de este proyecto es de importancia para la empresa porque se realizaron las mejoras en la optimización de su taller de herramientas y en sus productos.

Palabras clave—proyecto, mejora, taller de herramientas.

Abstract

This article is the result of a linking project with value in credits in the degree in industrial engineering. The basic objective of the project is to improve a tool workshop in a manufacturing company dedicated to aluminum profiles. It is the area specialized in the manufacture and repair of aluminum extrusion dies, and other special accessories, through CNC, EDM and conventional processes.

5'S techniques, line balancing, time study, among others, were used. Visual aids, operation sheets, workstation designs and internal traceability records were implemented. The analysis and application of a study on waste reduction was also carried out. The realization of this project is of importance for the company because improvements were made in the optimization of its tool workshop and its products.

Keywords—improvement, project, tools workshop.

1. INTRODUCCIÓN

La empresa fue fundada en 1991 por un tijuaneño. Es una de las empresas más importantes y líder en México y

Norteamérica en la manufactura de perfiles de aluminio, brindando soluciones que se adaptan a las necesidades específicas de sus nuestros clientes, alcanzando un nivel de calidad y excelencia en cada proceso.

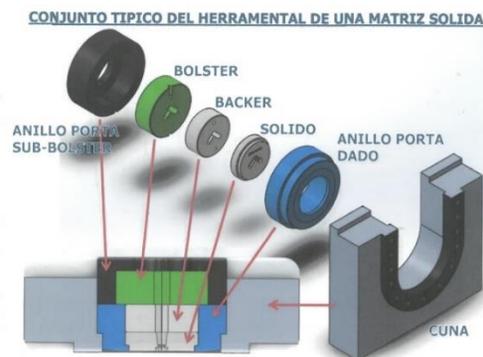
En la actualidad, con sus 30 años de experiencia, el 75% de sus clientes se encuentran en Estados Unidos, así como el 12% en Canadá, 8% en México y el 5% en Nueva Zelanda y Australia. Desarrolla operaciones en sus diversas plantas, las que incluye Planta 1, Planta 2, Planta 3, y Transformadora, estas cuatro plantas ubicadas en diferentes puntos de la zona de Santa Fe en Tijuana. La Planta Transformadora tiene la peculiaridad que está dedicada a la sustentabilidad y reducción de desperdicios de la empresa. Cuenta con una quinta planta, que es Planta Norte, misma que está ubicada en El Florido, Tijuana. El taller de herramientas (toolroom), inicialmente estaba operando en Planta 3, pero por su expansión, movieron operaciones a la Planta Norte.

Dados de extrusión

El taller de herramientas (toolroom) es el área del departamento de maquinado CNC que está dedicada a trabajos especializados y críticos, utilizando maquinaria para operaciones, lo que va desde convencionales, maquinado CNC, y maquinado EDM, para tener así los productos esperados por los clientes. Los productos van desde troqueles, aditamentos especiales para cualquier área, pero el trabajo especializado va más enfocado a la fabricación y diseño de dados de extrusión de aluminio.

Los dados de extrusión de aluminio sólido están divididos en anillo, feeder, bolster, backer y pastilla (sólido), según se muestra en la figura 1.

Fig. 1. Estructura de dado de extrusión de aluminio sólido.



En este ensamble puede existir la variante de remplazar la pastilla por el conjunto de un macho y hembra, cuando se trata de la extrusión de perfiles de aluminio huecos. Los dados son fabricados con metal H13, y varían sus dimensiones entre 10" 13" y 16" de diámetro con diferentes espesores.

Los diferentes tipos de dados son los siguientes:

- Sólido
- Hueco
- Puente hundido

Fig. 7. Delimitación de área de maquinaria.



También se realizó una asignación de espacios específicos para cada material, proceso, área de trabajo, en los carros de traslado de herramienta, se delimitó los espacios específicos para cada material, se elaboró etiquetas rojas y amarillas, y se llevó un perfecto control de orden y limpieza.

Un ejemplo de un mueble delimitado e identificado en cada uno de sus partes e ubicación es mostrado en la figura 7.

Fig. 7. Delimitación de área de muebles.



Separación de residuos

En esta fase, el enfoque fue principalmente el tener un manejo adecuado y correcto de todos los residuos en el taller de herramientas, desde las sustancias químicas hasta el refrigerante, aceite, y agua anodizada de las diferentes maquinarias convencionales, CNC y EDM. De este modo logramos el reducir la contaminación del medio ambiente, y adicional evitamos accidentes internos al no ser mezclados ni acomodados incorrectamente las sustancias químicas, también señalizándolos según las Normas Mexicanas [1], [2], [3] y [4], utilizando sus nuevas simbologías.

Fig. 8. Simbología vigente.



Mantenimiento y cambios de filtros

Para el cumplimiento de los estándares del productor de las máquinas, y tener una mejor operatividad, resultados y control de residuos de las máquinas se optó por establecer diferentes periodos de mantenimiento y cambios de filtros, para cada una de las máquinas, según inspecciones y revisiones diarias, semanales, mensuales, semestrales y anuales, dependiendo el nivel crítico de cada filtro o área a inspeccionar.

Un ejemplo sería el checklist de inspección rápido diario, que consta de 2 páginas y una tercera de puntos críticos, como se muestra en la figura 9. Y otros más complejos como lo es el mensual, figura 10.

Fig. 9. Checklist de inspección rápido diario.

FOOLROOM - PLANTA NORTE
Checklist de Inspección de Maquinado Especializado: CNC y EDM

Máquina Inspeccionada:	Fecha:
Tipo de Máquina: CNC <input type="checkbox"/> EDM <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/> Específico:	Inspector:
1. Filtros	
¿Filtros asociados se encuentran en buenas condiciones?	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Las acciones tomadas, ¿solucionaron el problema? (anotar en su caso)	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Especifique acciones correctivas o preventivas:	
2. Refrigerantes, Agua y/o Aceite	
¿Los Niveles de Refrigerantes, Agua o Aceite, según correspondan, son los adecuados?	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
De ser necesario, bajo la supervisión de mi Coordinador ¿Abastecí la máquina para que cumpla con los niveles adecuados?	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Describa las acciones preventivas o correctivas tomadas:	
3. Cumplimiento de 5S	
¿Las máquinas tienen identificaciones de 5S, y se cumplen adecuadamente?	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
¿El área de trabajo se encuentra limpia, lo que incluye Máquina, Mesas de trabajo, piso abastecedor, etc.?	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Describa las acciones preventivas o correctivas tomadas:	
4. Material y Herramientas	
¿La Máquina, cuenta con todas sus herramientas y material indispensable?	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Describa las acciones preventivas o correctivas tomadas, así como listado de faltantes:	

Fig. 10. Checklist de inspección rápido mensual.

FECHA:	DE:	A:	ANO:	2019													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>INDICADOR</th> <th>ENERO</th> <th>FEBRERO</th> <th>MARZO</th> <th>ABRIL</th> <th>MAYO</th> <th>JUNIO</th> <th>JULIO</th> <th>AGOSTO</th> <th>SEPTIEMBRE</th> <th>OCTUBRE</th> <th>NOVIEMBRE</th> <th>DICIEMBRE</th> </tr> </thead> </table>					INDICADOR	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
INDICADOR	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE					
EN CASO DE QUE FALLE ALGUN PUNTO																	
1	Papel del sensor de resistencia al agua manchado (batería de electricidad), etc.																
Inspección Semanal																	
2	El Fluido cambia en el tanque de trabajo.																
3	Se ha gastado C.																
4	Condensador de agua manchado en la unidad de enfriamiento.																
5	Fichas depositadas dentro del tanque de suministro.																
6	Sello de tubo deslucido.																
7	Manguera aspirador.																
Inspección Dos Meses																	
8	Bomba circular.																
Repare y Limpie																	

Quedando de esta forma como procesos establecidos y obligatorios, asignados al coordinador del taller de herramientas, para que se efectúe en tiempo y forma.

Sustentabilidad

En el marco de la implementación de la sustentabilidad, iniciamos con la separación de materiales procesados, para poder reactivar el círculo económico (economía circular) y sustentable, es decir en el área de separación de residuos, se separan los materiales más comunes, como lo es:

- Aluminio
- Acero H13
- Cobre
- Delrin

Entre ellos está el aluminio, que es el principal metal que utilizamos en la empresa para la fabricación de los perfiles de aluminio, entonces todo este desperdicio al ser maquinado, o todo el scrap de aluminio, ya que no lleva alteraciones, se llevan a la planta transformadora, donde el aluminio inicia su proceso adecuado para ser fundido y convertido nuevamente en un lingote de aluminio. Es la misma operatividad que se les da a los otros materiales como el cobre.

Fig. 11. Planta transformadora de ABC.



Análisis de procesos, estudio de tiempos y balanceo + Kaisen

Para poder tener una mejor eficiencia en los procesos especializados de la fabricación de dados de extrusión de aluminio, se realizó un análisis del proceso actual, buscando optimizar los tiempos de respuesta, y eficacia en lograr una línea continua de fabricación, por ellos se tomaron las siguientes decisiones.

Para la ruta de fabricación, se decidió el siguiente orden, dando una mejor operatividad y reducción de tiempos:

- Recepción de requisición, con pedimento, e información completa
- Elaboración de diseño 3D, planos, ruta de fabricación e inspección
- Aprobación de planos y ruta
- Entrega a coordinador de toolroom
- Corte en sierra de banda

- Inspección diámetro y espesor con medidas compensadas
- Maquinado en torno
- Inspección de medidas críticas y compensadas
- Maquinado CNC
- Inspección de cavidades, cámaras, marcado, alineación, etc.
- Fresadora
- Inspección de barrenos
- Marcado manual
- Inspección completa
- Templado (externo)
- Revisión de templado
- Rectificado en torno
- Inspección diámetro, espesor
- Sinker EDM
- Inspección espesores
- Wire EDM
- Inspección frenos
- Pulido
- Inspección final
- Generación de certificados
- Ensamble con su conjunto
- Flejado con proceso certificado
- Envío a cliente
- Notificación a cliente de envío y facilitar copia de documentación en digital vía correo electrónico.

Para estos procesos se designó una ruta de trabajo, la misma que lleva áreas de inspección.

Fig. 12. Ruta para fabricación.

FECHA DE INICIO	# DE ORDEN	# PEDIMENTO	# DADO
3 June 2021	DA0041	3737	107295
# COPIA	BOLSTER	DIAMETRO	ESPESOR
017	O62	10"	2"
PERFIL			
FABRICACION DE:			
PASTILLA	BANKER	BOLSTER	MARCHO
1			
OPERACION 1		SIERRA DE BANDA	
FECHA INICIO	HORA DE INICIO	HORA DE TERMINO	FECHA TERMINO
PROCEDIMIENTO:			
DEJ. DE 0.200" A 0.300" DE MAS EN ESPESOR AL REALIZAR CORTE. TENSION DE BANDA: 1,200 A 1,220 SP/CD			
BLADE: 185. FEED RATE: 3 A 4. TRAZAR LINEAS DE SEGUIMIENTO DE SIERRA EN AREA DE CORTE.			
MIDA ALEATORIAMENTE 4 LADOS DEL CORTE Y MARQUELOS 1: _____ 2: _____ 3: _____ 4: _____			
COMENTARIOS:			TOOLMAKER
OPERACION 2		TORNO	
FECHA INICIO	HORA DE INICIO	HORA DE TERMINO	FECHA TERMINO
PROCEDIMIENTO:			
HACER DIAMETRO EXTERNO Y ESCALON DEJANDO 0.010" ARRIBA DE LA NOMINAL. DEJAR 0.020" ARRIBA DE LA NOMINAL EN ESPESOR Y DEJAR CHAMFER Y RANURA FINAL.			
COMENTARIOS:			TOOLMAKER

En la cual ya se viene solicitando puntos críticos de inspección, mismos que deben de ser validados por el toolmaker, y el coordinador cuando aplique.

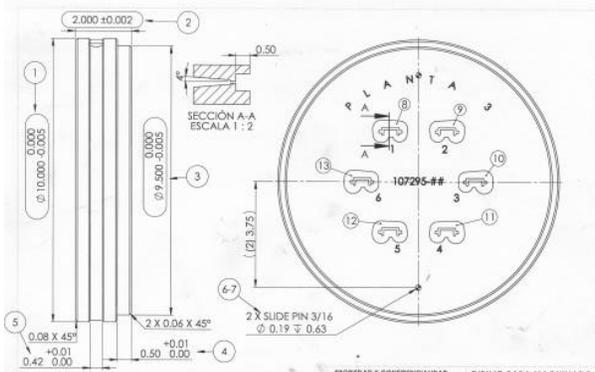
resultados de la mejor manera para disminuir tiempos muertos, y un proceso alineado y eficaz.

Fig. 13. Puntos críticos de inspección.

OPERACIÓN 6				REVISIÓN DE TEMPLADO			
FECHA INICIO	HORA DE INICIO	HORA DE TÉRMINO	FECHA TÉRMINO				
PROCEDIMIENTO:							
REVISAR EN LOS MISMOS LUGARES DONDE REVISÓ EL PROVEEDOR Y REVISAR EN AL MENOS OTROS 5 LUGARES, PONER EN COMENTARIOS EL RESULTADO MÁS BASTO Y EL MÁS BUENO.							
COMENTARIOS:							
TOOLMAKER:							
CARA FRONTAL	TORSIÓN: -		TORSIÓN AL CENTRO				
CARA POSTERIOR	TORSIÓN: -		TORSIÓN AL CANTILLO				
OPERACIÓN 7				TORNO			
FECHA INICIO	HORA DE INICIO	HORA DE TÉRMINO	FECHA TÉRMINO				
PROCEDIMIENTO:							
DEJAR NOMINAL DIÁMETROS EXTERIORES Y REBAJAR 0.000" SOBRE MEDIDA NOMINAL EN AMBAS CARAS							
MEDIDA ESPESOR							
DIÁMETRO							
ESCALON							
TORSIÓN: -							
COMENTARIOS:							
TOOLMAKER:							
OPERACIÓN 8				SINKER EDM			
FECHA INICIO	HORA DE INICIO	HORA DE TÉRMINO	FECHA TÉRMINO				
PROCEDIMIENTO:							
ESTAR PRESENTE EN TODO MOMENTO QUE LE ELECTRODO ESTE EN LA POSICIÓN CORRECTA Y NO ESTE MAQUINANDO DESGASTADO DE LO CONTRARIO REBAJARE							
ÁREA PROTECTADA							
0.0983"							
COMENTARIOS:							
TOOLMAKER:							

Estas rutas también cuentan con el área de inspección de una de sus partes críticas que son los frenos. Además, los planos se crean ya señalizados con puntos a ser inspeccionados, y divididos en páginas para una mejor apreciación, además de que son procesos amplios sus procesos y puntos a maquinar.

Fig. 14. Planos con puntos a ser inspeccionados.



En las hojas de inspección final están numeradas las áreas según el plano, y agregamos las medidas nominales, así como sus tolerancias indicando específicamente cual es la mínima y máxima, y con qué instrumento de medición debe de ser revisado, así disminuyendo variaciones y errores.

Se decidió, después del análisis de tiempos, para entregar un dado de extrusión a nuestro cliente, debemos considerar diferentes temas, pero tenemos un alcance de 21 días para la fabricación de un dado nuevo y 13 días para la fabricación de copias de dados, de los que ya hemos fabricado, y ya tenemos planos, diseños y programas de las maquinas especializadas. Por el nivel crítico de maquinado, y ya considerando márgenes específicos, se optó como estos el límite máximo y alcanzable para entregar a nuestros clientes el ensamble de un backer y pastilla. Estos fueron los

Implementación de trazabilidad interna

Después de analizar e implementar el proceso adecuado de proceso de fabricación, se lleva un registro digital a través de Google Drive, con restricciones de cuentas, de los procesos que se estaban llevando en producción, para tener en tiempo real, que se está realizando, cuál es su estado actual y en qué proceso, con qué operador se encuentra, así se logró tener una mejor respuesta y exacta con los clientes. Y no solo eso, también el tener a la mano cuánto tiempo dura cada operador en cada proceso, y tener trazabilidad de cada paso durante el maquinado de producción de los dados de extrusión de aluminio, que son críticos.

Fig. 15. Ejemplo de Trazabilidad interna.

TRAZABILIDAD INTERNA DE DATOS												META DADOS NUEVOS		21 DIAS		Wednesday 13 October 2022	
ALUMINUM SOLUTIONS												COPIAS		13 DIAS			
TOOLROOM PLANTA NORTE												EFICIENCIA PRODUCTIVA 93.62%		CORTE			
OP	COPIA	FECHA RECEPCION	FECHA COMPROMISO	PROCESO (DIA)	DIAS LAB TRABAJADOS	PROCESO SUJERTE	FECHA ACTUAL	ESTADO DE ORDEN	PORCENTAJE DE AVANCE	FECHA	TECNICO	FECHA					
OKER	NUEVO	26 Jul 21	13 Aug 21	74	74	RE-TRABAJADO	05 Oct 21	RETRABAJADO	92.21%	29 Jul 21	Albaham	02 Aug 21					
ITELIA	COPIA	07 Sep 21	22 Sep 21	32	32	RE-TRABAJADO	23 Sep 21	RETRABAJADO	61.54%	08 Sep 21	Cesar	08 Sep 21					
OKER	COPIA	07 Sep 21	22 Sep 21	32	32	RE-TRABAJADO	03 Oct 21	RETRABAJADO	92.21%	08 Sep 21	Cesar	08 Sep 21					
ITELIA	COPIA	07 Sep 21	22 Sep 21	32	32	TEMPLE	08 Oct 21	TEMPLE	46.15%	07 Sep 21	Cesar	10 Sep 21					
WCHO	NUEVO	21 Sep 21	15 Oct 21	26	26	TORNO	21 Sep 21	A TEMPLE	7.69%	21 Sep 21	Cesar						
OKER	NUEVO	29 Sep 21	23 Oct 21	13	13	TEMPLE	08 Oct 21	A TEMPLE	46.15%	09 Oct 21	Miguel B	05 Oct 21					
OKER	NUEVO	29 Sep 21	23 Oct 21	13	13	TEMPLE	01 Oct 21	A TEMPLE	46.15%	20 Sep 21	Miguel B	05 Oct 21					
ITELIA	NUEVO	29 Sep 21	23 Oct 21	13	13	CNC	08 Oct 21	A TEMPLE	15.38%	06 Oct 21	Miguel B	06 Oct 21					
OKER	NUEVO	29 Sep 21	23 Oct 21	13	13	TEMPLE	08 Oct 21	A TEMPLE	46.15%	07 Oct 21	Miguel B	05 Oct 21					
STER	NUEVO	29 Sep 21	23 Oct 21	13	13	TORNO	28 Sep 21	A TEMPLE	7.69%	30 Sep 21	Jonathan	05 Oct 21					

En este formato de trazabilidad interna, las fórmulas hacen los cálculos por automático, contemplando nuestros días laborales, desde la fecha de recepción, dando una fecha de entrega al cliente, y con indicadores que van marcando en qué estado esta el proceso, de esa línea de fabricación específica; es decir, retrasado o a tiempo, y va marcando el porcentaje de avance de cada línea de producción. En cada proceso se registra cuándo fue finalizado y por cual operador. Si el proceso fue hecho en las fechas establecidas para ese producto, en automático se pone la casilla en verde, de lo contrario en rojo. También ayuda con los indicadores de eficiencia, productividad y desperdicios (scrap).

Gestión visual Andon

Se busca tener un mejor entendimiento de las cosas, por ellos se opta por utilizar Andon, ya que las personas entendemos las cosas mucho mejor con ayudas visuales, un 83% para ser exactos. De tal manera, para todos los procesos se busca la manera de que pueda ser gráfico y visual, utilizando códigos de colores en las delimitaciones de área, colores semáforo para status de órdenes, colores en las rutas de fabricación, dependiendo que es, si es un troquel, una pastilla, un backer, macho, hembra feeder, las combinaciones de colores siempre son diferentes, tanto del folder, como de las hojas y formatos, para que a simple vista pueda ser identificado.

3. CONCLUSIONES

Durante la estadía y la aplicación del proyecto de vinculación, se pudieron denotar cambios y diferencias, que sin duda impulsaron a la mejora continua en el taller de herramientas (toolroom) de la empresa. Aun que éste es un reporte simplificado, se puede denotar el gran alcance que hubo, porque los clientes internos y externos, ahora están más satisfechos con los tiempos de respuesta, la calidad en los productos, y los certificados de calidad que se entregan.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradezco a la empresa por las facilidades prestadas durante mi estadía, como equipo de trabajo y recursos meramente indispensables.

Agradezco a mis compañeros de trabajo en la empresa, al Gerente del taller de maquinado y a mis compañeros: Ing. de proceso, Ing. Diseño e Ing. de Programación, por su calidez, y orientación, pero principalmente por su guía e intervención, y sobre todo apoyo en cada una de mis dudas durante el proceso de implementación del proyecto.

Sin duda a la Dra. Teresa Carrillo Gutiérrez, mi asesora del proyecto, y quien a su vez me ha guiado durante mi carrera, siendo mi tutora académica, y actualmente también Coordinadora de la carrera en la Facultad, siempre resolviendo dudas y sumando esfuerzos aun fuera de horarios laborales.

Gracias a la Facultad de Ciencias Químicas e ingeniería (FCQI) de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), por darme los medios y guía a través de los docentes a lo largo de mi vida universitaria, y a las instituciones con las que tiene vínculos para las certificaciones como lo es Lean Six Sigma Institute (LSSI)

A mi familia, mis hermanos porque ellos son los que me dan los recursos y medios para lograr mis metas y objetivos, así como su intervención en cada una de mis dificultades. Cabe mencionar que vengo de una familia donde todos somos Ingenieros quienes aportan ideas, y los que no son Ingenieros son profesionistas de la salud, quienes ayudan en la aplicación de normas, y métodos de salud ocupacional en mi proyecto.

Gracias a mi Padre, Ing. Paul Navarro García (1971-2020), quien hoy se encuentra en el eterno oriente después de una gran batalla durante esta pandemia de SARS-COV2, mi ejemplo de vida. Mi Madre, ejemplo de fortaleza y perseverancia.

4. REFERENCIAS

- [1] DE TRABAJO, P. E. L. C. NORMA Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2015, Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo. Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos. -Secretaría del Trabajo y Previsión Social.
- [2] Fluidos, e. identificación de riesgos por; tuberías, conducidos en. Secretaría del trabajo y previsión social.
- [3] Mexicana, N. O. NOM-054-SEMARNAT-1993, que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos. *Publicada en DOF el, 22.*
- [4] Mexicana, N. O. (1993). NOM-052-SEMARNAT-1993. *Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente. Octubre, 22.*