

**EVALUACIÓN DE LAS TALADRINAS AGOTADAS GENERADAS EN LA INDUSTRIA
METAL-MECÁNICA DE BUCARAMANGA Y SU ÁREA METROPOLITANA**

IVONNE ASTRID VILLAMIZAR PALOMINO

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
BUCARAMANGA**

2008

**EVALUACIÓN DE LAS TALADRINAS AGOTADAS GENERADAS EN LA INDUSTRIA
METAL-MECÁNICA DE BUCARAMANGA Y SU ÁREA METROPOLITANA**

IVONNE ASTRID VILLAMIZAR PALOMINO

Monografía para optar el título de Ingeniero Sanitario y Ambiental

Director

MARTHA ROCIO MANTILLA ARDILA

Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ESCUELA DE INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL

BUCARAMANGA

2008

NOTA DE ACEPTACION

El presente trabajo satisface los requisitos exigidos para obtener el titulo de ingeniero Sanitario y Ambiental.

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

AGRADECIMIENTOS

Al culminar este proyecto el autor desea agradecer a Dios por que es el ser que nos da cada día y a todas aquellas personas que brindaron su ayuda para hacer posible esta relación. Entre ellas a:

Martha Mantilla, Ingeniera Civil y directora del proyecto, gracias.

Gustavo Mantilla, Blanca Mary Merchán, Yusara C, y Héctor Amado funcionarios de la Corporación Autónoma Regional para la defensa de la meseta de Bucaramanga, CDMB. Por su paciencia y dedicación, gracias por sus valiosos aportes.

Jorge Enrique Barrero E, por su colaboración y apoyo incondicional en la realización del proyecto.

A todas las empresas del sector metal-mecánico por su colaboración.

Dedico este triunfo en mi vida a Dios por que nos da cada día una esperanza de superación, a mis padres Néstor Y María Elena, ya que son el eje principal de mi vida y formación, A mi novio Mario Duran, Por su apoyo incondicional y a todos aquellos quienes me brindaron su apoyo.

Ivonne Astrid Villamizar Palomino

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	17
1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	19
1.1 OBJETIVO GENERAL	19
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
2. GENERALIDADES DE LA INDUSTRIA METALMECÁNICA.....	20
3. MARCO TEÓRICO	22
3.1 RESIDUOS PELIGROSOS - RESPEL	22
3.1.1 Marco de Normatividad Ambiental, RESPEL	23
3.1.2 Clasificación de los Residuos Peligrosos – RESPEL.....	32
3.2 ACEITES USADOS.....	39
3.2.1 Aceites Lubricantes Usados.....	41
3.2.2 Características De Los Aceites Usados.....	43
3.2.3 Clases De Aceites Usados.....	45
3.3 ACEITE INDUSTRIAL USADO	47
3.4 TALADRINA AGOTADA	48
3.4.1 Aceites Solubles (Taladrina).	49
3.4.2 Composición de la Taladrina Agotada.....	50
3.4.3 Procesos Industriales.....	51
3.4.5 Ciclo Estructural De la Cadena	53
3.4.6 Distribución De Los Establecimientos en Santander.....	55
3.4.7 Establecimientos Industriales Según Su Tamaño En Santander.....	57
3.4.8. Influencia del factor tecnológico en los subsectores de Interés	58
4.1 VALORACIÓN DE LAS TALADRINAS AGOTADAS.....	62
4.2 DIAGNÓSTICO DE TALADRINA AGOTADA.....	62
4.3 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA TALADRINA AGOTADA	63
4.4 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	66
5. DIAGNOSTICO DE LAS TALADRINAS AGOTADAS	68
5.1 ESTADÍSTICAS OBTENIDAS DE LAS ENTREVISTAS REALIZADAS.....	68

5.1.1	Encuesta a Proveedores.....	69
5.1.2	Encuesta a Consumidores	73
	Fuente: Autor	78
	5.2 CHECK LIST (LISTA DE CHEQUEO)	78
5.2.1	Gestión General (Certificaciones Obtenidas Por El Sector Metal-Mecánico).....	79
5.2.2	Identificación De Los Procesos Generadores	80
5.2.3	Registro de La Legislación Y Regulaciones Medioambientales.....	92
5.2.4	Cantidad De Aceite Soluble (Taladrina) Consumidos En AMB.....	93
5.2.5	Otros Residuos Generados	96
5.2.6	Otros Aspectos.....	98
5.2.7	Problemas Del Uso Inadecuado de las Taladrinas.....	101
	6. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE LAS TALADRINAS AGOTADAS.....	106
	6.1 CARACTERIZACIÓN DE LA TALADRINA AGOTADA	106
6.1.1	Análisis de los Parámetros Químicos	106
6.1.2	Análisis De Los Parámetros Físicos.....	110
	7. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	114
	7.1 ALTERNATIVAS PARA CAMBIO DE PROCESOS	115
7.1.1	Mecanizado en seco o "COLD CUT".....	115
7.1.2	Mecanizado con la Mínima Cantidad de Lubricante (MQL).....	116
7.1.3	Mecanizado a Alta Velocidad.....	117
	7.2 ALTERNATIVAS DE REDUCCIÓN EN LA FUENTE.....	117
7.2.1	Estrategias de Reducción en la Fuente para las Micro y Pequeñas Empresas.....	118
7.2.2	Alternativas de Reducción en la Fuente Para La Mediana y Gran Industria.....	119
	7.3 ALARGAMIENTO DE LA VIDA UTIL DE LAS TALADRINAS (Reducir y Volver a Usar)	121
7.3.1	Disminución de arrastres de taladrinas y derrames.....	123
7.3.2	Aplicación correcta de las taladrinas.....	123
7.3.3	Implicar Al Proveedor.....	124
7.3.4	Generalidades de los Problemas, Causas y Soluciones con los Fluidos de Corte.....	124
	7.4 TECNOLOGÍAS DE CONTROL.....	125

7.5. PLANTA DE PRE-TRATAMIENTO DE EMULSIONES (TALADRINA AGOTADA)	126
CONCLUSIONES	128
RECOMENDACIONES	131
BIBLIOGRAFIA	132

LISTA DE GRÁFICAS

GRÁFICA 1. Clasificación Por Naturaleza.....	43
GRÁFICA 2. Clasificación de los Aceites Usado.....	45
GRÁFICA 3. Clasificación de los Fluidos de Corte.....	46
GRÁFICA 4. Subsectores de la Industria Metal-Mecánica.....	59
GRÁFICA 5. Ciclo Estructural.....	51
GRÁFICA 6. Participación En Producción Bruta Industrial.....	53
GRÁFICA 7. Distribución Por actividad En Santander.....	55
GRÁFICA 8. Metodología -Diagrama De Flujo 1.....	61
GRÁFICA 9. Diagrama de flujo para la obtención de las muestras y análisis.....	62
GRÁFICA 10. Distribución por CIIU de las 545 empresas encuestadas.....	65
GRÁFICA 11. Grupos Encuestados.....	66
GRÁFICA 12. Resultados Obtenidos en Encuesta a 73 Posibles Proveedores de taladrina.....	66
GRÁFICA 13. Distribución de los Diferentes Proveedores Según el Tipo de Comercialización.....	67
GRÁFICA 14. Línea de comercialización del aceite soluble.....	68
GRÁFICA 15. Encuesta – Resultados.....	69
GRÁFICA 16. Distribución de los proveedores en la cadena de comercialización de aceite soluble (Taladrina).....	69
GRÁFICA 17. Empresas Metalmecánicas Que No Usan Taladrinas.....	70
GRÁFICA 18. Empresas-No Colaboraron.....	71

GRÁFICA 19. Relación de Tamaño de Empresa con Proceso de Certificación.....	76
GRÁFICA 20. Tipo de Maquinaria utilizada en Subsectores De La Industria Metal-Mecánica.....	78
GRÁFICA 21. Categorías de los Diagramas de Flujos (Procesos Productivos).....	79
GRÁFICA 22 .Proceso Productivo-Categoría Mantenimiento y Reparación de Maquinaria y Equipos.....	80
GRÁFICA 23.Proceso Productivo –Categoría Mantenimiento Reparación de Automotores.....	82
GRÁFICA 24. Procesos Productivos – Categoría Fabricación de Maquinaria Herramienta.....	82
GRÁFICA 25. proceso Productivos –Categoría Fabricación de autopartes.(metal-caucho).....	83
GRÁFICA 26. Proceso Productivo –Categoría Fabricación de válvulas y grifos (instalación de Gas Natural).....	84
GRÁFICA 27. Proceso Productivo –Categoría Fabricación de Maquinaria Agroindustrial.....	84
GRÁFICA 28. Proceso Productivo –Categoría Fabricación de equipo médico.....	85
GRAFICA 29. Ubicación Bancada	88
GRÁFICA 30. Esquema de un Proceso Habitual de Mecanizado con Taladrinas en Circuito Cerrado.....	89
GRÁFICA 31. Conocimiento De la Legislación En LA Industria Metal-Mecánica De Bucaramanga Y Su Área Metropolitana.....	90
GRÁFICA 32. Disposición Final Actual De Las Taladrinas Agotadas En AMB.....	91

GRÁFICA 33. Consumo De Taladrina Al 5% y Generación de Residuos Calculando Perdidas del 8%.....	91
GRÁFICA 34. Relación entre el tamaño de la empresa y su consumo de aceite soluble...93	
GRÁFICA 35. Relación existente entre el número de empresas visitadas y la utilización de protección personal.....	96
GRÁFICA 36. Equipo de protección personal mas usado en el sector metal-mecánico....	96
GRÁFICA 37. Problemas Del Destino Final De La Taladrina Agotada.....	100
GRÁFICA 38. Resultados de parámetros fundamentales pH (ver anexos 4 resultados de laboratorio de agua y suelos CDMB).....	104
GRÁFICA 39. Resultados de parámetros Complementarios Conductividad (ver anexos 4 resultados de laboratorio de agua y suelos CDMB).....	104
GRÁFICA 40. Resultados de parámetros Complementarios Contenido de metales pesados (ver anexos 4 resultados de laboratorio de agua y suelos CDMB).....	105
GRÁFICA 41. Resultados de parámetros Complementarios Contenido de metales pesados (ver anexos 4 resultados de laboratorio de agua y suelos CDMB).....	105
GRÁFICA 42. Resultados De Parámetros físicos viscosidad de Hoppler Muestra 1.....	107
GRÁFICA 43 . Resultados De Parámetros físicos viscosidad de Hoppler Muestra 2.....	107
GRÁFICA 44. Resultados De Parámetros físicos viscosidad de Hoppler Muestra 3.....	108
GRÁFICA 45. Resultados De Parámetros físicos viscosidad de Hoppler Muestra 4.....	108
GRÁFICA 46. Resultados De Parámetros físicos viscosidad de Hoppler Muestra 5.....	108
GRÁFICA 47. Pirámide –jerárquica EPA.....	110
GRÁFICA 48. Esquema de Pre-tratamiento.....	123

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. Normatividad a nivel nacional de residuos sólidos.....	28
TABLA 2. Lista De Residuos O Desechos Peligroso Por Proceso o Actividad.....	31
TABLA 3. Listas según la corriente de residuo.....	35
TABLA 4. Composición de los Aceites Solubles	48
TABLA 5. Distribución Por actividad En Santander.....	53
TABLA 6. Clasificación Por Tamaño De Empresas Inscritas – Noviembre 2007.....	56
TABLA 7. Metodología Aplicada	63
TABLA 8. Formato Lista De Chequeo.....	71
TABLA 9. Distribución según tamaño.....	76
TABLA 10. Residuos que se generan al tornar, taladrar y fresar	93
TABLA 11. Parámetros De Comparación De Aceites Puros Con Aceites Emulsionables o Soluble.....	98
TABLA 12. Problemas Vs. Causa	99
TABLA 13 .parámetros de calidad del agua empleada	118
TABLA 14. Relación de las problemáticas, con las causas y sus soluciones.....	120

LISTA DE CUADROS

CUADRO 1. Procesos Productivos De La Fabricación De Productos Metálicos.....	57
------------------------------------------------------------------------------	----

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. Formato carta a proveedores.....	131
ANEXO B. Formato carta a consumidores.....	132
ANEXO C. Encuesta a posibles proveedores.....	133
ANEXO D. Encuesta a posibles consumidores.....	144
ANEXO E. Listas de chequeo existentes.....	205
ANEXO F. Resultados de los parámetros físico químicos CDMB.....	430
ANEXO G. Hoja de seguridad de la taladrina agotada.....	436

RESUMEN

La gestión integral, tiene por objeto prevenir la generación de residuos o desechos peligrosos, así como regular el manejo de los residuos o desechos generados, con el fin de proteger la salud humana y el ambiente.

Este concepto de la integración del factor medioambiental en todas las políticas sectoriales, es un principio esencial de la acción y contribución para la toma de conciencia frente a la situación medio ambiental global; es por esto que la implementación de técnicas de estudio, planes y programas tendientes a lograr una recuperación, recolección, transporte y aprovechamiento de los residuos peligrosos de la industria metal mecánica, generará grandes beneficios económicos, ambientales y sociales, minimizando al máximo su impacto ambiental y aportando medidas orientadas a la reducción en la producción de las mismas, tanto en cantidad como en peligrosidad.

El trabajo se inició realizando la selección de las empresas del sector metal-mecánico, que optimizan las condiciones físico-químicas de la zona de contacto con los aceites solubles, conocidos como taladrinas, las cuales colaboraron con este libro, ofreciendo una visión actual y del futuro sobre el sector, en aspectos de organización y distribución del producto, procesos significativos en la generación de taladrinas agotadas, muestreo de los parámetros de calidad durante el proceso, disposición final actual del residuo, el cual ha contado con el apoyo de la Corporación Autónoma de la Meseta de Bucaramanga CDMB

El desarrollo de este trabajo conlleva a determinar el diagnóstico de las taladrinas agotadas, la evaluación de parámetros de calidad de estos residuos; el análisis de las alternativas de gestión de la cadena metal- mecánica con respecto a estos residuos peligrosos y la seguridad industrial; Además de un análisis de la legislación existente en Colombia comparada con la normatividad Europea.

SUMMARY

The integral administration has for object to prevent the generation of residuals or dangerous waste, as well as to regulate the handling of the residuals or generated waste, with the purpose of protecting the human health and the atmosphere.

This concept of the integration of the environmental factor in all the sectoral politicians, is an essential principle of the action and contribution for the taking of conscience in front of the global half environmental situation; it is for this reason that the implementation of technical of study, plans and programs to achieve a recovery, gathering, transport and use of the dangerous residuals of the industry metal mechanics, will generate big economic, environmental and social benefits, minimizing to the maximum their environmental impact and contributing measures guided to the reduction in the production of the same ones, as much in quantity as in danger.

The work began carrying out the selection of the companies of the sector metal-mechanic that you/they optimize the physical-chemical conditions of the contact area with the soluble oils, well-known as taladras, which collaborated with this book, offering a current vision and of the future on the sector, in organization aspects and distribution of the product, significant processes in the generation of out taladras, sampling of the parameters of quality during the process, current final disposition of the residual, which has had the support of the Autonomous Corporation of the Plateau of Bucaramanga CDMB

The development of this work bears to determine the diagnosis of the out taladras, the evaluation of parameters of quality of these residuals; the analysis of the alternatives of administration of the chain metal - mechanics with regard to these dangerous residuals and the industrial security; besides an analysis of the existent legislation in Colombia compared with the European

INTRODUCCIÓN

En Colombia cada año se generan cerca de 1.2 millones de barriles de aceite usado, de los cuales se ha calculado un potencial de recuperación cercano a los 420.000 barriles, aproximadamente 540 BPD (barriles por día) que son incorporados al mercado de combustibles, particularmente en hornos y calderas de las industrias medianas y pequeñas, como talleres de fundición, pequeños chircales, textileras, siderúrgicas pequeñas, fabricas de confecciones, etc. Y en el sector de servicios especialmente en lavanderías.¹

La prevención y reducción en origen, se incluyen como principios básicos a seguir en la gestión de residuos, en el Plan nacional de Residuos Peligrosos, por lo tanto, la minimización de residuos está convirtiéndose en uno de los principales objetivos de la legislación y de la gestión ambiental, de modo que a corto plazo se constituirá en una de las necesidades a contemplar por todas las actividades industriales.

La Evaluación que se presenta de taladrinas agotadas generadas en Bucaramanga y su área metropolitana, es un censo del sector metal-mecánico, cuyo objeto es determinar los procesos significativos de generación de la taladrina agotada, además de cuantificar la utilización de los aceites solubles (Taladrina), contribuyendo así al plan trienal de la CDMB; de esta manera se plantea tres entornos básicos para el desarrollo de la investigación: el diagnóstico de las taladrinas agotadas, la evaluación de parámetros de calidad y el análisis de alternativas de solución.

En el Diagnóstico de Las taladrinas agotadas se analizan los aspectos como: la conformación del sector metal mecánico en Bucaramanga y su área Metropolitana, los Procesos Significativos de generación de taladrina agotada, el consumo de aceite soluble (taladrina) en el sector metalmecánico, analiza los problemas tecnológicos y otros aspectos importantes.

En la evaluación de los parámetros de calidad de la taladrina agotada se muestra los resultados de laboratorio y se analiza cada parámetro.

¹ República De Colombia Ministerio De Minas Y Energía, Transformación De los Aceites Usados Para Su Utilización Como Energéticos En Procesos De Combustión, Bogotá D.C, Octubre de 2001.

Finalmente, se analiza las posibles soluciones para reducir en la fuente, para sustituir, realizar cambios en el proceso, reciclar y volver a usar y dar una disposición final adecuada, teniendo en cuenta el alcance de las empresas según su tamaño.

1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar las taladrinas agotadas generadas en la industria metal –mecánica de las empresas adscritas a La Corporación De La Defensa De La Meseta De Bucaramanga (CDMB).

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los procesos significativos en la generación de taladrinas agotadas, dentro del tren de producción de las diferentes empresas de la industria metal-mecánica.
- Cuantificar las taladrinas agotadas, generadas por las empresas de la industria metal-mecánica en la ciudad de Bucaramanga y su área Metropolitana.
- Evaluar la calidad de las taladrinas generadas por medio de los parámetros: Ph, metales pesados, gravedad específica, viscosidad cinemática y conductividad.
- Plantear posibles alternativas de aprovechamiento y disminución de acuerdo a los resultados obtenidos, de una manera generalizada

2. GENERALIDADES DE LA INDUSTRIA METALMECÁNICA

El sector metalmeccánico del país produce artículos metálicos elaborados y maquinaria no eléctrica. La mayor participación en las exportaciones de la Industria la tiene la industria siderúrgica, seguida de la fabricación de maquinaria eléctrica y los productos metalmeccánica. La cadena busca revertir su pobre tendencia exportadora mejorando los procesos productivos, las estrategias de mercadeo y la calidad de sus productos.

La producción del sector metalmeccánico comprende la elaboración de artículos metálicos mediante la manipulación mecánica de los metales y la fabricación de maquinaria eléctrica para usos industriales mediante el ensamble de piezas metálicas, fabricados por medio de transformaciones (doblado) o variaciones en el volumen del material (soldadura, remache y cortes). Este sector ha buscado eliminar su tradición importadora de materia prima y unido al sector siderúrgico incrementar la producción, orientándola hacia mercados internacionales. Sin embargo, debe afrontar obstáculos importantes como la escases de insumos; los altos costos de la tecnología; la falta de incentivos de investigación y el desarrollo; la deteriorada situación financiera del sector y el difícil acceso a líneas de crédito; la falta de capacitación; el poco valor agregado en los productos de la industria y el bajo consumo per-cápita de acero. Esta situación hace que la cadena requiera de numerosos planes de acción para impulsar desarrollo.

Por lo general el subsector metalmeccánico está organizado en esquemas de subcontratación. La posibilidad de subcontratar productores de partes y piezas constituye una de las mayores oportunidades para la industria metalmeccánica colombiana. Una de sus principales fortalezas es su incorporación de tecnología al proceso, que se complementa con equipos de producción modernos. La producción presenta altos niveles de calidad, hecho que se refleja en su reconocimiento internacional. Las empresas colombianas tienen tiempos menores de entrega y la posibilidad de producir lotes pequeños y de realizar entregas de menor valor que sus principales competidores internacionales.

Esta industria está compuesta por numerosos eslabones que incorporan, en algunos casos, procesos pertenecientes a la industria siderúrgica, su principal proveedor de

materias primas. Esta relación es recíproca pues los sobrantes y limaduras que quedan de la fabricación de artículos metálicos sirven para la fundición en las siderúrgicas. Los dos subsectores son interdependientes.

La necesidad de crecimiento de esta industria en cuanto exportaciones exige certificados de gestión medioambiental y buenas prácticas ambientales; de esta manera le garantiza al comprador que los productos recibidos son elaborados con una producción limpia, desde aquí parte la preocupación por identificar los residuos peligrosos y generar solución de disposición o cambio.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 RESIDUOS PELIGROSOS - RESPEL

El Gobierno Nacional, a través del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, creado en 1.993, ha definido dentro de sus políticas ambientales fundamentales incentivar "la prevención de la contaminación" en su origen, en lugar de tratarla una vez generada, como una respuesta de solución a la problemática ambiental de los sectores productivos colombianos.²

Por lo anterior, se considera el Programa de Producción más Limpia, un mecanismo para el cumplimiento del objetivo específico que contribuye a la sostenibilidad de los sectores productivos, implementada a partir de 1.995.

La generación de sustancias peligrosas esta dada por las actividades productoras de bienes o servicios, como el sector manufacturero que transforma materiales en bienes; el factor social del cual se resalta la migración de los habitantes del campo a la ciudad, que tiene influencia sobre la generación de residuos especiales y el sector manufacturero por el incremento de la demanda de manufacturas industriales producida.

La industria manufacturera es la principal productora de residuos, particularmente las industrias petroquímicas, carboquímica, galvanoplastias y curtiembres. Otros generadores de cantidades de residuos peligrosos son las termoeléctricas, el sector minero, las industrias del hierro y acero y la de metales ferrosos.³

Al problema de la generación debe sumarse la debilidad de las entidades reguladoras, planificadoras y ejecutoras de las políticas en el tema de los residuos peligrosos, causada en gran parte por el desconocimiento del problema, las restricciones presupuestales y la falta de capacidad técnica, en materia de recursos humanos especializados.

² Sena. Caracterización Ocupacional Del Sector Metalmeccánico En Colombia. Marzo de 2002

³Claudia Inés Suárez. Departamento de Planeación. Seminario Internacional "Gestión Integral De Residuos Sólidos y Peligrosos Siglo XXI.2003

3.1.1 Marco de Normatividad Ambiental, RESPEL

La revisión de los estudios existentes en Colombia originó la necesidad de establecer una definición de residuos peligrosos para precisar sus implicaciones y diferenciar la complejidad del manejo.

Con el fin de establecer una definición de residuos peligrosos, diferenciar sus implicaciones y la complejidad de su manejo, se centró la atención en los axiomas adoptados por otros países, organizaciones económicas y ambientales. Las definiciones que se incluyen han sido extraídas y traducidas en algunos casos.

a. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).

"Residuos" se refiere a cualquier material considerado como desecho o legalmente definido como residuo en el país donde está ubicado, o a través del cual o al cual es transportado.

"Residuo Peligroso" se refiere a cualquier desecho, excepto residuo radioactivo, considerado como peligroso o definido legalmente como peligroso en el país donde está ubicado o a través del cual es transportado, debido al riesgo potencial al ser humano o al ambiente que puede resultar de un accidente o de un transporte o disposición inadecuados.⁴

b. Comisión Económica Europea (CEE).

"Residuo" se refiere a cualquier sustancia u objeto que el propietario dispone o está obligado a disponer según lo estipula la legislación nacional.

"Residuo tóxicos y peligrosos" se refiere a desechos con contenido o contaminado por sustancias o materiales con propiedades peligrosas, en cantidades o concentraciones que puedan constituir un riesgo a la salud o al ambiente.⁵

c. ALEMANIA

⁴ Decisión y recomendaciones del consejo del primero de febrero. (Yakowitz, 1985)

⁵ Directiva 78/379 de 20 de marzo de 1978. (Yakowitz, 1985)

"Residuo" se refiere a objetos móviles de los cuales el dueño desea desembarazarse o está obligado a desecharlos para asegurar el bienestar de la comunidad.

"Residuo especial" se refiere a todo desecho generado por empresas industriales o comerciales, que debido a su naturaleza, composición o cantidad, constituye un peligro a la salud o a la calidad del aire o agua o que es particularmente explosivo o inflamable, o que contiene o puede producir patógenos de enfermedades transmisibles; este residuo está definido específicamente en Ordenanzas. (En 1977 se emitió una lista con 38 grupos de residuos peligrosos o especiales. Estos se identifican con 5 dígitos, los últimos dos se refieren a la sustancia específica, mientras que los primeros tres se refieren a su procedencia industrial.⁶

d. ARGENTINA

"Residuo peligroso" es todo desecho que puede causar daño, directa o indirectamente, a seres vivos o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general. Nota: Esta ley presenta la lista de residuos y características de peligrosidad según el Convenio de Basilea.⁷

e. BELGICA

"Residuo tóxico" se refiere a productos y sub-productos no usados o imposibles de usar, residuos o desechos generados por la industria, comercio, artesanía, agricultura o la actividad científica, y potencialmente tóxico a los organismos vivos y al ambiente. La lista de estos residuos es fijada por la Corona, con referencia, entre otras, a las sustancias tóxicas contenidas, la cantidad y concentración de tales sustancias y la actividad que genera el residuo.⁸

f. BRASIL Proyecto ABNT - 1:63.02-001. (CETESB, 1985)

"Residuos sólidos" son desechos que se encuentran en estado sólido, resultante de actividades industriales, domésticas, hospitalarias, comerciales, de servicios, de limpieza y agrícola. Quedan incluidos en esta definición los lodos provenientes de sistemas de tratamiento de agua y otros, generados por equipos e instalaciones de

⁶Ley Federal del 7 de junio de 1972, según enmiendas. (Yakowitz, 1985)

⁷ Ley No. 24.051 del 17 de enero de 1992. (Argentina. Leyes, decretos, etc., 1992)

⁸ Ley del 22 de julio de 1974. (Yakowitz, 1985)

control de la contaminación, así como determinados líquidos, que por sus características no pueden ser descargados en el alcantarillado o cuerpos de agua y exigen soluciones técnicas y económicamente viables que tomen en cuenta la tecnología disponible.

"Peligrosidad de un residuo" es la característica presentada por un residuo, que, en función de sus propiedades físicas, químicas o infecto-contagiosas puede:

- presentar riesgo a la salud pública, provocando o contribuyendo, de forma significativa, a un aumento de la mortalidad e incidencia de enfermedades;
- presentar riesgos al ambiente cuando es manipulado o dispuesto inadecuadamente.

"Residuo peligroso" es aquel que presenta peligrosidad, tal como se define en el párrafo anterior, o cualquiera de las siguientes características:

- *Inflamabilidad* Un residuo será caracterizado como inflamable si una muestra representativa obtenida conforme Proyecto 1:63.02-004, presenta cualquiera de las siguientes propiedades: ser líquido y tener un punto de inflamación inferior de 60 C, conforme el método ASTM-D93, con excepción de las soluciones acuosas con menos de 24% de alcohol en volumen; no ser líquido y ser capaz de, bajo condiciones de temperatura y presión de 25 C y 1 atm, producir fuego por fricción, absorción de humedad o alteraciones químicas espontáneas y, cuando se inflama, quemar vigorosa y persistentemente, dificultando la extinción del fuego; ser un oxidante que puede liberar oxígeno y, como resultado, estimular la combustión y aumentar la intensidad del fuego en otro material.
- *Corrosividad:* Un residuo será caracterizado como corrosivo si una muestra representativa, obtenida según el Proyecto 1:63.02-004, presenta cualquiera de las siguientes propiedades: ser acuoso y presentar un pH menor o igual a 2 o mayor o igual a 12.5; ser líquido y corroer el acero a una tasa mayor que 6.35 mm al año a una temperatura de 55 C, de acuerdo con el método NACE (National Association Corrosion Engineers), Standard TM-01-69, o equivalente.

- *Reactividad:* Un residuo será caracterizado como reactivo si una muestra representativa, obtenida según el Proyecto 1:63.02-004, presenta una de las siguientes propiedades: ser normalmente inestable y reaccionar de forma violenta e inmediata sin detonar; reaccionar violentamente con agua; formar mezclas potencialmente explosivas con el agua; generar gases, vapores y humos tóxicos en cantidades suficientes para provocar daños a la salud o al ambiente cuando es mezclado con agua; poseer, entre sus componentes, cianuros o sulfuros que, por reacción, libere gases, vapores o humos tóxicos en cantidades suficientes para poner en riesgo a la salud humana o al ambiente; ser capaz de producir una reacción explosiva o detonante bajo la acción de un fuerte estímulo inicial o de calor en ambientes confinados; ser capaz de producir fácilmente una reacción o descomposición detonante o explosiva a 25 C y 1 atm; ser explosiva, definida como una sustancia fabricada con el objetivo de producir una explosión o efecto pirotécnico, con un dispositivo o sin él preparado para este propósito.
- *Toxicidad:* Un residuo será caracterizado como tóxico si una muestra representativa, obtenida según el Proyecto 1:63.02-004, presenta una de las siguientes propiedades: presentar una DL 50 oral para ratas, menor que 50 mg/kg o CL 50 inhalación para ratas, menor que 2 mg/ o DL 50 dérmica para conejos menor que 200 mg/kg; contener cualquier de los contaminantes en concentraciones superiores a los valores constantes de la Lista 7. En este caso el residuo será caracterizado como tóxico T.L. (test de lixiviación); c. contener una o más sustancias de la Lista 4 y presentar peligrosidad.
- *Patogenicidad:* Un residuo es patógeno si contiene microorganismos o toxinas capaces de producir enfermedades. No se incluyen los residuos sólidos o líquidos domiciliarios o aquellos generados en el tratamiento de efluentes domésticos.

g. COLOMBIA

"Residuos Especiales" son los objetos, elementos o sustancias que se abandonan, botan, desechan, descartan o rechazan y que son patógenos, tóxicos, combustibles, inflamables, explosivos, radiactivos o volatilizables, así como y los empaques y envases que los hayan contenido, como también los lodos, cenizas y similares.⁹

h. DINAMARCA

"Residuo químico" se refiere a los siguientes tipos de residuos tal como aparecen en un anexo: grasas vegetales y animales, compuestos orgánicos halogenados y no halogenados, compuestos inorgánicos, otros residuos generados de la producción y distribución de plaguicidas y otros residuos químicos con propiedades similares (ácidos, residuos venenosos e inflamables, en particular).¹⁰

i. ESPAÑA

"Residuos tóxicos y peligrosos": materiales sólidos pastosos, líquidos, así como los gaseosos contenidos en recipientes que, siendo el resultado de un proceso de producción, transformación, utilización o consumo, su productor destine al abandono y contengan en su composición alguna de las sustancias y materias que figuran en el Anexo de la presente Ley en cantidades o concentraciones tales que representen un riesgo para la salud humana, recursos naturales y medio ambiente.¹¹

j. ESTADOS UNIDOS

"Residuos sólido" se refiere a cualquier basura, residuo, lodo de planta de tratamiento de residuos, de planta de tratamiento del agua potable o instalación de control de contaminación del aire y material descartado, tales como materiales sólidos, líquidos, semisólidos o gases contenidos resultantes de operaciones industriales, comerciales, mineras, agrícolas y actividades de la comunidad, pero no incluye a los materiales sólidos o disueltos en desagüe doméstico, o materiales sólidos o disueltos en escorrentías de irrigación o en descargas industriales que son fuentes fijas sujetas a permisos bajo la

⁹ Resolución Número 02309 del 24 de febrero de 1986. (Colombia. Leyes, decretos, etc., 1986)
Ley 20/1986. de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos. (España. Leyes, decretos, etc., 1986)

¹⁰ Decreto No. 121 del 17 de marzo de 1976. (Yakowitz, 1985)

¹¹ Ley 20/1986. de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos. (España. Leyes, decretos, etc., 1986)

sección 402 de la Ley Federal de Control de Contaminación de Aguas, según sus enmiendas (86 Stat. 880), o material de fuente nuclear o subproductotal como se define en la Ley de Energía Atómica de 1954, según sus enmiendas (68 Stat. 923).

"Residuo peligroso" se refiere a un residuo sólido, o una combinación de residuos sólidos, que debido a su cantidad, concentración o a sus características físicas, químicas, o infecciosas pueden: causar, o contribuir significativamente al incremento de la mortalidad o al incremento de enfermedades irreversibles y serias o reversibles e incapacitantes; ocasionar peligro sustancial, de inmediato o a largo plazo, a la salud humana o al ambiente cuando es tratado, almacenado, transportado, dispuesto o manejado de forma inadecuada.

La Agencia de Protección Ambiental (EPA) también ha definido al residuo peligroso tomando como base cuatro criterios: Flamabilidad, corrosividad, reactividad y toxicidad. La lista de tipos de residuos que cumplen con estos criterios se encuentran en la cita bibliográfica: Environmental Protection Agency (1980).¹²

k. FINLANDIA

"Residuos" se refiere a todos los objetos y sustancias dispuestos después de su uso, y de poco o ningún valor, así como a otros objetos o sustancias que han sido recolectados o han sido llevados a lugares reservados para residuos, para su transporte, almacenamiento, destoxificación u otro tratamiento.

"Residuo problemático" se refiere a cualquier desecho que, debido a su toxicidad u otras características, es difícil de neutralizar o tratar y que es altamente peligroso para el ambiente. Este residuo es definido específicamente por Decreto Ministerial.¹³

l. FRANCIA

"Residuo" se refiere a cualquier desecho, sustancia, material, producto u objeto movable generado en un proceso de producción, procesamiento o utilización, que es descartado o que su propietario tiene intención de descartar.

¹² Resource Conservation and Recovery Act, Ley 94-580 del 21 de octubre de 1976. (Environmental Protection Agency, 1976)

¹³ Ley No. 673 del 31 de agosto de 1978. (Yakowitz, 1985).

"Residuo generador de contaminación" se refiere a cualquier residuo listado en el Decreto No. 77-974 del 19 de agosto de 1977 (el cual se refiere a las sustancias con elementos peligrosos y a las actividades que generan estos residuos).

m. MEXICO Ley General del Equilibrio Ecológico, del 28 de enero de 1988. (Mexico. Leyes, decretos, etc., 1992)

"Residuo" se refiere a cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

"Residuos peligrosos" se refiere a todos aquellos residuos en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológicas infecciosas o irritantes, representan un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

n. NORUEGA Ley No. 6 del 13 de Marzo de 1981. (Yakowitz, 1985)

"Residuos" se refiere a los objetos o sustancias descartadas e incluye a los objetos superfluos y sustancias provenientes de actividades de servicios, producción, instalaciones de control de la contaminación, etc.

"Residuo especial" se refiere al residuo que no puede ser tratado de forma adecuada con otros residuos debido a su tamaño o que debido a su peligrosidad representa una amenaza de daño a los seres humanos o animales. Estos residuos son determinados específicamente por la Autoridad de Control de la Contaminación. (La ley contempla cuatro grupos principales y 18 categorías de residuos peligrosos).

o. PAISES BAJOS Ley del 11 de febrero de 1976. (Yakowitz, 1985)

"Residuos químicos" residuos consistente en parte o completamente de sustancias químicas tal como se determinan en la ley; residuos provenientes de procesos químicos tal como se determinan en la ley.

p. REINO UNIDO Ley sobre Control de la Contaminación de 1974; Reglamento No.1709 de 1980. (Yakowitz, 1985)

"Residuo":Cualquier sustancia que constituye materia de desecho o un efluente u otra sustancia no deseada generada en la aplicación de cualquier proceso;Cualquier sustancia o artículo que requiera ser dispuesto porque está roto, gastado, contaminado o en descomposición; no incluye a las sustancias explosivas según el significado de la Ley de Explosivos de 1985. Para los propósitos de esta Parte de la Ley, cualquier sustancia o artículo que sea descartado o manipulado como residuo se presumirá que es un residuo a no ser que se pruebe lo contrario.

La definición que se propone es:

"Residuo peligroso, se refiere a todo desecho generado por empresas industriales o Comerciales, que son rechazadas o descartadas por sus particularidades o características inherentes (explosivo, tóxico, inflamable, irritante, reactivo infeccioso) que constituyen un peligro para la salud y el medio ambiente"¹⁴

Hoy día la legislación ambiental existente, no se encuentra vinculada con el sector del metal en Colombia sin embargo, hay un marco de gestión de residuos sólidos que nace desde el mismo instante en que se contempló las disposiciones generales de orden sanitario para el manejo, uso, disposición y transporte de los residuos sólidos. Ley marco 09 de 1979.

Desde 1979 se ha avanzado en la normatividad específica, para cada una de las problemáticas medio ambientales en diferentes aspectos, como se puede observar en la tabla 1.

¹⁴ Autor

Tabla 1: Normatividad A Nivel Nacional De Residuos Sólidos.

NORMATIVIDAD RESIDUOS SÓLIDOS EN COLOMBIA	
Resolución 0477 de 2004	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. "Por la cual se modifica la resolución 1045 de 2003 en cuanto a los plazos para iniciar la ejecución de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS y se toman otras determinaciones."
Resolución 1488 de 2003	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. "Por la cual se establecen los requisitos, las condiciones y los límites máximos permisibles de emisión, bajo los cuales se debe realizar la disposición final de llantas usadas y nuevas con desviación de calidad, en hornos de producción de clinker de plantas cementeras."
Decreto 1713 de 2002.	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial "Por el cual se reglamenta la ley 142 de 1994, la ley 632 de 2000 y la ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el decreto ley 2811 de 1974 y la ley 99 de 1993 en relación con la gestión integral de residuos sólidos ."
Decreto 357 de 1997.	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial "Regula el manejo, transporte y disposición final de los escombros y materiales de construcción."
Decreto 605 de 1996.	"Vigente únicamente en el título de Prohibiciones, Sanciones y Procedimientos."
Resolución 541 de 1994.	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. "Reglamentación de material de escombros y transporte de materiales de construcción."
Resolución CRA No 233 de 2002	"Por la cual se establece una opción tarifaria para los multiusuarios del servicio de aseo, se señala la manera de efectuar el cobro del servicio ordinario de aseo para inmuebles desocupados y se define la forma de acreditar la desocupación de un inmueble."
Decreto 838 de 2005.	"Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones."
RESIDUOS PELIGROSOS EN COLOMBIA	
Resolución No. 1402 de 2006	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial .Por la cual se desarrolla parcialmente el decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005, en materia de residuos o desechos peligrosos"
Decreto 4741 de 2005.	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. Por medio del cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.
Decreto 1609 de 2002	. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera.
Resolución 886 de 2004.	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 0058 de 2002 y se dictan otras

	disposiciones.
Decreto 2676 de 2000	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares.
Decreto 1443 de 2004,	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. Por el cual se reglamenta parcialmente el Decreto-Ley 2811 de 1974, la Ley 253 de 1996, y la Ley 430 de 1998 en relación con la prevención y control de la contaminación ambiental por el manejo de plaguicidas y desechos o residuos peligrosos provenientes de los mismos y se toman otras determinaciones.
Resolución 2309 de 1986,	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. Por la cual se dictan normas para el manejo de residuos especiales.
Resolución No. 189 Del 15 de Julio de 1994	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. Por la cual se dictan regulaciones para impedir la introducción al territorio nacional de residuos peligrosos.

Fuente: Environmental Solution Group S.A

El decreto 4741 de 2005 por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los desechos peligrosos generados en el marco de gestión integral; tiene como objetivo prevenir la generación de residuos o desechos peligrosos, con el fin de proteger la salud humana y el ambiente; en este decreto se clasifican los residuos peligrosos por procesos, actividades ó características de peligrosidad como lo son el corrosivo, el explosivo, el inflamable, el toxico, el radioactivo e infeccioso.

3.1.2 Clasificación de los Residuos Peligrosos – RESPEL

La información generada sobre residuos peligrosos debe conducir a su conocimiento en cuanto a cantidades, calidades, tratamiento y disposición final, al igual que al establecimiento de políticas, normas claras y aplicables, en cuanto que incluyen la realidad del país.¹⁵

Los programas de manejo y control tienen como base fundamental, una legislación que define a los residuos peligrosos, los clasifica y provee criterios para la identificación de los mismos. La facilidad para la identificación de los residuos peligrosos tiene una gran importancia en la legislación que se aplica bajo el principio de "el contaminador paga", es decir, que el generador es responsable del manejo adecuado de sus residuos.

¹⁵ William Gómez, Universidad Nacional De Colombia.Seminario internacional, gestión integral de residuos sólidos y peligrosos, siglo XXI.

Consecuentemente, los industriales deben saber identificar los residuos peligrosos y cumplir con los requerimientos que la legislación debe saber estipular.

Existen tres enfoques para la clasificación de los residuos peligrosos: ¹⁶

- A través de una descripción cualitativa por medio de listas que indican el tipo, origen y componentes del residuo.
- La definición del residuo a través de ciertas características que involucran el uso de pruebas normalizadas, por ejemplo pruebas de lixiviación donde el contenido de ciertas sustancias en el lixiviado determinan si el residuo es peligroso o no.
- La definición del residuo con relación a límites de concentración de sustancias peligrosas dentro del mismo residuo.

La clasificación de los residuos peligrosos se basa en el mecanismo de identificación y reconocimiento de su peligrosidad, en este contexto, una lista nacional de residuos peligrosos se constituye en una herramienta valiosa para la toma de decisiones y la planeación con respecto a la problemática de los RESPEL, a la vez incorporan las variables como tecnología, el mercado y la producción de bienes y servicios.

La normatividad colombiana, indica el procedimiento mediante el cual, se puede identificar si un residuo o un desecho, es peligroso, por proceso o actividad generadora como se muestra en la tabla a continuación:

Tabla 2: Lista De Residuos Peligroso Por Proceso o Actividad¹⁷

CATEGORIA	PROCESO O ACTIVIDAD
Y ₁	Desechos clínicos resultantes de la atención médica prestada en hospitales, centros médicos y clínicas
Y ₂	Desechos resultantes de la producción y preparación de productos farmacéuticos
Y ₃	Desechos de medicamentos y productos farmacéuticos
Y ₄	Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de biocidas y

¹⁶ Yakowitz, Harvey (1988). Identifying, classifying and describing hazardous wastes, Industry and Environment, 11 (1): 3-10.

¹⁷ Ley 253 de 1996 por la cual se aprueba el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación.

	productos fitofarmacéuticos
Y5	Desechos resultantes de la fabricación, preparación y utilización de productos químicos para la preservación de la madera
Y6	Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de disolventes orgánicos
Y7	Desechos, que contengan cianuros, resultantes del tratamiento térmico y las operaciones de temple
Y8	Desechos de aceites minerales no aptos para el uso a que estaban destinados
Y9	Mezclas y emulsiones de desechos de aceite y agua o de hidrocarburos y agua
Y10	Sustancias y artículos de desecho que contengan, o estén contaminados por, bifenilos policlorados (PCB), terfenilos policlorados (PCT) o bifenilos polibromados (PBB)
Y11	Residuos alquitranados resultantes de la refinación, destilación o cualquier otro tratamiento pirolítico
Y12	Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices
Y13	Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de resinas, látex, plastificantes o colas y adhesivos
Y14	Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan
Y15	Desechos de carácter explosivo que no estén sometidos a una legislación diferente
Y16	Desechos resultantes de la producción; preparación y utilización de productos químicos y materiales para fines fotográficos
Y17	Desechos resultantes del tratamiento de superficie de metales y plásticos
Y18	Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales
Desechos que tengan como constituyentes:	
Y19	Metales carbonilos
Y20	Berilio, compuestos de berilio
Y21	Compuestos de cromo hexavalente
Y22	Compuestos de cobre
Y23	Compuestos de zinc
Y24	Arsénico, compuestos de arsénico
Y25	Selenio, compuestos de selenio
Y26	Cadmio, compuestos de cadmio
Y27	Antimonio, compuestos de antimonio
Y28	Telurio, compuestos de telurio
Y29	Mercurio, compuestos de mercurio
Y30	Talio, compuestos de talio
Y31	Plomo, compuestos de plomo
Y32	Compuestos inorgánicos de flúor, con exclusión del fluoruro cálcico
Y33	Cianuros inorgánicos
Y34	Soluciones ácidas o ácidos en forma sólida
Y35	Soluciones básicas o bases en forma sólida
Y36	Asbesto (polvo y fibras)
Y37	Compuestos orgánicos de fósforo
Y38	Cianuros orgánicos
Y39	Fenoles, compuestos fenólicos, con inclusión de clorofenoles
Y40	Éteres
Y41	Solventes orgánicos halogenados
Y42	Disolventes orgánicos, con exclusión de disolventes halogenados
Y43	Cualquier sustancia del grupo de los dibenzofuranos policlorados
Y44	Cualquier sustancia del grupo de las dibenzopar dioxinas policloradas
Y45	Compuestos organohalogenados, que no sean las sustancias

Fuente: Decreto 4741 de 2005

Hay otros parámetros para clasificar los residuos peligrosos, como son las características de peligrosidad. Es conferida a un residuo que no aparece en listas de clasificación según actividad o proceso, pero están relacionados con la seguridad, como son los residuos

inflamables, corrosivos y reactivos y los relacionados con la salud como infeccioso, biológico-infeccioso, toxico, cancerígeno, mutagénico y teratogénico.

Para que un residuo se considere *inflamable*, puede arder bajo ciertas condiciones de presión y temperatura o presentar cualquiera de las siguientes propiedades:

- a. Formar mezclas potencialmente explosivas con agua
- b. Ser capaz de producir fácilmente una reacción o descomposición detonante o explosiva a temperatura de 25°C y presión de 1atm
- c. Ser sustancia fabricada con el fin de producir una explosión o efecto pirotécnico

Las características que hacen que un residuo sea peligroso por acción química, pueda causar daños graves en los tejidos vivos que estén en contacto o en caso de fuga puedan dañar gravemente otros materiales y posee cualquiera de las siguientes propiedades:

- a. Ser acuoso y presentar pH menor o igual a 2 o mayor o igual a 12.5 unidades
- b. Ser líquido y corroer el acero a una tasa mayor de 6.35 mm por año a una unidad de temperatura de ensayo de 55°C

Se considera *corrosivo*

Un residuo es peligroso por ser *reactivo* cuando al mezclarse o ponerse en contacto con otros elementos, compuestos, sustancias o residuos tiene las siguientes propiedades.

- a. Generar gases y vapores y humos tóxicos en cantidad suficientes para provocar daños en la salud humana o al ambiente cuando se mezclan con agua.
- b. Poseer entre sus componentes, sustancias tales como cianuro, sulfuros, peróxidos orgánicos que por reacción liberen gases, vapores o humos en cantidad suficientes para poner en riesgo la salud humana o el ambiente.
- c. Ser capaz de producir una reacción explosiva bajo la acción de una fuente de estímulo inicial o de calor en ambientes confinados.
- d. Aquel que produce una reacción endotérmica o exotérmica al ponerse en contacto con el aire, el agua o cualquier otro elemento o sustancia.
- e. Provocar o favorecer la combustión.

Las características para que un residuo se considere peligroso y están relacionadas con la salud son las siguientes:¹⁸

- a. *Infecioso*: cuando contiene agentes patógenos, los agentes patógenos son microorganismos (tales como bacterias parásitos, virus, rickettsias y hongos) y otros agentes tales como priones, suficiente virulencia y concentración como para causar enfermedades en los seres humanos o en animales.
- b. Biológico-infecciosos: cuando el contenido de virus, bacterias, parásitos y hongos son capaces de causar infecciones en huéspedes susceptibles.¹⁹
- c. Tóxico: aquel que en capacidad de generar efectos biológicos indeseables o adversos pueda causar daños a la salud humana y/o al ambiente. De acuerdo con los criterios de toxicidad (efectos agudos, retardos crónicos y ecotoxicos) definidos a continuación.
 - Dosis letal media oral (DL50) para ratas menor o igual a 200 mg/Kg para sólidos y menor o igual a 500 mg/Kg para líquidos de peso corporal.
 - Dosis letal media dérmica (DL50) para ratas menor o igual de 1000mg/Kg de peso corporal
 - Concentración de media inhalatoria (CL 50) para ratas menor o igual a 10 mg/l
 - Alto potencial de irritación ocular, respiratoria y cutánea, capacidad corrosiva de tejidos vivos.
 - Susceptibilidad de bioacumulacion, biomagnificacion en los seres vivos y en las cadenas tróficas
 - Carcinogenicidad, mutagenicidad y teratogenicidad
 - Neurotoxicidad, inmunotoxicidad u otros efectos retardados
 - Toxicidad para organicos superiores, microorganismos terrestres y acuáticos.

Cancerígenos, mutagénico y teratogénico: hace referencia a efectos complejos que se manifiesta generalmente tras largas exposiciones, inducidos por sustancias químicas sobre los seres vivos, que tiene que ver con la aparición de tumores, cáncer, malformaciones u

¹⁸ Decreto 4741 de 2005. Anexo 2.

¹⁹ Departamento de Residuos Industriales Descont S.A ESP. Gestion Integral De Residuos Especiales Tóxicos Y peligrosos.

otras anomalías hereditarias y alteraciones en la fertilidad, entre otros fenómenos biológicos complejos. Existe un gran desconocimiento entre los profesionales del sector de los métodos y criterios relacionados con estas características de peligrosidad. Esto se debe probablemente a la complejidad de las pruebas y su costo elevado.²⁰

En caso que no cumpla con estas características, el artículo 5 del decreto 4741 de 2005 clasifica de los residuos peligrosos, por medio de un listado según la corriente de residuo como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 3: Listas según la corriente de residuo.

A1 Desechos metálicos o que contengan metales	
A1010	Desechos metálicos y desechos que contengan aleaciones de cualquiera de las sustancias siguientes: <ul style="list-style-type: none"> - Antimonio - Arsénico - Berilio - Cadmio - Plomo - Mercurio - Selenio - Telurio - Talio
A1020	Desechos que tengan como constituyentes o contaminantes, excluidos los desechos de metal en forma masiva, cualquiera de las sustancias siguientes: <ul style="list-style-type: none"> - Antimonio; compuestos de antimonio - Berilio; compuestos de berilio - Cadmio; compuestos de cadmio - Plomo; compuestos de plomo - Selenio; compuestos de selenio - Telurio; compuestos de telurio
A1030	Desechos que tengan como constituyentes o contaminantes cualquiera de las sustancias siguientes: Arsénico; compuestos de arsénico Mercurio; compuestos de mercurio Talio; compuestos de talio
A1040	Desechos que tengan como constituyentes: <ul style="list-style-type: none"> - Carbonilos de metal Compuestos de cromo hexavalente
A1050	Lodos galvánicos
A1060	Líquidos de desecho del decapaje de metales
A1070	Residuos de lixiviación del tratamiento del zinc, polvos y lodos como jarosita, hematitas, etc.
A1080	Residuos de desechos de zinc, que contengan plomo y cadmio en concentraciones tales que presenten características de peligrosidad
A1090	Cenizas de la incineración de cables de cobre recubiertos
A1100	Polvos y residuos de los sistemas de depuración de gases de las fundiciones de cobre
A1110	Soluciones electrolíticas usadas de las operaciones de refinación y extracción electrolítica del cobre
A1120	Lodos residuales, excluidos los fangos anódicos, de los sistemas de depuración electrolítica de las operaciones de refinación y extracción electrolítica del cobre
A1130	Soluciones de ácidos para grabar usadas que contengan cobre disuelto

²⁰ Dr. Ing. Julián Uriarte Jaureguizar. Ategrus Presidente y directo Ejecutivo, Ing. Lara Pérez Dueñas Ategrus Técnico y Enrique García John. Evaluación de Metodologías Para la caracterización de residuos como peligrosos y no peligrosos. Revista residuos N° 101. Noviembre –diciembre 2007

A1140	Desechos de catalizadores de cloruro cúprico y cianuro de cobre
A1150	Cenizas de metales preciosos procedentes de la incineración
A1160	Acumuladores de plomo de desecho, enteros o triturados
A1170	Acumuladores de desecho sin seleccionar excluidas mezclas de acumuladores. Los acumuladores de desecho que contengan constituyentes en tal grado que los conviertan en peligrosos
A1180	Montajes eléctricos y electrónicos de desecho o restos de éstos que contengan componentes como acumuladores y otras baterías, interruptores de mercurio, vidrios de tubos de rayos catódicos y otros vidrios activados y capacitadores de PCB, o contaminados con constituyentes (por ejemplo, cadmio, mercurio, plomo, bifenilo policlorado)
A2 Desechos que contengan principalmente constituyentes inorgánicos, que puedan contener metales o materia orgánica	
A2010	Desechos de vidrio de tubos de rayos catódicos y otros vidrios activados
A2020	Desechos de compuestos inorgánicos de flúor en forma de líquidos o lodos.
A2030	Desechos de catalizadores.
A2040	Yeso de desecho procedente de procesos de la industria química, en tal grado que presenten una característica peligrosa
A2050	Desechos de amianto (polvo y fibras)
A2060	Cenizas volantes de centrales eléctricas de carbón que contengan sustancias en concentraciones tales que presenten características generados en el marco de la gestión integral
A3 Desechos que contengan principalmente constituyentes orgánicos, que puedan contener metales y materia inorgánica	
A3010	Desechos resultantes de la producción o el tratamiento de coque de petróleo y asfalto
A3020	Aceites minerales de desecho no aptos para el uso al que estaban destinados
A3030	Desechos que contengan, estén integrados o estén contaminados por lodos de compuestos antideetonantes con plomo
A3040	Desechos de líquidos térmicos (transferencia de calor)
A3050	Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de resinas, látex, plastificantes o colas/adhesivos excepto los desechos especificados.
A3060	Nitrocelulosa de desecho
A3070	Desechos de fenoles, compuestos fenólicos, incluido el clorofenol en forma de líquido o de lodo
A3080	Desechos de éteres excepto los especificados
A3090	Desechos de cuero en forma de polvo, cenizas, lodos y harinas que contengan compuestos de plomo hexavalente o biocidas
A3100	Raeduras y otros desechos del cuero o de cuero regenerado que no sirvan para la fabricación de artículos de cuero, que contengan compuestos de cromo hexavalente o biocidas.
A3110	Desechos del curtido de pieles que contengan compuestos de cromo hexavalente o biocidas o sustancias infecciosas
A3120	Pelusas - fragmentos ligeros resultantes del desmenuzamiento
A3130	Desechos de compuestos de fósforo orgánicos
A3140	Desechos de disolventes orgánicos no halogenados pero con exclusión de los desechos especificados
A3150	Desechos de disolventes orgánicos halogenados
A3160	Desechos resultantes de residuos no acuosos de destilación halogenados o no halogenados derivados de operaciones de recuperación de disolventes orgánicos
A3170	Desechos resultantes de la producción de hidrocarburos halogenados alifáticos (tales como clorometano, dicloroetano, cloruro de vinilo, cloruro de alilo y epicloridrina)
A3180	Desechos, sustancias y artículos que contienen, consisten o están contaminados con bifenilo policlorado (PCB), terfenilo policlorado (PCT), naftaleno policlorado (PCN) o bifenilo polibromado (PBB), o cualquier otro compuesto polibromado análogo, con una concentración de igual o superior a 50 mg/kg ⁶
A3190	Desechos de residuos alquitranados (con exclusión de los cementosasfálticos) resultantes de la refinación, destilación o cualquier otro tratamiento pirolítico de materiales orgánicos

A3200	Material bituminoso (desechos de asfalto) con contenido de alquitrán resultantes de la construcción y el mantenimiento de carreteras.
A4 Desechos que pueden contener constituyentes inorgánicos u orgánicos	
A4010	Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de productos farmacéuticos.
A4020	Desechos clínicos y afines; es decir desechos resultantes de prácticas médicas, de enfermería, dentales, veterinarias o actividades similares, y desechos generados en hospitales u otras instalaciones durante actividades de investigación o el tratamiento de pacientes, o de proyectos de investigación
A4030	Desechos resultantes de la producción, preparación y la utilización de biocidas y productos fitofarmacéuticos, con inclusión de desechos de plaguicidas y herbicidas que no respondan a las especificaciones, caducados, en desuso o no aptos para el uso previsto originalmente.
A4040	Desechos resultantes de la fabricación, preparación y utilización de productos químicos para la preservación de la madera
A4050	Desechos que contienen, consisten o están contaminados con algunos de los productos siguientes: Cianuros inorgánicos, con excepción de residuos que contienen metales preciosos, en forma sólida, con trazas de cianuros inorgánicos Cianuros orgánicos
A4060	Desechos de mezclas y emulsiones de aceite y agua o de hidrocarburos y agua
A4070	Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, Colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices, con exclusión de los desechos especificados.
A4080	Desechos de carácter explosivo
A4090	Desechos de soluciones ácidas o básicas.
A4100	Desechos resultantes de la utilización de dispositivos de control de la contaminación industrial para la depuración de los gases industriales.
A4110	Desechos que contienen, consisten o, están contaminados con algunos de los productos siguientes: - Cualquier sustancia del grupo de los dibenzofuranos policlorados - Cualquier sustancia del grupo de las dibenzodioxinas policloradas
A4120	Desechos que contienen, consisten o están contaminados con peróxidos
A4140	Desechos consistentes o que contienen productos químicos que no que muestran las características peligrosas III
A4150	Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan
A4160	Carbono activado consumido

Fuente: decreto 4741 de 2005

3.2 ACEITES USADOS

Los aceites usados son todo aceite industrial que se haya vuelto inadecuado para el uso que se le hubiera asignado inicialmente. Se incluye en esta definición, en particular, los

aceites lubricantes usados de los motores de combustión y de los sistemas de transmisión, de sistemas hidráulicos, así como las mezclas y emulsiones que lo contengan.²¹

Los aceites contemplados como aceite usados en Colombia según el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y el Ministerio de Minas y Energía, son los aceites lubricantes usados. Se considera que "aceite lubricante usado" a todo aquel aceite lubricante (de motor, de transmisión o hidráulico con base mineral o sintética) de desecho, generado a partir del momento para el que fue creado.²²

Por desconocimiento de procedimientos técnicos para su adaptación, por la carencia de estándares de consumo en calderas, hornos y secadores; por el mercado negro existentes con estos productos, se presume que los manejos dados a los aceites usados y en general a este tipo de energéticos alternativos, son inadecuados, no solo ambiental, sino técnicamente.

Estos procedimientos están generando la degradación del medio ambiente por la cantidad de contaminantes, particularmente aquellos asociados con contenidos de metales como arsénico, cadmio, cromo, plomo y antimonio entre otros, que son emitidos a la atmósfera durante el proceso de combustión. Estos compuestos químicos producen un efecto directo sobre la salud humana y varios de ellos son cancerígenos.²³

En Colombia la gestión de regeneración de aceites hasta el momento se basa en los aceites utilizados en automotores, para dicho existe el manual de aceite lubricante usado publicado en el 2006, que establece los aspectos técnicos en las diferentes etapas de manejo (acopio, empaque, embalaje, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final) que de ser aplicados permitirán proteger la salud humana y el ambiente.

²¹ Xavier Elias. Director de bolsa gestión de subproductos de Cataluña, Lorena Jurado técnico de bolsa de subproductos Cataluña. Gestión Actual y Futura del Aceite Lubricante Usado.

²² convenio 063 de 2005. Manual técnico para el manejo de aceites lubricante usados. Convenio de Cooperación Científica, Tecnológica y financiera para el desarrollo de estrategias y lineamiento técnico y financiera para el desarrollo estrategias y lineamientos técnicos requeridos para la gestión ambientalmente adecuada de los aceites usados de origen Automotor e industrial en el territorio nacional. 2006

²³ República de Colombia Ministerio y Energía, Transformación De Los Aceites usados para su utilización como energéticos en procesos de combustión, Bogotá D.C, Octubre-2001,

3.2.1 Aceites Lubricantes Usados

El aceite lubricante está compuesto por un 85% de base mineral o sintética y un 15% de aditivos dándole las características necesarias para cada aplicación. Son estos aditivos los que mayores problemas acarrearán desde el punto de vista ambiental, debido a que pueden contener metales y compuesto de cloro y azufre. En su vida útil, el aceite incorpora compuestos como agua o metales debido a su uso y sus compuestos se van degradando hasta dejar de ofrecer las características de viscosidad o resistencia térmica necesaria para la aplicación y por lo tanto, es necesaria su sustitución. Cuando llega a este punto, el aceite usado pueden contener metales pesados como plomo, cadmio, manganeso, cromo, níquel y cobre, además gases disueltos (NO₂, CO, CO₂) compuesto orgánicos tóxicos y compuestos aromáticos polinucleares (cancerígenos).

La contaminación causada por la disposición inadecuada de este residuo en agua superficial o del suelo no solamente es perjudicial para el hombre sino para todas las demás formas de vida, puesto la presencia del aceite altera los procesos intercambio con el medio ambiente.

El aceite lubricante usado que se quema bajo condiciones no controladas puede emitir más plomo al aire que cualquier otra fuente industrial según estudios desarrollados por la agencia de protección ambiental EPA.

El cromo, el cadmio y el arsénico son potentes agentes cancerígenos, el plomo es una toxina que envenena el sistema nervioso central, detiene el desarrollo del niño, la exposición a él, aun en pequeñas cantidades puede llevar al desarrollo de serios problemas de lectura de niños.

Un amplio estudio realizado en 1985 por la EPA (Environmental Protection Agency) sobre las alternativas de reglamentación de aceite lubricante usado, se afirmó que más de 3000 tipos de cáncer serían el resultado de absorción de cromo y sus compuestos durante la quema que se realiza al usarlo como combustible sin previo tratamiento.²⁴

²⁴ Convenio 063 de 2005. Manual técnico para el manejo de aceites lubricante usados. Convenio de Cooperación Científica, Tecnológica y financiera para el desarrollo de estrategias y lineamiento técnico y

Los aceites lubricantes usados penetran el suelo y automáticamente contaminan agua superficial y subterráneas, cuando se elimina en los sistemas de alcantarillado de las ciudades, en nuestro país van directo a fuente superficial.

Los aceites bases consumidas en Colombia, que generan aceite lubricante usado son:

- a. Aceite de Motor: la función principal es la de aceitar las partes internas del motor que se encuentran en movimiento para minimizar el desgaste. A nivel nacional existen dos clasificaciones para los aceites de motor.²⁵
 - Nivel de servicio API (American Petroleum Institute) , que la vez se divide en dos grupos motores de gasolina y motores diesel
 - Grado SAE (Sociedad de ingenieros Automotrices): indica la viscosidad indistintivamente del nivel API En dos grupos multigrados y monogrados.
- b. Aceite de Transmisión: su función es convertir en movimiento la fuerza del motor, controla los cambios, haciendo que estos entren suaves, lubricar piñones, cojinetes y los clutches; proteger las partes del acero, bronce, plástico contra el desgastes y la corrosión y soportar la presión y altas temperaturas, este aceite se va contaminando y oxidando, con los líquidos del sistema de enfriamiento, con el polvo o el agua y las partículas internas del desgaste. Pero ante todo su contaminación se debe al calor.²⁶
- c. Aceites Hidráulicos: son líquidos transmisores de potencia que se utiliza para transformar, controlar y transmitir los esfuerzos mecánicos a través de una variación de presión o de flujo. Al reducir fricciones y desgastes el aceite sufre cambios físicos-químicos en porcentajes leves que van deteriorando su composición inicial hasta que deja de cumplir con sus funciones como lubricar, proteger contra corrosión de las piezas con sus funciones como lubricar, proteger contra corrosión de las piezas de sistema , reducir desgastes y fricción.²⁷

financiera para el desarrollo estrategias y lineamientos técnicos requeridos para la gestión ambientalmente adecuada de los aceites usados de origen Automotor e industrial en el territorio nacional. 2006

²⁵ BP Lubricantes –Aceite de motor y otros. Aceite Para Motores Y Medioambiente.

²⁶ Maria A. Uztategui. Nota Técnica. Revista Automotriz de Venezuela.2006

²⁷ José Manuel Moreno. Fragmento de Mecánica y electricidad del automóvil. Madrid: Ediciones Pirámide, 1998

3.2.2 Características De Los Aceites Usados

Los lubricantes en general están definidos por una serie de características alguna de las cuales se utilizan para clasificar los aceites de automoción o industriales o grasas. Dada la naturaleza de los distintos tipos de lubricante no todas las características son aplicables a ellos.

Las propiedades de los aceites usados dependen prioritariamente de las propiedades de la base lubricantes de las cuales se derivan de los aditivos adicionados para mejorar viscosidad, el poder detergente y de la resistencia a las altas temperaturas. Además como resultado del servicio prestado contiene sólidos, metales y productos organicos. Análisis realizados por Lahcorp, así como por Lupien Rosenberg ET. Associates demuestran que los aceites usados presentan características típicas, señaladas en la tabla.

Tabla 4: Características de los Aceites Usados

CARACTERISTICAS	AUTOMOTOR	INDUSTRIAL
Viscosidad a 40°C, SSU	97 -120	143-330
Gravedad 15.6°C,API	19-22	25.7-26.2
Peso especifico a 15.6°C	0.9396-0.8692	0.9002-0.8972
Agua,% Vol.	0.2-33.8	0.1-4.6
	0.1-4.2	0.0
Insolubles en Benceno, % peso	0.56-33	0.0
Solubles en gasolina, % Vol.	2.0-9.7	0.0
Punto de Ignición, °C	78-220	157-179
Poder Calorifico, MJ/Kg	31.560-44.880	40120-41840

Fuente: Hoja de seguridad de los aceites usados.

La propiedad física más importante de un lubricante líquido es su viscosidad. En términos sencillos, la viscosidad de un líquido puede definirse como su resistencia a fluir y como una medida de rozamiento entre sus moléculas. El índice de viscosidad del aceite usado indica el margen de variación de su viscosidad a diferentes temperaturas, lo cual, permitirá escoger la estrategia más adecuada para su posterior manejo, esperando que se

comporte como la base lubricante de la que proviene disminuyendo lo menos posible al elevarse la temperatura.

La gravedad específica se define como la relación entre el peso de un cierto volumen del producto y el peso del mismo volumen de agua a 15.6°C, API. Es un parámetro de comparación del aceite usado con el aceite comercial, ya que, permite convertir el volumen en peso, e indica el tipo de crudo del que procede el aceite.²⁸

$$\text{GradosAPI} = \frac{141.5}{\text{densidad}_{60^{\circ}F}} - 131.5$$

Otra de las características importantes es el contenido de agua porcentual, establece si una emulsión es regular o inversa para indicar el tipo de gestión a realizar en cuanto a tratamiento, aprovechamiento y disposición final, este parámetro es realizado bajo el método D 244 de emulsiones o D 95 agua en productos de petróleo bituminosos por destilación de ASTM (American National Standard Test Method).

Las emulsiones regulares, la fase acuosa dispersa usualmente llamada agua y sedimento (AYS) y la fase continua el aceite crudo. Estas emulsiones son frecuentes en los aceites lubricantes usados o de automoción; mientras la emulsiones inversas, la fase oleosa dispersa usualmente en agua, esto quiere decir que la cantidad de agua es superior a la cantidad de aceite, este tipo de emulsión se da en los fluidos de corte de tipo acuoso.²⁹

Afortunadamente para efectos medioambientales de los aceites usados, estudios y pruebas de laboratorio realizados en nuestro país, no muestran presencia significativa de los PCB's en los aceites usados de circulación nacional.³⁰ Los bifenilos policlorados también conocidos como PCB's son unos compuestos químicos que se presentan alta resistencia a la descomposición química, biológica y térmica; son considerados buenos conductores de calor y aislantes térmicos, lo cual, los cataloga como sustancias atractivas para uso

²⁸ SENA: Técnicas de Lubricación, De La Serie D Entrenamiento Mecánico del Tel-A-Train, A Wqstcott Company.

²⁹ SENA: Técnicas de Lubricación, De La Serie D Entrenamiento Mecánico del Tel-A-Train, A Wqstcott Company.

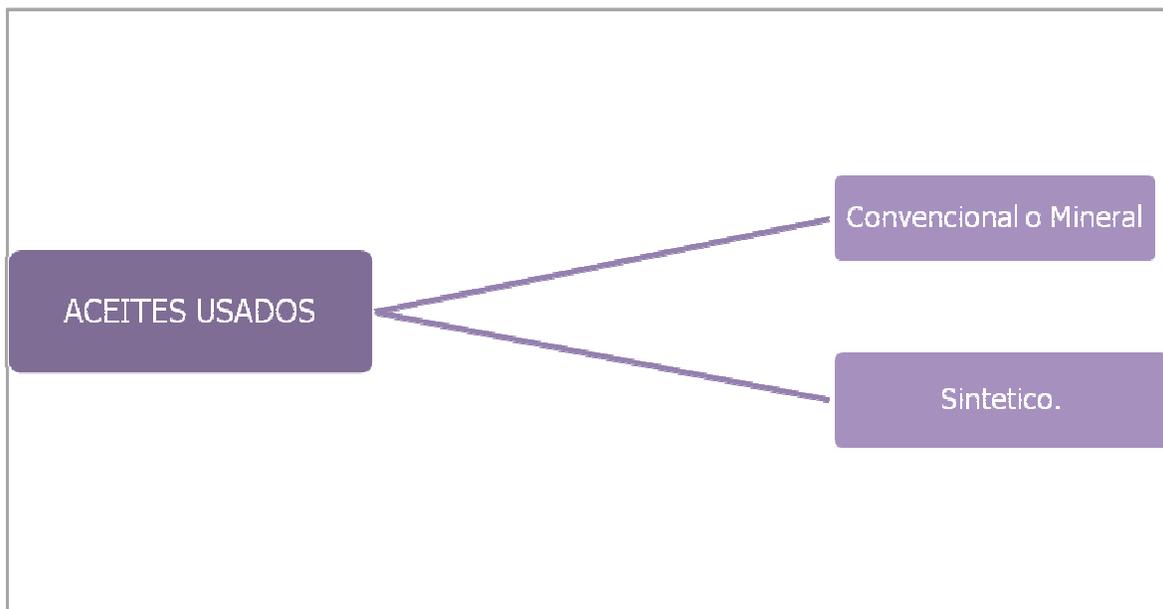
³⁰ República De Colombia. Ministerio De Minas Y Energía , Transformación de los aceites usados para su utilización como energético de procesos de combustión, Bogotá D.C, Octubre de 2001

industrial. Al mismo tiempo son reconocidos como una amenaza para la salud y el medio ambiente, a tal punto que algunas organizaciones internacionales han tomado acciones severas para manejar estas sustancias.

3.2.3 Clases De Aceites Usados

Los aceites usados se pueden clasificar según la naturaleza de la base del aceite como se muestra en la grafica 1. En el país son mas conocidos por la industria los aceites convencionales por la facilidad de adquisición.

Grafica 1: Clasificación Por Naturaleza



Fuente: Autor

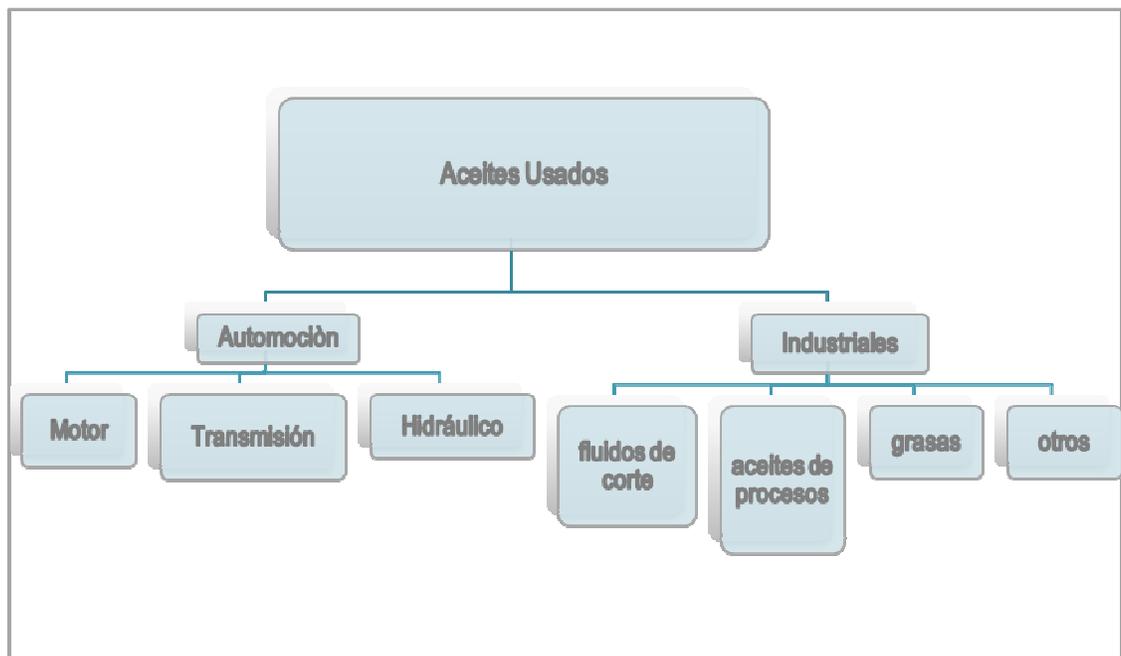
Los convencionales o minerales son aceites obtenidos de la destilación del petróleo estos aceites dependen del proceso de refinación así como del crudo de utilización. Mientras los sintéticos son aceites preparados en laboratorio a partir de compuestos de bajo peso molecular para obtener compuestos de alto peso molecular con propiedades predecibles; estos aceites tienen unas ventajas sobre los aceites convencionales, a continuación alguna de ellas:

- a. Mejor estabilidad térmica, los aceites sintéticos soportan mayores temperaturas sin degradarse, ni oxidarse.
- b. Mejor desempeño a baja temperatura, los aceites sintéticos fluyen más fácilmente a bajas temperaturas.
- c. Menor consumo de aceite. Los aceites sintéticos tiene menor volatilidad

Su desventaja es el costo elevado a comparación del convencional.

Además de la clasificación de los aceites usados por su naturaleza se clasifican en dos grandes grupos según el tipo de proceso como se puede observar en la grafica 2. En el país se generan anualmente grandes volúmenes de aceite usado provenientes del consumo de aceites de automoción como aceite de motor, hidráulico y transmisión definidos anteriormente y aceites industriales.

Grafica 2: Clasificación de los aceites usados



Fuente: Autor

En Colombia la gestión de regeneración de aceites usados hasta el momento se basa solo en los aceites utilizados en automotores, para dicho aceite existe el manual de aceites

usados publicado en el 2006, Los aceites de automoción tradicionalmente han sido difíciles de recoger, en especial cuando son los propios usuarios los que cambian el aceite a sus vehículos con los consiguientes riesgos de vertido al suelo.³¹ Actualmente los talleres mecánicos están obligados a recogerlos, acopiarlos correctamente para entregarlos a un gestor autorizado, que a su vez debe cumplir con los parámetros de transporte y tratamientos de disposición final, pero sigue siendo difícil estimar la cantidad de aceite que no ha sido recogido correctamente y mucho menos existen estudios de cuantificación en Colombia, de aceites industriales usados, ni los parámetros para una gestión adecuada.

3.3 ACEITE INDUSTRIAL USADO

Los aceites industriales son aquellos utilizados en procesos de producción de la industria manufacturera. Estos aceites se sitúan en otro ámbito de gestión diferente al existente en Colombia; debido a que dentro de este grupo se incluyen aceites que se mezclan con agua para cumplir su función, donde el agua esta en mayor proporción que el aceite; formando emulsiones inversas (O/W).

Los aceites industriales una vez terminada su vida útil, en un residuo peligroso para el medio ambiente, debe ser gestionado correctamente para lograr una disposición final adecuada.³²

A lo largo de las ultimas tres décadas la Unión Europea ha dictado normas para los diferentes tipos de residuos, en España, el último paso en cuanto a normatividad relacionada con aceites industriales usados, es el Real Decreto 679 de 2006, el cual, establece diversas obligaciones en relación con la fabricación y puesta en el mercado los aceites industriales. Estas obligaciones imponen en la aplicación del principio de responsabilidad del productor de forma que su participación en el sistema integrado de gestión sea activa.

³¹ Xavier Elías. Director de La Bolsa De Subproductos. Gestión Actual Y futura Del aceite Lubricante Usado. Valorización Energética En turbina. Cataluña

³² Larumbe, Maria Arrizabalaga Situacion de los Residuos Industriales En Navarra (I),Revista Residuos , Noviembre –Diciembre. 2006

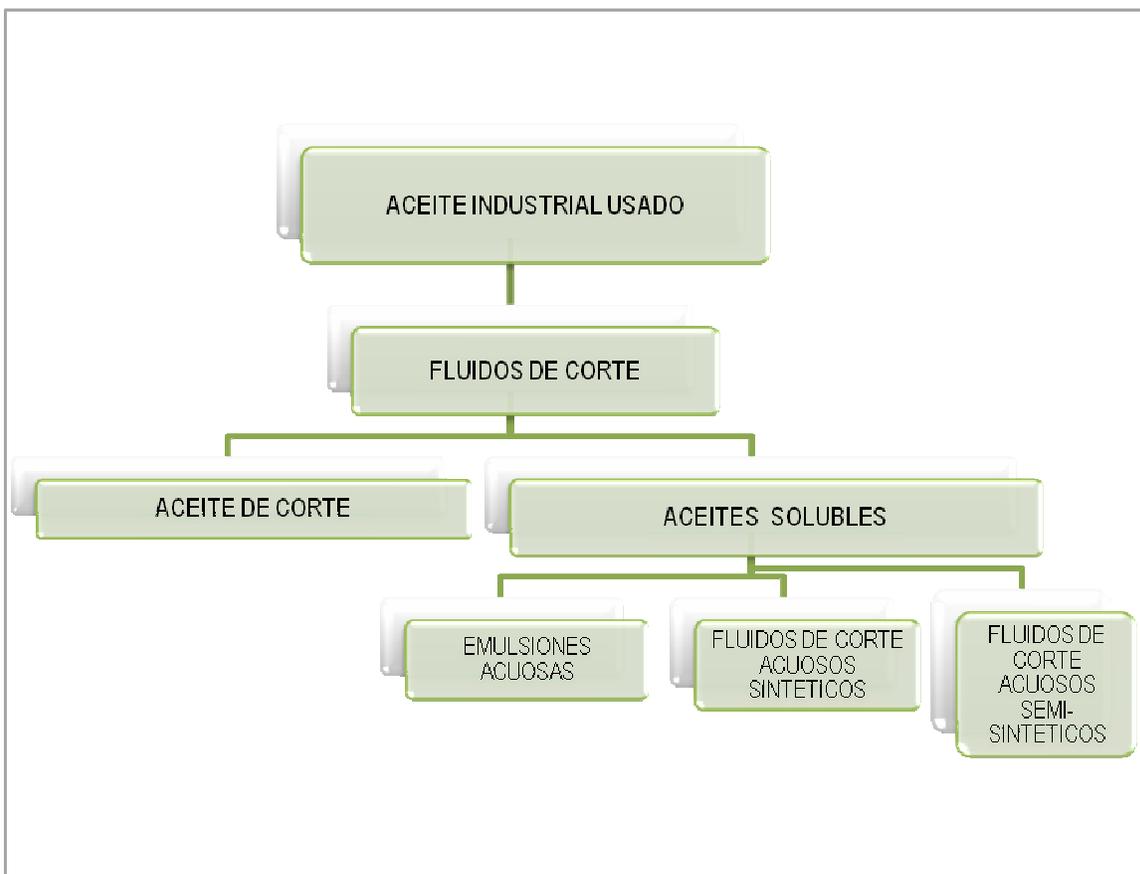
3.4 TALADRINA AGOTADA

Para poder definir las taladrinas agotadas es necesario conocer el concepto de fluidos de corte y su clasificación.

Los fluidos de corte se utilizan en el mecanizado de los metales para llevar a cabo una amplia serie de funciones, como aumentar la vida de las herramientas, reducir las deformaciones térmicas de la pieza, mejorar la calidad superficial, retirar las virutas de la zona de corte, etc.

Todos los fluidos de corte pueden clasificarse en las categorías mostradas en la grafica 3.

Grafica 3: Clasificación de los Fluidos de Corte



Fuente: Autor

Los *aceites de corte* son aceites puros y se usan directamente en las operaciones de mecanizado sin mezclarlos con agua. Están compuestos por una base de aceite mineral, sintético o vegetal más una serie de aditivos para mejorar los aspectos específicos del rendimiento en la operación de mecanizado. Teóricamente aportan las máximas prestaciones en cuanto a lubricación y las mínimas en cuanto a refrigeración.³³

3.4.1 Aceites Solubles (Taladrina).

Los *aceites solubles* se preparan para su uso mezclando el producto concentrado con agua, formándose una emulsión. El producto concentrado que suministra el fabricante consiste en un aceite base mas un paquete de emulsificantes y una serie de aditivos (antiespumantes, aditivos extrema presión, antioxidantes, biocidas, inhibidores de corrosión...) que al igual que los aceites de corte, mejoran los aspectos específicos del rendimiento en la operación de mecanizado.

Sus principales funciones son:

- Función refrigerante: aplicando aceite soluble más agua se obtienen varias ventajas:
 - a. Un incremento en la vida de la herramienta través de la reducción de la temperatura en la región del filo de corte.
 - b. Se mejora el acabado de las piezas mecanizadas.
 - c. Se reduce la distorsión térmica producida por los gradientes de temperatura en la pieza durante el mecanizado.

Una ventaja secundaria de la aplicación de los fluidos de corte es la acción de evacuación de la viruta, extrayéndola del área de corte, indispensable para evitar el efecto abrasivo de las mismas.

³³Roberto Laborda Grima, Doctor en Ciencias Biológicas, NTP 317: Fluidos de corte: criterios de control de riesgos higiénicos, FORD ESPAÑA, S.A.

- Función lubricante: la lubricación mantiene una película o capa límite que separa las superficies de los metales en deslizamiento, además reduce la fricción.

Con el paso del tiempo, las propiedades de los aceites solubles van desapareciendo (fenómeno conocido como stress mecánico), a la vez que aparecen una serie de contaminantes, que reducen aún más sus propiedades y rendimientos, entre los que destacan principalmente los aceites externos procedentes de fugas de los circuitos hidráulicos y de engrase, lubricantes, partículas sólidas metálicas, microorganismos, restos de trapos de limpieza, polvo ambiental, etc.

En cuanto a los residuos de fluidos de corte, al igual que las materias primas de las que procede se pueden dividir:

- ✓ residuos de aceites de corte
- ✓ residuos de fluidos acuosos llamados comúnmente Taladrinas Agotadas.

Según lo anterior se puede definir la Taladrina Agotada como:

Un aceite industrial usado perteneciente a los residuos obtenidos de mecanizado de piezas metálicas, con aceites solubles. Son emulsiones inversas consideradas tóxicas y peligrosas según la normatividad.

3.4.2 Composición de la Taladrina Agotada

La composición de los fluidos acuosos varía básicamente en función de la finalidad de aplicación y materia a transformar, en la tabla 4, se enumeran los compuestos típicos en la mayoría de los aceites solubles.

La taladrina agotada, tiene cualidades irritantes y ecotóxicas debido a que contiene metales pesados, biocidas, gérmenes nocivos y productos de descomposición de carácter tóxico, nitrosaminas, que en caso de contacto con la piel puede causar irritaciones y daños en los operarios.³⁴

Tabla 4: Composición de los Aceites Solubles

³⁴ Ley 20 de 1986 y Real decreto 833/1988 de la normatividad española

TIPOS DE COMPUESTOS	COMPUESTOS MAS EMPLEADOS
Refrigerante	Agua
Lubricantes	Aceite mineral (naftenicos, parafinicos,aromaticos...) Aceite vegetal/animal (aceite de Coloza...)
Emulgentes	Anionicos (sulfonatos) No anionicos (nonilfenoles, oxidos de etileno)
Inhibidores de corrosión	Aminas (monoditrietanolamina) Boratos Nitritos Otros(acido Butilbenzoicos)
Humectantes / estabilizantes	Alcoholes (poliglicoles) Fosfatos (fosfatos de amina)
Biocidas	Formoles (triacinas y precursores) Fenoles
Antiespumantes	Siliconas (alquil-aril polisiloxanos)
Aditivos extrema presión	Azufrados Clorados (parafinas cloradas) Otros (grasa, aditivos fosforados...)
Colorantes	Diversos
Metales pesados	Molibdeno,cinc,cadmio,niquel,cromo...
Complejantes	organicos

Fuente: Fichas técnicas de las diferentes marcas.

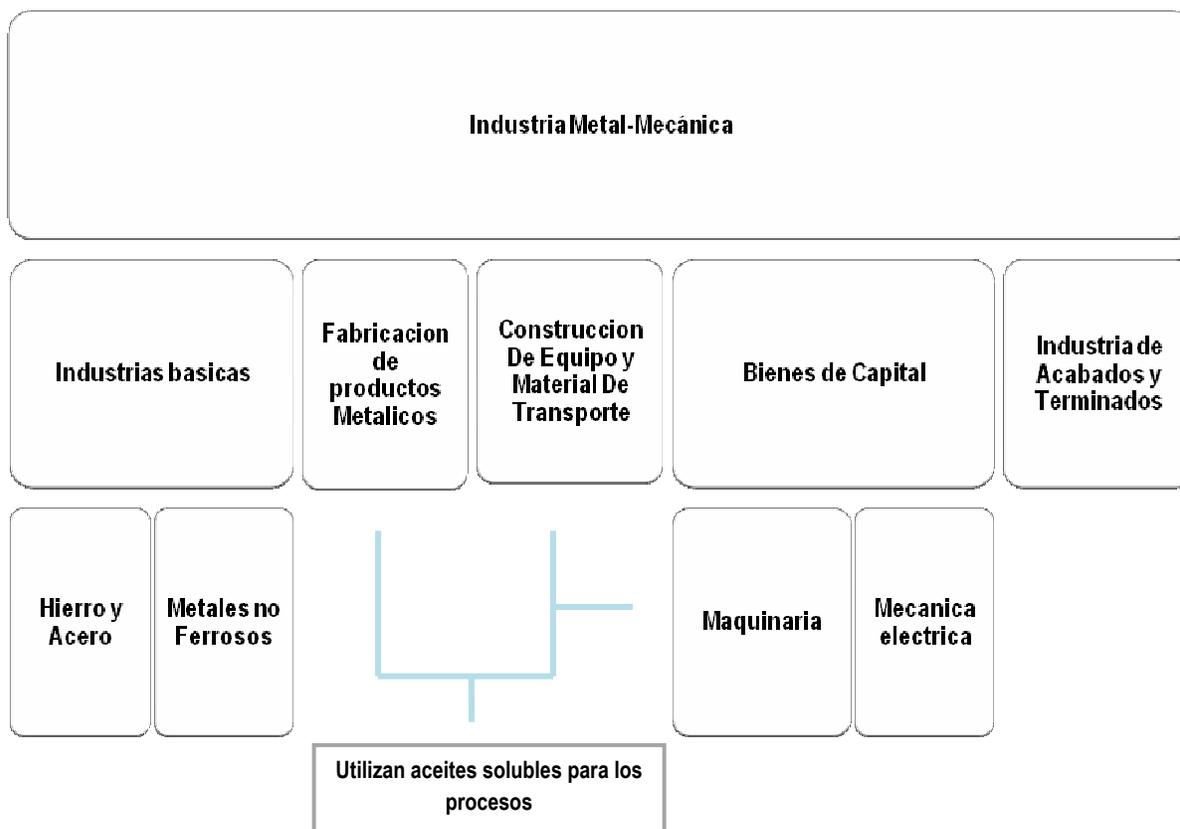
3.4.3 Procesos Industriales

Los procesos industriales en los que se genera la taladrina agotada se dan en la industria manufacturera, en especial la industria metalmeccánica, la cual esta compuesta por diferentes subsectores como lo muestra la grafica 4.

Esta industria está compuesta por numerosos eslabones que incorporan, en algunos casos, procesos pertenecientes a la industria siderúrgica, su principal proveedor de materias primas. Esta relación es recíproca pues los sobrantes y limaduras que quedan de

la fabricación de artículos metálicos sirven para la fundición en las siderúrgicas. Los dos son interdependientes.³⁵

Grafica 4: Subsectores de la Industria Metal-Mecánica



Fuente: Autor

Fabricación de Productos Metálicos

Este eslabón de la cadena es quien recibe las materias primas, mediante las cuales se da inicio a la fabricación de los productos metálicos que se encuentran incluidos en esta clasificación Metalmeccánica. El proceso de fabricación se encuentra apoyado por maquinaria industrial y la fundición e inyección de metales. Este subsector es el de más interés en la evaluación debido a la maquinaria de arranque de virutas utilizada y su sistema de lubricación y refrigeración; es allí donde el aceite soluble es fundamental para la calidad del producto y representa la seguridad y el buen estado de la maquinaria.

³⁵ Sena. Caracterización Ocupacional Del Sector Metalmeccánico En Colombia. Marzo de 2002

Bienes de Capital

Esta clasificación corresponde a la fabricación de Maquinaria y Equipo y a los artículos que directa o indirectamente aportan a su producción o que contribuyen a generar ganancias de producción.

Construcción de Equipo y Material de Transporte

Comprende en gran medida a la actividad ensambladora, si bien se abastece de los demás subsectores, es importante el impulso que hace las auto - partes, ya que buena parte de su existencia se debe a la obligación que tienen las empresas de ensamble automotriz de integrar piezas nacionales en los vehículos armados en el país.

3.4.5 Ciclo Estructural De la Cadena

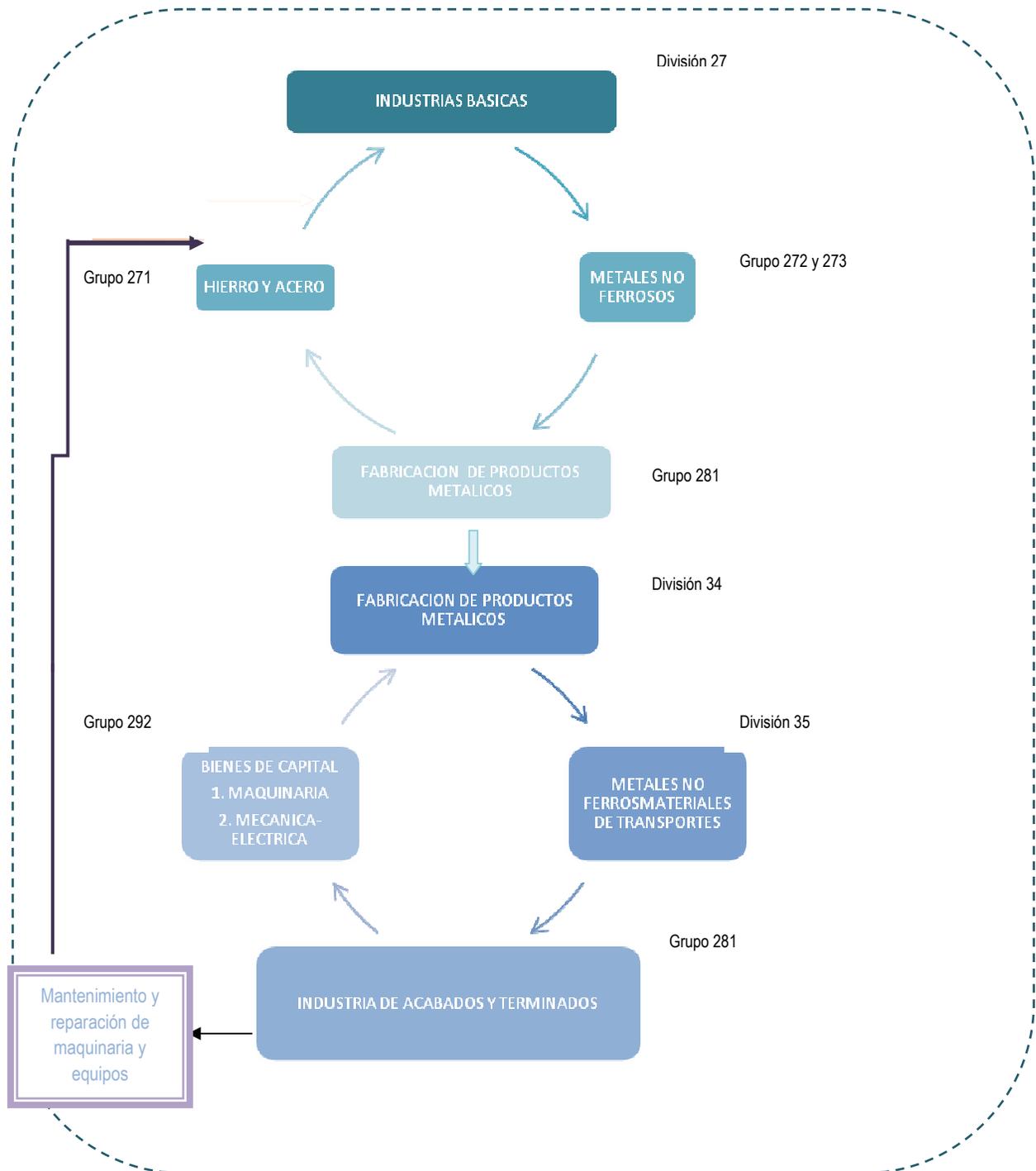
La fabricación de productos metálicos, maquinaria y equipo conforman un ciclo estructural, donde cada una de las secciones del sector Metalmecánico constituye una división.

Las diferentes actividades o subsectores que componen el ciclo Productivo Metalmecánico, son complementarios, y en otros casos, indispensables para el desarrollo de algunos sectores como el de la construcción, el eléctrico, el plástico y el calzado, entre otros. En la Grafica 5. Se puede observar la relación simplificada del ciclo Productivo del Sector.

El ciclo interno del sector para la elaboración o fabricación de elementos y partes de diferentes usos, tiene una analogía directa de destino para el uso propio o de otras agrupaciones que los utilizan como partes de maquinas o accesorios en otros productos, como se describe a continuación:

Las industrias básicas de hierro y acero corresponden la clasificación internacional industrial uniforme (CIIU) 271, las no ferrosas al CIIU 272 y 273; estas industrias constituye la primera división, son proveedores de la materia prima en diferentes presentaciones de las siguientes divisiones

Grafica 5: Ciclo Estructural



Fuente: autor

La fabricación de productos metálicos para uso, estructural, tanques, depósitos y generadores de vapor pertenecen al CIIU 281, recibe los insumos de las industrias básicas del hierro y acero, además, la fundición de metales CIIU 271 y 273.

La fabricación de productos no metálicos, excepto maquinaria y equipos pertenece al CIIU 269, de sus procesos se obtiene herramientas utilizadas en la producción del ciclo estructural de la cadena.³⁶

Los grupos CIIU 292, fabricación de maquinaria de uso especial y CIIU 2922 fabricación de maquinas herramientas, reciben la materia prima resultantes de los procesos de el grupo 269, para obtener motores y turbinas que se incorporan a la maquinaria no eléctrica integrada en el grupo 292, para aparatos eléctricos que se incorporan a maquinaria eléctrica integrados en el grupo 2922, a la construcción de materiales de transporte división 35, recibe los insumos resultantes de los procesos de el grupo 269 y en unión de los motores y turbinas CIIU 2911.

La fabricación de autopartes, accesorios (lujos) para vehículos automotores y para sus motores esta en la división 34 cuyo CIIU corresponde 3430, recibe la materia prima resultantes de los procesos de la división 34, para obtener la fabricación de vehículos automotores y sus motores.

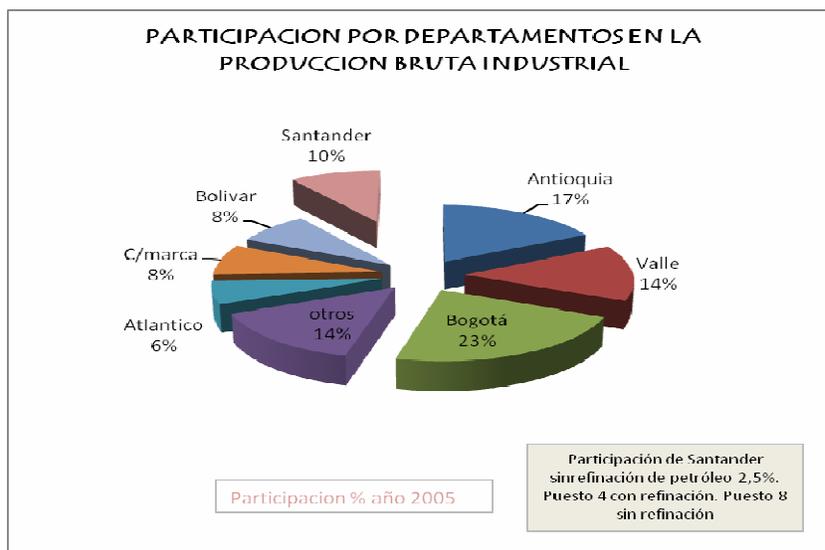
La fabricación de autopartes, accesorios (lujos) para vehículos automotores y para sus motores esta en la división 34 cuyo CIIU corresponde 3430, recibe la materia prima resultantes de los procesos de la división 34, para obtener la fabricación de vehículos automotores y sus motores.

3.4.6 Distribución De Los Establecimientos en Santander.

Los últimos resultados entregados por el DANE para el año 2005 confirman a Santander como el cuarto departamento industrial de Colombia, con una participación de 10% sobre la producción nacional (grafica 6).³⁷

³⁶ Mesa Sectorial Metalmeccánica, Servicio Nacional De Aprendizaje SENA, Centro De Automatización Industrial, Regional CALDAS, Consultoría, IRMA SERNA COCK, MANIZALES Marzo De 2002

Grafica 6: Participación En Producción Bruta Industrial



Fuente: Cámara de Comercio de Bucaramanga

En cuanto al número de establecimientos en Santander de los CIU de interés de industrias manufactureras, se renovaron o matricularon en el ultimo año 6379 establecimientos, que son el 14.5% del total de renovados, como lo muestra la tabla 5.

Tabla 5: Distribución Por actividad En Santander

Actividad Económica (CIU)	Noviembre 2006	Noviembre 2007	Variación %
<1> Comercio	21.475	20.890	-2,7
<2> Industria manufacturera	6.370	6.170	-3,1
<3> Act. inmobiliarias, empresariales y de alquiler	3.627	3.543	-2,3
<4> Hoteles y restaurantes	3.384	3.372	-0,4
<5> Transporte, almacenamiento y comunicaciones	2.580	2.513	-2,6
<6> Otros serv. comunitarios, sociales y personales	2.010	1.910	-5,0
<7> Construcción	1.175	1.235	5,1

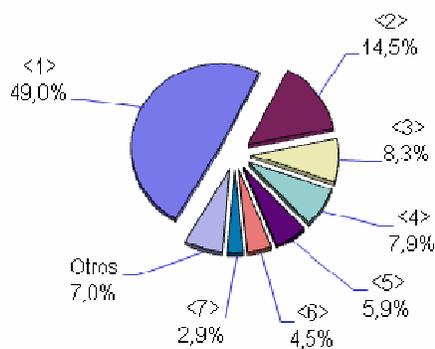
³⁷ Encuesta Anual Manufacturera Santander 2005. Informe de Actualidad Económica

Otros	Intermediación financiera	987	1.023	3,6
	Servicios sociales y de salud	893	889	-0,4
	Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	523	583	11,5
	Educación	342	303	-11,4
	Explotación de minas y canteras	61	73	19,7
	Suministro de electricidad, gas y vapor	70	68	-2,9
	Administración pública y defensa	29	32	10,3
	Pesca	12	11	-8,3
Total		43.538	42.615	-2,1

Fuente: Cámara de Comercio de Bucaramanga - Número de Empresas

Grafica 7: Distribución Por actividad En Santander

Participación % por actividad económica
Noviembre 2007



3.4.7 Establecimientos Industriales Según Su Tamaño En Santander

La clasificación de los establecimientos según su tamaño, se basa en el rango de activos en pesos colombianos, de esta forma clasifica la cámara de comercio de Bucaramanga a las empresas inscritas.

Santander cuenta en su gran mayoría con micro empresas que constituyen el 94.02% de los establecimientos existentes en la región. Como lo muestra la tabla 6.

Tabla 6: Clasificación Por Tamaño De Empresas Inscritas – Noviembre 2007

Tamaño de las empresas		Rango de activos	Número de empresas
		(Pesos colombianos)	
Microempresas	Menor de	216'850.000	40.070
Pequeña	Desde	216'850.001	1.917
	Hasta	2.168'500.000	
Mediana Empresa	Desde	2.168'500.001	470
	Hasta	13.011'000.000	
Gran Empresa	Más de	13.011'000.001	158
Total			42.615

Fuente: Cámara de Comercio de Bucaramanga. Rango determinado por Ley 905 de 2004

3.4.8. Influencia del factor tecnológico en los subsectores de Interés

La fabricación de productos metálicos para uso estructural, tanques, depósitos y generadores de vapor, forja, prensado y estampado, cuchillería, herramientas de mano y artículos de ferretería, tratamientos y revestimientos de metales, se considerarán como un punto aparte por su particularidad tecnológica. Todas estas actividades corresponden al subsector de Productos Metálicos exceptuando maquinaria.

También se incluye para el análisis la maquinaria eléctrica, la no eléctrica, el subsector de material y equipo de transporte, se considera principalmente las empresas que se dedican a la fabricación de autoparte

Se presenta el proceso productivo de estos subsectores de manera conjunta por las similitudes que tienen en la elaboración de los diferentes productos.

Un producto de cualquier subsector Metalmeccánico puede elaborarse a través de los siguientes procesos: troquelado, fundición, forja y mecanizado. Una empresa puede desarrollar uno o varios de los procesos, sin embargo el mecanizado generalmente acompaña a los demás. En algunos procesos productivos se presentan pasos complementarios como la soldadura, y los ensamblajes.³⁸

Cuadro 1: procesos productivos de la fabricación de productos metálico



Las maquinas – herramientas se les consideran como las madres de la enorme gama de maquinas de las que se sirve el hombre para facilitar y hacer mas cómodo su trabajo. Todas ellas tienen en común la utilización de una herramienta de corte específica, por medio de esta dan forma a cualquier pieza o componente de maquina basándose en la técnica de arranque de viruta.³⁹

Cuadro 2: Máquinas convencionales o tradicionales

³⁸ Mesa Sectorial Metalmeccánica, Servicio Nacional De Aprendizaje SENA, Centro De Automatización Industrial, Regional CALDAS, Consultoría, IRMA SERNA COCK, MANIZALES Marzo De 2002

³⁹ -----



Fuente: autor

Control Numérico Computarizado

La tecnología CNC (en inglés Computer Numerical Control), se considera a todo dispositivo capaz de dirigir el posicionamiento mediante órdenes elaboradas de forma totalmente automática a partir de informaciones numéricas en tiempo real; este tipo de sistemas tiene varias ventajas en: el manejo, en velocidad e igualdad de las piezas, mecaniza piezas más complejas y reduce errores de operarios; la dificultad de este tipo de tecnología se basa en el alto costo de adquisición y operación.⁴⁰

Cuadro 3: Control Numérico Computarizado



Fuente: Autor

⁴⁰ Boon, G.K.; Mercado, A.; Automatización Flexible en la Industria ; Ed. LIMUSA-Noriega, México, 1991

4. METODOLOGÍA

La caracterización de la taladrina agotada corresponde a un estudio de campo, el cual pretende describir la situación actual del sector metalmecánico mediante el método exploratorio, a través de la recolección de información de fuentes primarias y secundarias.

La información recolectada, especialmente de fuentes secundarias, corresponde al periodo comprendido entre 2005 hasta el 2007, con el fin de facilitar algunos análisis, especialmente en los aspectos tecnológicos y económicos. Se comienza en el 2005 año en el que se encuentra la información completa de las diferentes variables necesarias para ser comparadas y complementadas. Sin embargo, en el análisis se presenta una visión nueva medio ambiental en cuanto a la taladrina agotada se refiere y el proceso de metal-mecanizado.

La información de las fuentes primarias corresponde a datos recolectados en el año 2007.

La población para el presente estudio está conformada por las empresas del sector metal-mecánico de la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana, considerando subsectores de industrias básicas, productos metálicos e incluye bienes de capital y equipo, material de transporte y empresas de acabados, en diferentes tamaños, micro, Pymes, gran empresa y proveedores de aceite soluble.

El tamaño de la muestra para la información primaria es de 545 empresas encuestadas telefónicamente, obtenidas por listado de cámara de comercio; de las cuales a 22.75 % fueron visitadas, pero solo el 13.76% colaboraron con el proyecto, permitiendo las visitas a planta de producción y se les aplicó lista de chequeo para obtener la información real de manejo de este residuo.

Para la elaboración de la Evaluación De Taladrinas Agotadas generadas en la industria Metal-Mecánica de Bucaramanga y su área Metropolitana, se recopiló información suministrada por el personal administrativo y operativo del 13.76% de las diferentes empresas, además de consultar diferentes fuentes bibliográficas.

Se efectuaron jornadas de trabajo sectorizadas para realizar las visitas respectivas a las diferentes empresas de la industria metal- mecánica, estas jornadas incluyeron entrevistas y listas de chequeo por medio de visitas a las empresas de la ciudad de Bucaramanga y su Área Metropolitana, con el propósito de observar las fuentes generadoras de taladrina agotada y el impacto que estas ocasionan.

4.1 VALORACIÓN DE LAS TALADRINAS AGOTADAS

Con el objetivo de elaborar un diagnóstico de la taladrina agotada, se exploró acerca de la gestión actual (generación, recolección, tratamiento y disposición final), con el fin de determinar los aspectos ambientales significativos de este residuo peligroso. Para la realización de este trabajo se contó con la colaboración de la Corporación Autónoma Para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga, CDMB.

Teniendo la base de datos obtenidos por Cámara y Comercio se procedió a la inspección de cada una de las empresas consumidoras de aceite soluble que colaboraron con el proyecto para evaluar el ciclo de vida útil de dicho lubricante y la jerarquía de la contaminación y prevención.

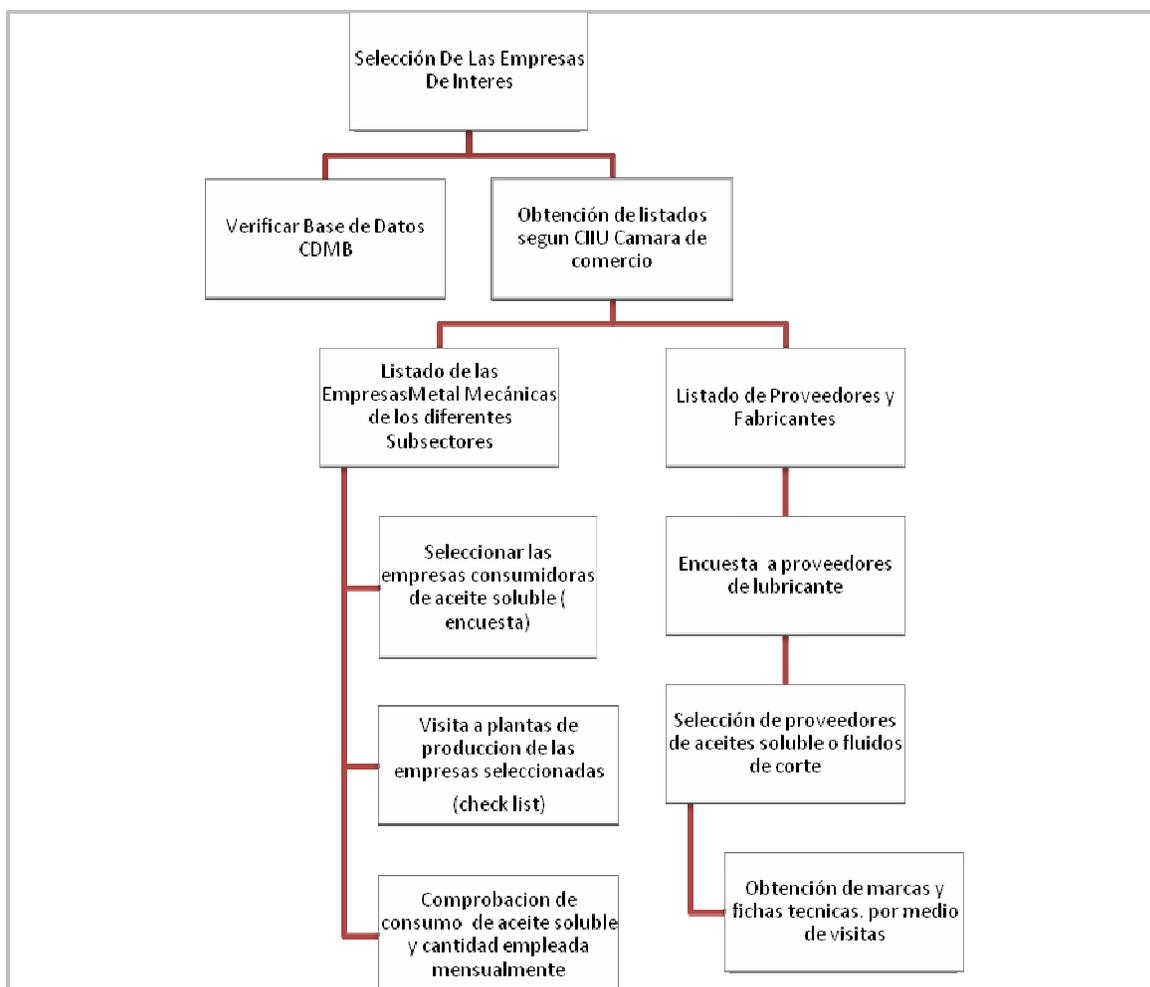
4.2 DIAGNÓSTICO DE TALADRINA AGOTADA

El Diagnóstico Medioambiental del Sector Metálico que se desarrolla, trata de conocer la relación entre el sector y el entorno que le rodea, para poder analizar la situación actual y poder establecer una serie de medidas que puedan minimizar, corregir y prevenir. Este diagnóstico se ha centrado únicamente en los subsectores de comercio al por menor de combustible para automotores, mantenimiento y reparación de maquinaria, fabricación de maquinaria y /o equipos, bienes de capital y el comercio al por menor de lubricantes (aceites, grasas), aditivos y productos de limpieza para vehículos ya que se consideran los más relevantes.

Una vez seleccionadas las empresas productoras de taladrinas agotadas, es decir que consumen aceite soluble para llevar a cabo el arranque de virutas; se realizó una inspección a la planta de producción para observar el proceso de generación de la taladrina agotada y por medio de check list determinar el consumo mensual de aceite soluble de cada empresa, lo que permite considerar el consumo de aceite soluble en esta

industria como la gestión actual de este residuo y el conocimiento de la industria de la peligrosidad del mismo. El proceso se muestra en la Grafica 8 por medio de diagrama de flujo, donde se aprecia los tipos de encuesta elaborados y descritos en el diagnostico además la procedencia de la información recopilada.

Grafica 8: Metodología -Diagrama De Flujo 1



Fuente: Autor

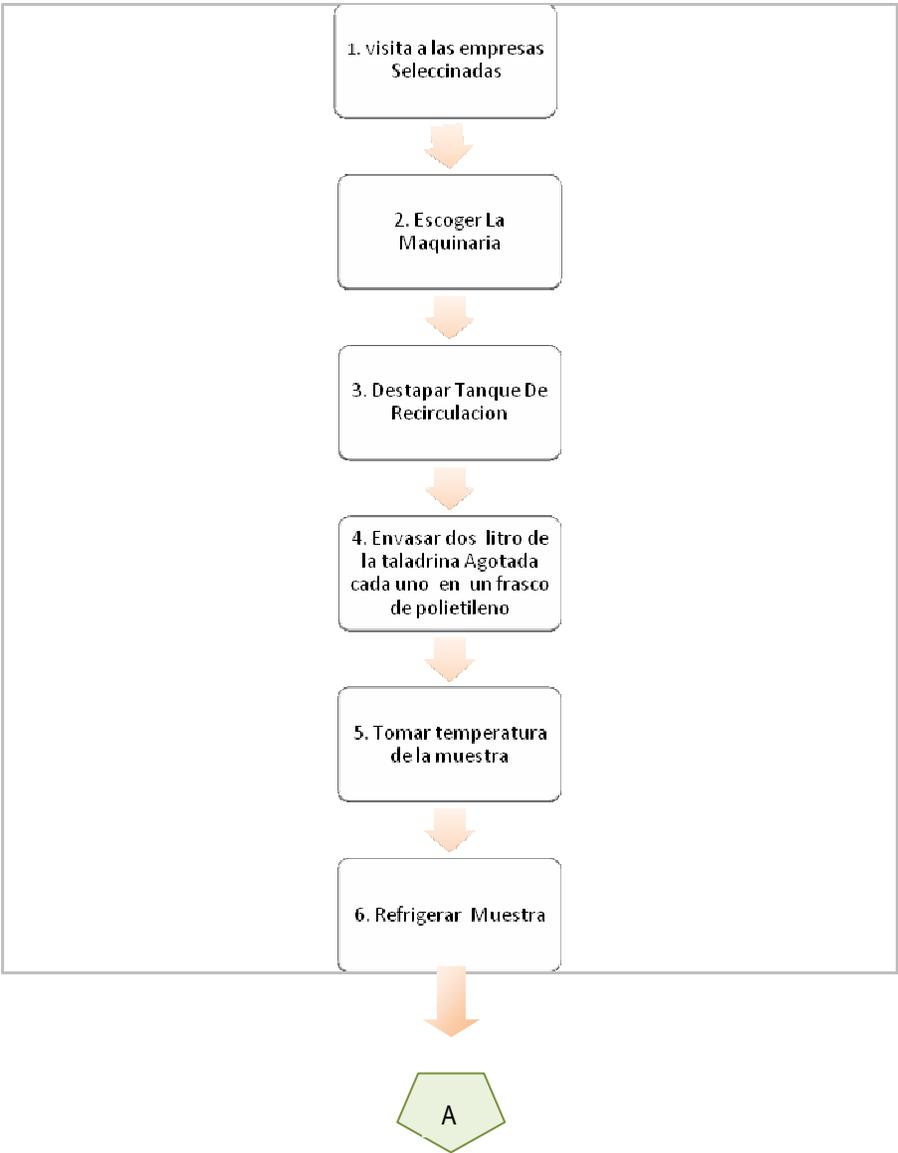
4.3 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA TALADRINA AGOTADA

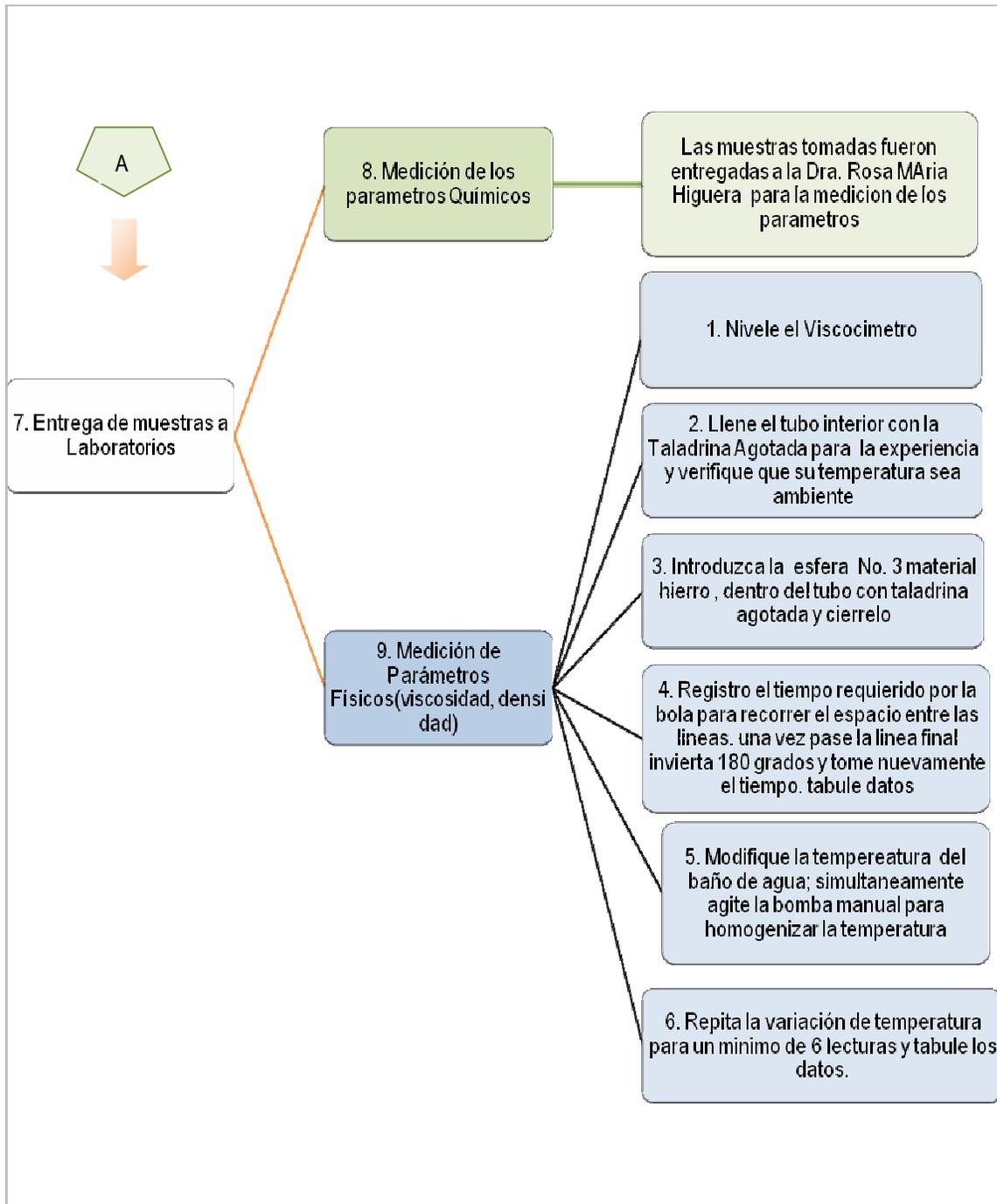
El sistema actual de la gestión de los residuos peligrosos no garantiza un proceso eficiente, por tal motivo surge la necesidad conocer los parámetros físico y químicos de las Taladrinas Agotadas, lo cual permite analizar soluciones de gestión viables con el entorno económico de los diferentes subsectores de la cadena metalmeccánica.

Para seleccionar los parámetros a medir, se tomó como base la consulta de los parámetros establecidos por las autoridades ambientales en el manual de aceites usados 2006 y normatividad española, además se pidió colaboración a la CDMB con el objetivo de obtener asesoría y realizar las pruebas de laboratorio.

El procedimiento llevado a cabo para la obtención de las muestras de taladrina durante el proceso se puede observar a continuación

Grafica 9: Diagrama de flujo para la obtención de las muestras y análisis





Fuente: Autor

Los parámetros que se escogieron para determinar la calidad de de la taladrina durante el funcionamiento y el tiempo de vida útil del baños, son mostrados por la tabla 7, con la metodología aplicada para su medición.

Tabla 7. Metodología Aplicada

Parámetro	Método Usado
Parámetros Químicos	
pH	Potenciómetro
Conductividad	Conductímetro
Cromo	Digestión -Absorción Atómica
Cadmio	Digestión -Absorción Atómica
Níquel	Digestión -Absorción Atómica
Hierro	Digestión -Absorción Atómica
Manganeso	Digestión -Absorción Atómica
Parámetros Físicos	
Densidad o Gravedad específica	Hidrometría o densimetría
Viscosidad Cinemática	Viscosímetro Hoopler

Fuente: autor

4.4 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

El proceso actual de generación de las taladrinas a nivel mundial presenta fallas en cuanto a su disposición final, por tal motivo surge la necesidad de valorar por medio de análisis físico –químico, el estado de deterioro del aceite soluble en el proceso de mecanizado y la integración de las variables que determinan el proceso habitual según el tipo de empresa y las problemáticas de las emulsiones durante su periodo de vida útil.

Para el análisis de las alternativas de solución se toma como referente la normatividad aplicada en los países pertenecientes a CEE.⁴¹

Una vez seleccionadas las alternativas de solución más viables, se procede a organizar según la jerarquía de contaminación y el tamaño de las empresas las posibles soluciones de prevención, mitigación y disposición final, partiendo desde los tratamientos disponibles hasta el momento y sus limitaciones, consiguiendo mostrar las soluciones para

⁴¹ CEE: Comisión Económica Europea

implementar dentro de la empresa con recolección, aprovechamiento, ideando un pre-tratamiento para una disposición final adecuada.

5. DIAGNOSTICO DE LAS TALADRINAS AGOTADAS

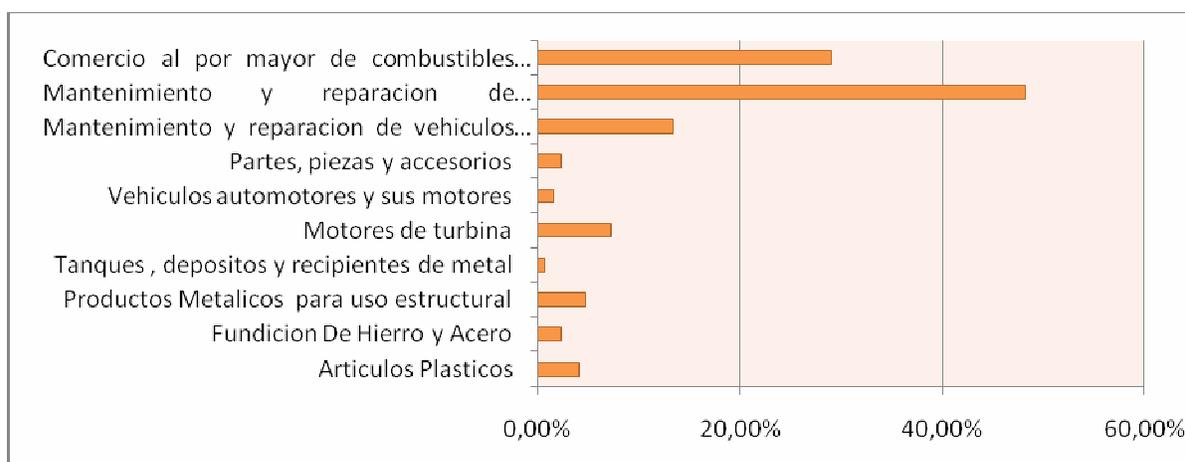
El presente proyecto se realiza debido a la necesidad de reducir la contaminación de suelos y de los receptores de agua, analizando soluciones a la problemática relacionada con el manejo y disposición final de las taladrinas agotadas de la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana.

Para estudiar las soluciones es necesario analizar un número de variables de aspecto económico y organizacional, con el fin de describir todos los componentes que interfieren en la generación de taladrina agotada.

5.1 ESTADÍSTICAS OBTENIDAS DE LAS ENTREVISTAS REALIZADAS

Para efectos de esta evaluación se encuestaron a 545 empresas adscritas a cámara y comercio de Bucaramanga, pertenecientes a los diferentes CIIU de la cadena metalmecánica (ver Grafica 10: distribución de las empresas según CIIU), el comercio al por menor de combustible para automotores, mantenimiento y reparación de maquinaria y el comercio al por menor de lubricantes (aceites, grasas), aditivos y productos de limpieza para vehículos, con el fin de determinar los procesos significativos en la generación de las taladrinas agotadas, dentro del tren de producción de las diferentes empresas de la industria metal-mecánica.

Grafica 10. Se observa la distribución por CIIU de las 545 empresas encuestadas.



Fuente: Autor

Los resultados obtenidos en la encuesta se divide en dos grupos; la encuesta a posibles proveedores de aceite soluble (Taladrinas) y encuesta a posibles consumidores según el listado obtenido por Cámara y comercio de Bucaramanga, como se detalla en la grafica 11.

Grafica 11: Grupos Encuestados



Fuente: Autor

5.1.1 Encuesta a Proveedores

La encuesta se diseñó con la finalidad de identificar a los proveedores de aceite soluble y sus clientes. Se efectuó en el CIIU (Código Internacional Industrial Uniforme) correspondiente a comercializadores al por mayor y por menor de lubricantes, a quienes se le indago sobre el tipo de aceite soluble (Taladrina) que ofrecen, las marcas y los fabricantes. Los resultados se muestran en la grafica 12. Datos obtenidos en encuesta a proveedores.

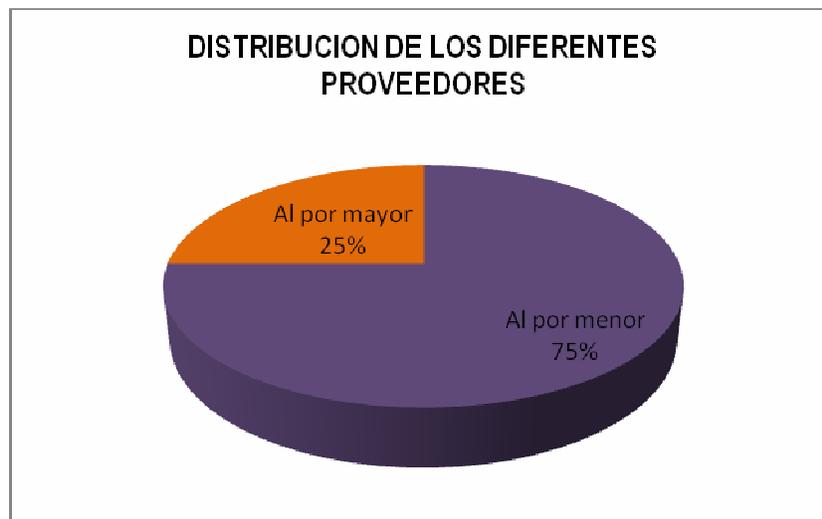
Grafica 12: resultados Obtenidos en Encuesta a 73 Posibles Proveedores de taladrina



Fuente: Autor

De los proveedores al por mayor y menor de lubricantes en Bucaramanga y su área metropolitana solo el 27.39% ofrecen aceite soluble (taladrina), de los cuales el 25% son comercializadores al por mayor o fabricantes de aceite soluble (Taladrina).

Grafica 13: Distribución de los Diferentes Proveedores Según el Tipo de Comercialización.



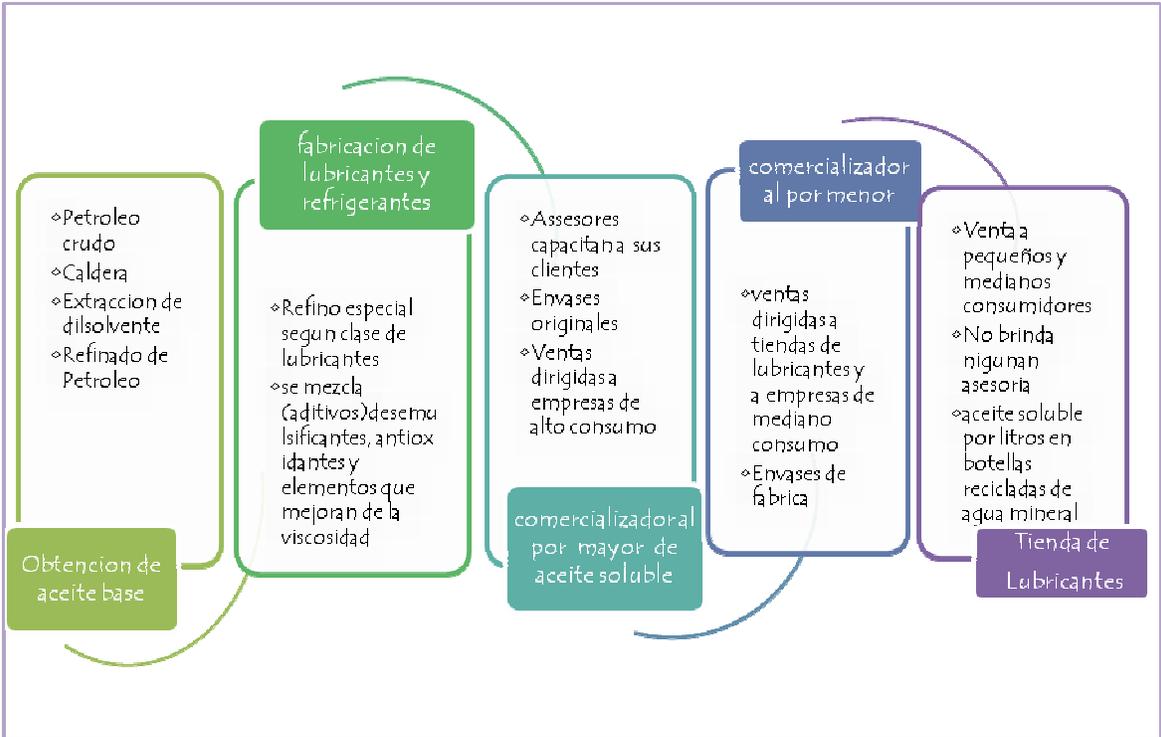
Fuente: Autor

Para obtener los datos de las marcas y/o fabricantes de aceite soluble o aceite de corte, se hizo necesario que la corporación autónoma regional de la defensa de Bucaramanga CDMB expidiera un comunicado dirigido a estos, con la finalidad de obtener: (ver formato de carta anexo A)

- Nombre o razón social de los clientes que compran taladrina, teléfono y dirección
- Valor en volumen estimado de la compra anual
- Tipo de taladrina que compran o que ofrecen (sintéticas, semisintéticas y emulsiones de aceite)
- Si producen la taladrina, que marca y su referencia

Al realizar las entrevistas de proveedores se obtiene la cadena de distribución y comercialización de la taladrina (ver Grafica 14: línea de comercialización del aceite soluble).

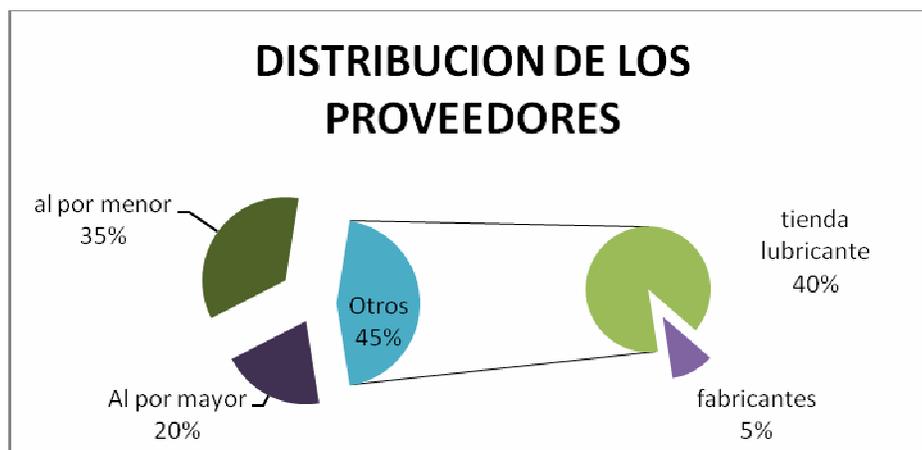
Grafica 14: Línea de comercialización del aceite soluble



Fuente: Autor

Luego de estar fabricado el aceite soluble(taladrina), es dirigido en empaques plásticos de diferentes volúmenes a distribuidores mayoristas o terminales, con laboratorios y certificaciones de procesos de evaluación del aceite soluble (taladrina) y los lubricantes que ofrece, además brindan asesorías; estos comercializadores corresponden al 25% de total de proveedores de lubricantes de la ciudad de Bucaramanga y su área Metropolitana; de esta manera es entregado a comercializadores al por menor y a medianas y grandes empresas; los comercializadores al por menor a su vez abastecen a la industria metalmecánica de diferentes manera; a los talleres y empresas pequeñas, gracias a que estos comercializadores le vende a las tiendas de lubricantes; los comercializadores al por menor corresponden al 75% de los cuales el 40% corresponden a las tiendas de lubricantes como se muestra en la grafica 15. Las tiendas de lubricante compran aceites soluble (taladrina) de las diferentes marcas en barriles de 57.5 galones y los venden por litros en envase reciclados de agua mineral, la pequeña y mediana empresa le compra al comercializador al por menor en presentaciones de 1 galón o 5 galones, la grandes, a los comercializadores al por mayor en presentaciones de 57.5 galones o barril.

Grafica 15: Distribución de los proveedores en la cadena de comercialización de aceite soluble (Taladrina).



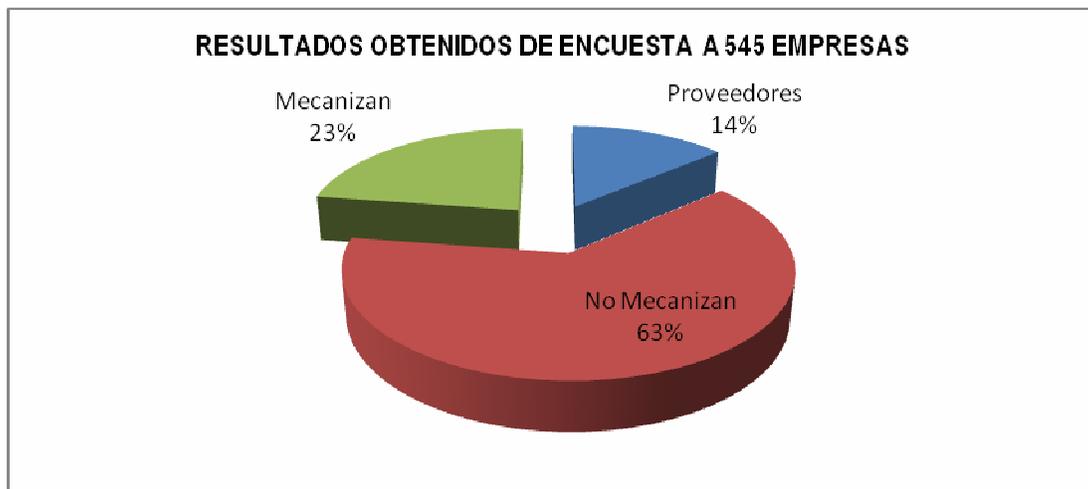
Fuente: Autor

Es de gran importancia resaltar, que Bucaramanga cuenta con fábricas de aceite soluble reconocidas, las cuales, corresponden al 5% expresada en la grafica 15.

5.1.2 Encuesta a Consumidores

Para el diseño de la encuesta de los posibles consumidores se definieron dos criterios de evaluación: conocer si se cuenta con algún proceso metal- mecánico y si se utiliza aceites de solubles (Taladrinas) en este proceso (ver formato de encuesta en anexo D). De acuerdo a esto se obtuvo los siguientes resultados:

Grafica 16: Encuesta – Resultados

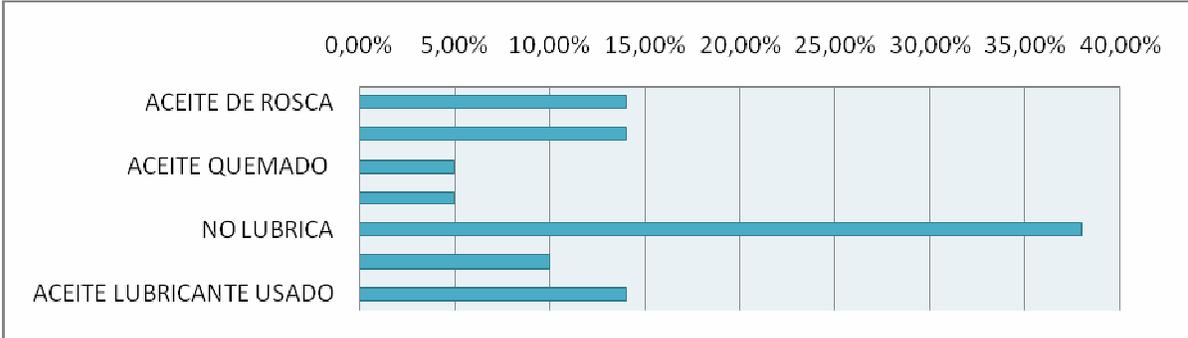


Fuente: Autor

De las empresas con procesos de mecanizado el 16.93% no usan taladrinas como lubricante, ni refrigerante de la maquinaria utilizada para la fabricación de productos metálicos, debido a que este tipo de maquinaria es de difícil operación sin lubricante y refrigerante estas empresas utilizan otros productos en dicho proceso como son: el agua, el cebo, el aceite usado de motor, el aceite quemado, el aceite de rosca y el plasma (ver grafica 17). Estos productos no son los mas adecuados para el sistema por un sin numero de razones tales como: la corrosión en la maquinaria, la oxidación de producto terminado, una mayor generación de residuos sólidos, la utilización del lubricante que no evita la deformación de la pieza debido a que no contiene refrigerante y la utilización del aceite quemado , el cual ya esta regulado en el manual de aceites usados pág. 19 "aceite

lubricante usado sin tratamiento” expedido en el 2006 en donde se indica la responsabilidad del generador y el proceso de transformación de este residuo.

Grafica 17: Empresas Metalmecánicas Que No Usan Taladrinas



Fuente: Autor

Dentro del numero de empresas con procesos metalmecánicos que usan taladrinas, no todas colaboraron con el proyecto por diferentes razones, a pesar que la corporación autónoma regional para la defensa de la meseta de Bucaramanga CDMB expidiera un comunicado donde solicita la colaboración de la industria metal mecánica y daba a conocer en que consistía la visita a la planta de producción (ver anexo B.) Como lo muestra la grafica 18. Se observa el número de empresas que no colaboraron.

Grafica 18: Empresas-No Colaboraron



Fuente: Autor

La información generada por las empresas facilitadoras con el proyecto se observa en la grafica como listas de chequeo existente, el registro en el formato de comprobación de cada uno de las temáticas que permitirán analizar la problemática con relación al tipo de empresa en cuanto a residuos peligrosos se refiere. Dicho formato se puede apreciar en la tabla 8 a continuación y el análisis en el apartado listas de chequeo. (ver formatos de cada una de las empresas en el anexo E)

Tabla 8: Formato Lista De Chequeo

DESCRIPCION DE LA PANORAMICA E INFORMACION GENERAL			
Nombre:			
Revisado por:			
Fecha:			
Lista de comprobación: La compañía			
PREGUNTA	SI	NO	COMENTARIOS
¿Que tiempo lleva la compañía y cuanto lleva operando?			
Principales actividades, productos o servicios			
¿Hay compañías centrales o subsidiarias a esta compañía?			
Lista de comprobación: El sitio de operaciones			
¿Cuál es la ubicación física del sitio de operaciones?			
¿Cuáles son las dimensiones del sitio?			
¿Cuántos empleados hay?			
¿Cuál es el aspecto físico del sitio?			
¿Hay áreas de importancia natural?			
Lista de comprobación: Ubicación del sitio en relación a los receptores de riesgo y los alrededores.			
¿Hay áreas de importancia cultural/históricas en las inmediaciones?			
¿Prevalece algún tipo de riesgo en la zona?			
¿Cuál es el uso del terreno al este del sitio?			
¿Cuál es el uso del terreno al norte del sitio?			
¿Cuál es el uso del terreno al sur del sitio?			
¿Cuál es el uso del terreno al oeste del sitio?			
¿Hay cerca escuelas, hospitales, parques públicos, estadios o atracciones publicas?			
*El lugar de ubicación de la empresa esta de acuerdo al POT de Bucaramanga y su área metropolitana.			
Lista de comprobación: gestión general			

¿Cuáles son las principales actividades de gestión en el sitio de operaciones?			
¿Bajo que marco de trabajo de gestión opera el sitio?			
¿Existen sistemas, procedimientos o políticas de gestión medioambiental?			
¿Existe un sistema de gestión de calidad (QMS), en el sitio?			
Lista de comprobación: registro de la legislación y regulaciones medioambientales			
¿Lleva la compañía un registro de las legislaciones y las regulaciones relevantes para el sitio de operaciones?			
¿Opera la compañía bajo permisos o restricciones de permiso?			
¿Opera la compañía bajo alguna autorización, licencias o restricciones resultantes?			
¿Ha sido multada o amonestada la compañía por incumplimientos pasados de regulaciones o leyes?			
¿Sigue la compañía un procedimiento para identificar y exceder a la legislación y regulaciones medioambientales que le afectan?			
¿Hay regulaciones específicas de las actividades de la compañía?			
¿Hay regulaciones específicas de los productos o servicios de la compañía?			
¿Ha realizado el personal interno inspecciones legislativas o reguladoras? (Si es así quien y cuando?)			
¿Ha hecho las autoridades locales alguna inspección del sitio?			
¿Ha realizado algunas inspecciones del sitio compañías independientes o consultores? (Si es así, quien y cuando)			
DESCRIPCION DE LOS PRINCIPALES PROCESOS DESDE UN PUNTO DE VISTA MEDIOAMBIENTAL			
Lista de comprobación: uso del agua			
¿Se usa agua en el proceso de mecanizado?			
¿Si es así, para que se usa?			
¿Qué cantidad de agua se usa? Mensual			
¿Hay algún permiso o autorización de uso de agua? Si es así, ¿Cuáles son los permisos, acuerdos y autorizaciones?			
¿Se practica la minimización del uso del agua o técnicas de producción mas limpia? Si es así, ¿Cuáles son?			
Lista de comprobación: uso de productos químicos			
*¿Se usan productos como fluidos de cortes en el proceso de mecanizado, si es así cuales?			
*¿Que volumen aprox. De taladrina utiliza?			
*¿Que marca de taladrina usa?			
*1. Shell- brumol Sp			
*2. Texaco-aceite soluble			

*3. Terpel – aceite soluble			
*4. Chevron –aceite soluble			
*5. Movil – Movilmet 101- 451			
*6. Exxon – Kutwell 40/50			
* 7. Lubrigras – aceite soluble			
*8. ¿Otros?			
*¿Cuál es el Proveedor y el costo de la taladrina usada?			
*¿Con que frecuencia se cambia el baño?			
*¿Cómo se almacenan el producto?			
*¿En que proceso es utilizada? (torno, taladro, fresado, rectificado)			
*¿Cómo Etiqueta sus bidones de residuos (indicando fecha, composición y proceso de generación)?			
*En que proporción es diluida la taladrina?			
* Permítame observar el proceso (tren de muestreo)			
* Se toma medidas preventivas para reducir derrames y salpicaduras de taladrina?			
*Controla la calidad de agua de dilución y reposición de la taladrina?			
* Realiza algún control periódico de la calidad de la taladrina diluida (Ph, Refractómetro...)?			
*Conoce el destino de las taladrinas agotadas en su empresa?			
* volumen de taladrina agotada estimado			
Lista de comprobación: uso de materia prima			
¿Cuáles son las principales materias primas usadas en el proceso de mecanizado?			
¿Qué cantidades se emplean?			
¿Cuáles es el origen y costo de la materia prima empleada?			
Lista de comprobación: Residuos			
¿Se generan residuos sólidos en el proceso de mecanizado? Si es así de que tipo de residuos se trata, donde se vierte, en que cantidad y a que coste?			
¿Cuál es el destino final de los residuos sólidos del proceso y como se transportan a ese destino?			
¿Se almacena, tratan, recicla, separan o reutilizan los residuos sólidos del proceso? Si es así que residuos y en que cantidad?			
¿Se emplea algún tipo de control/ reducción de residuos en el proceso? Si es así, cuales y donde se emplea?			
¿Se llevan a cabo prácticas de minimización de residuos y producción mas limpia en el proceso? Si es así, cuales.			

Lista de comprobación: efluentes al agua		
¿A dónde se vierte el efluente, de donde se origina y en que cantidades?		
¿Se trata el efluente en el proceso, si es así que efluente, como se trata, donde y por quien es tratado?		
¿Requiere alguno de estos vertidos del proceso, permiso, acuerdos o autorizaciones? Si es así, ¿cuales?		
¿Esta legislado o regulado alguno de los vertidos del proceso? Si es así, ¿Cuáles?		
¿se monitoriza alguno de los vertidos del proceso? Si es así, ¿Cuáles, cuando y como?		
¿Qué tiempo tienen y cual es la naturaleza de los sistemas de drenaje del proceso?		
¿Se utiliza retención de efluentes, almacenamiento o tanques de retención? Si es así, ¿Dónde están?		
¿Se lleva a cabo técnicas de minimización de vertidos de efluente o de producción mas limpia? ¿Cuál?		

Fuente: Autor

5.2 CHECK LIST (LISTA DE CHEQUEO)

Para la elaboración del Diagnóstico del sector del metal en el Campo del área metropolitana (AMB), se estableció un check – list, de planta de producción para inspeccionar ciertos aspectos ambientales que permitirían saber el nivel de conocimiento con respecto a la gestión ambiental, producción respetuosa, concienciación y necesidades formativas del sector. Se han entrevistado al 60.48% de las empresas visitadas de los diferentes subsectores analizados.

Las preguntas que se realizaron están divididas en 6 bloques:

- 5.2.1 Gestión General
- 5.2.2 Identificación De Los Procesos Generadores
- 5.2.3 Registro De La Legislación y Regulaciones Medioambientales
- 5.2.4 Cantidad De Aceite Soluble Consumido En AMB
- 5.2.5 Otros Residuos Generados
- 5.2.6 Otros Aspectos

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede valorar la situación actual del sector con respecto al medio ambiente y la gestión ambiental.

5.2.1 Gestión General (Certificaciones Obtenidas Por El Sector Metal-Mecánico)

Las check- list facilita el análisis de los entornos permitiendo así establecer que el 22.66 % de las empresas que colaboraron cuentan con alguna certificación ISO.

Básicamente las certificaciones obtenidas han sido en ISO 9001, versión 2.000, que corresponde a calidad en procesos de producción, se registran el 4% de las empresas visitadas que se encuentran en proceso de certificación en ISO 9001

El 1.33% de las empresas visitadas cuentan con un sistema de gestión medio ambiental ISO 14000, su política se basa en la prevención y control de efectos que puedan causar un impacto negativo sobre el entorno ambiental, sobre la salud de su gente y previene la contaminación resultante de sus procesos, manteniendo así un eficiente desarrollo y mejoramiento continuo de sus procesos, productos y servicios, revisando periódicamente su desempeño respecto a los objetivos y metas ambientales establecidos:

- a. Prevenir contaminación del suelo
- b. Prevenir contaminación del agua
- c. Optimizar recursos naturales

La organización despliega su cultura y responsabilidad ambiental y de salud ocupacional ante la comunidad y sus trabajadores sobre las regulaciones gubernamentales aplicables existentes y el cumplimiento con nuestro compromiso de calidad ambiental.⁴²

El tamaño de la empresa influye en la necesidad de la obtención de la certificación de calidad del producto. Para ello se decidió clasificar las empresas visitadas según su tamaño, bajo el criterio de número de empleados, el cual permitirá un mejor análisis de las variables de interés y plantear estrategias según el tamaño de las empresas. La distribución según el tamaño de la empresa se observa en la tabla 9; Si comparamos el numero de empresas certificadas en las categorías por tamaño, se puede observar que la micro-empresa solo tiene certificado 2.66% del total de empresas. Esto se aprecia en la grafica 19.

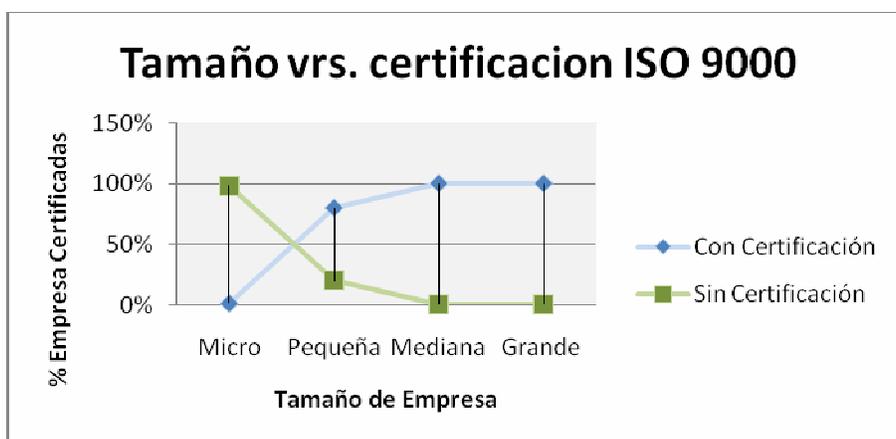
⁴² Política ambiental y de salud ocupacional. DANA Colombia.

Tabla 9: distribución según tamaño

Tipo de Empresa	Rango	No de empresas
	Por numero de empleados	
Micro	Menor de 15	57
Pequeña	Entre 16 y 50	10
Mediana	Entre 51 y 100	4
Grande	Mas de 100	4

Fuente: Autor Rango: Ley 905 de 2004

Grafica 19: Relación de Tamaño de Empresa con Proceso de Certificación.



Fuente: Autor

5.2.2 Identificación De Los Procesos Generadores

Este subsector cuenta con maquinaria de arranque de virutas, la cual tiene un sistema de refrigeración y lubricación para su funcionamiento, por este motivo la fabricación de productos metálicos generan taladrina agotada como residuo del proceso principal.

El parque tecnológico del subsector está compuesto principalmente por las siguientes máquinas:

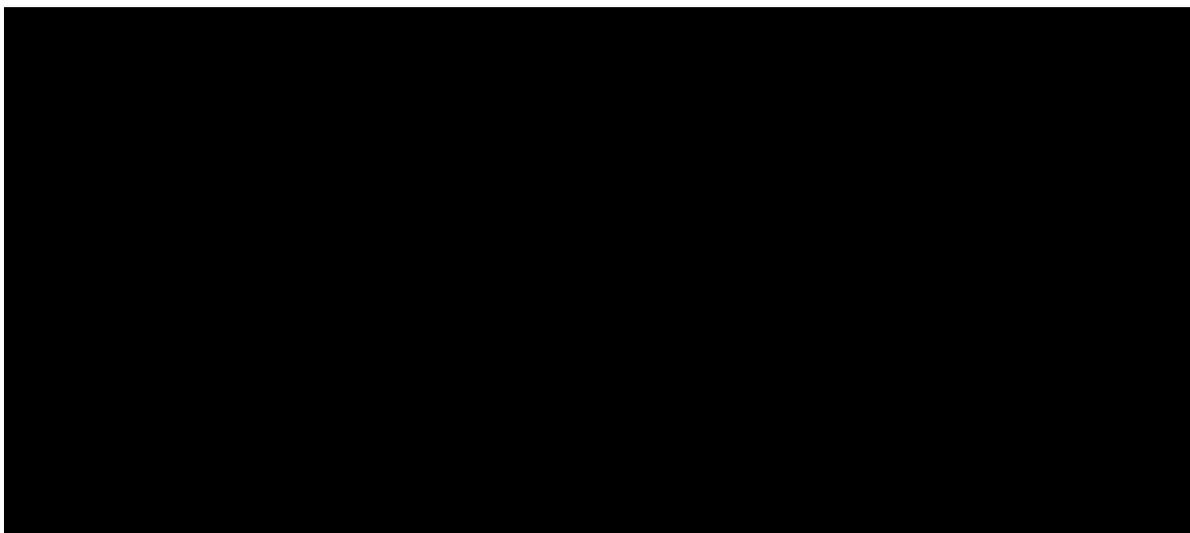
- Taladros: El taladrado es la operación de mecanizado, destinada a producir agujeros cilíndricos, pasantes o ciegos, generalmente en medio del material.
- Fresadoras: son las máquinas-herramientas versátiles. Permiten obtener superficies curvadas con un alto grado de precisión y un acabado excelente. Los distintos tipos de útiles de corte permiten obtener ángulos, ranuras, engranajes o muescas. El soporte puede avanzar en tres direcciones: longitudinal, horizontal y vertical. En algunos casos también puede girar.
- Torno: la máquina giratoria más común y más antigua, sujeta una pieza de metal y la hace girar mientras un útil de corte da forma al objeto. El útil puede moverse paralela o perpendicularmente a la dirección de giro, para obtener piezas con partes cilíndricas, cónicas, o para cortar acanaladuras.
- Rectificadora: está formada por cuatro piedras abrasivas de grano fino fijadas a una herramienta extensible que se hace girar y oscilar lentamente dentro del cilindro hasta lograr el acabado y el diámetro deseados.
- Sierra: las sierras mecánicas más utilizadas pueden clasificarse en tres categorías, según el tipo de movimiento que se utiliza para realizar el corte: de vaivén, circulares o de banda. Las sierras suelen tener un banco o marco, un tornillo para sujetar la pieza, un mecanismo de avance y una hoja de corte.
- Prensa: dan forma a las piezas sin eliminar material, o sea, sin producir viruta. Una prensa consta de un marco que sostiene una bancada fija, un pistón, una fuente de energía y un mecanismo que mueve el pistón en paralelo o en ángulo recto con respecto a la bancada. Las prensas cuentan con troqueles y punzones que permiten deformar, perforar y cizallar las piezas. Estas máquinas pueden producir piezas a gran velocidad porque el tiempo que requiere cada proceso es sólo el tiempo de desplazamiento del pistón, por esta razón es necesaria la refrigeración que proporciona el aceite soluble.

Todas ellas tienen en común la utilización de herramienta específica, que por medio de ellas dan forma a las piezas arrancando virutas, esta deformación del material se produce a muy alta velocidad generando calor en un corto intervalo de tiempo, la temperatura aumenta considerablemente produciendo la aceleración del desgaste de la herramienta, es

por esto que este tipo de maquinaria utiliza el aceite soluble (taladrina) sobre la zona de formación de la viruta para mejorar el proceso de corte.

En el Área Metropolitana de Bucaramanga (AMB), el subsector de fabricación de maquinaria, comercio de productos metalúrgicos y algunas empresas cuya razón social no pertenece a la industria metal-mecánica pero corresponde a la industria manufacturera las cuales internamente cuentan con un taller de mecanizado para mantenimiento y reparación de la maquinaria, se les aplico una lista de comprobación de maquinaria utilizada obteniendo los siguientes resultados:

Grafica 20: Tipo de Maquinaria utilizada en Subsectores De La Industria Metal-Mecánica



Fuente: Autor

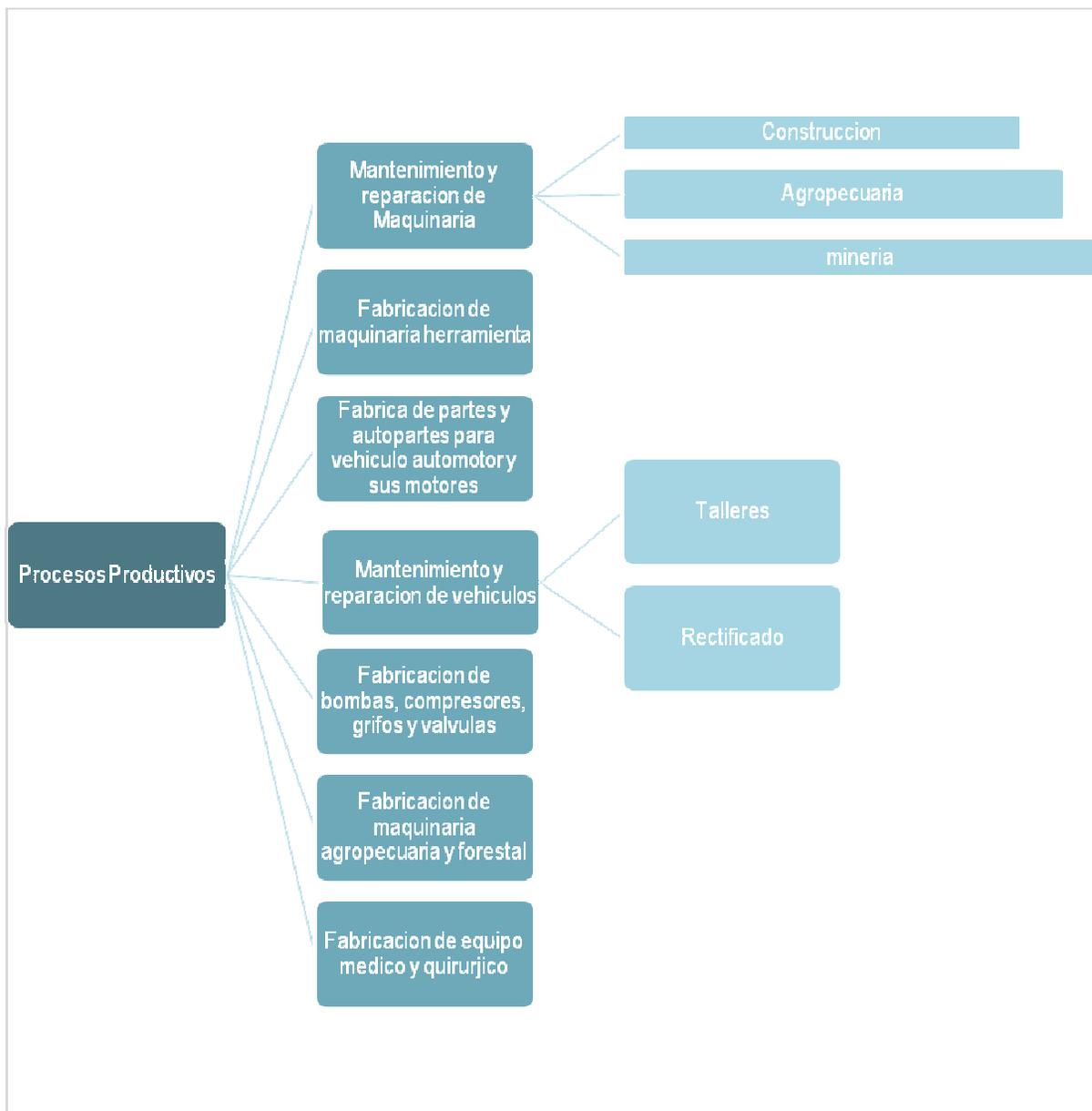
Se hace claridad que una empresa puede estar operando las tres clases de maquinaria (convencional, automática y CNC (Control Numérico Computarizado)), según el Tamaño de la empresa y su proceso de fabricación.

Procesos Productivos

Con el objetivo de analizar el proceso habitual de generación de taladrina agotada, se obtuvieron los procesos generales de los diferentes subsectores a los que pertenecen las

empresas visitadas, como se observa a continuacion los diagramas de flujo por categorias y la grafica 20 que esquematiza la distribucion de los subsectores en categorias.

Grafica 21: Categorias de los Diagramas de Flujos (Procesos Productivos).



Fuente: Autor

- a. Mantenimiento y reparacion de maquinaria y equipos (agropecuarios,minero, de la construccion e industrial)

Grafica 22: Proceso Productivo-Categoria Mantenimiento y Reparacion de Maquinaria y Equipos.

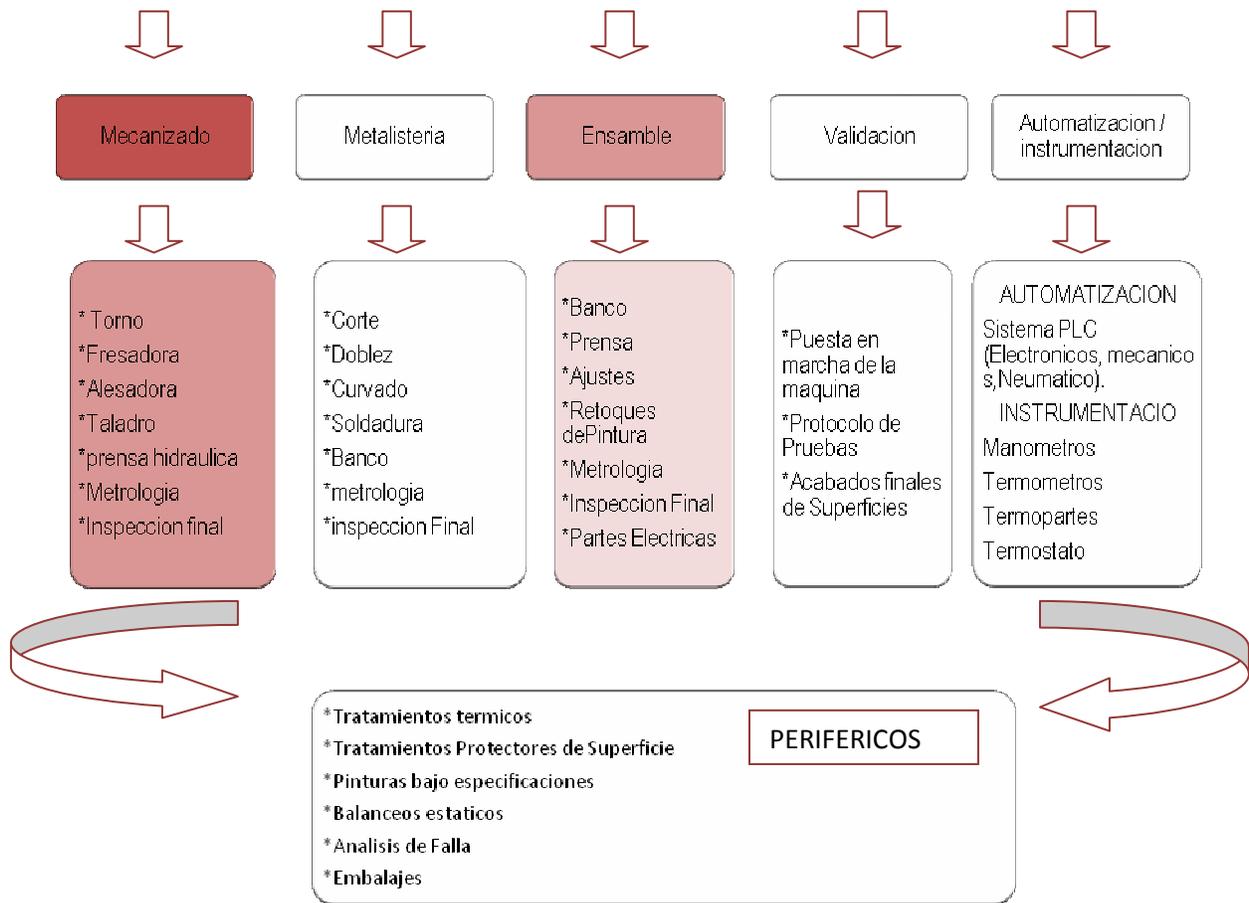
Diseño E Ingenieria

- Revisión de especificaciones
- Analisis de informacion
- Especificaciones tecnicas finales
- Generara matriz de materiales

Planeacion De La Produccion

- Recepcion de los proyectos de ingenieria
- Planeacion de la produccion
- Abastecimiento de materiales

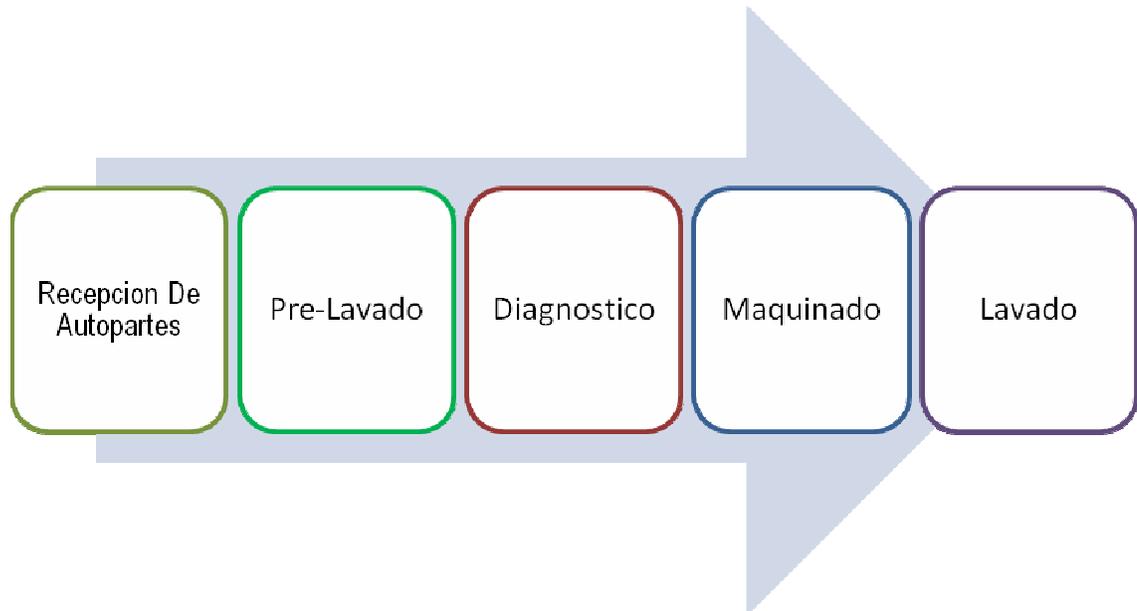
Produccion : Ejecutar el plan de produccion, supervision de los procesos de fabricacion , supervision del cumplimiento del plan de produccion , control de la calidad



Mantenimiento de Equipos: Correctivo y Preventivo.

b. Mantenimiento y reparacion de vehiculos automotores (Rectificadoras, Taller de Mecanica General)

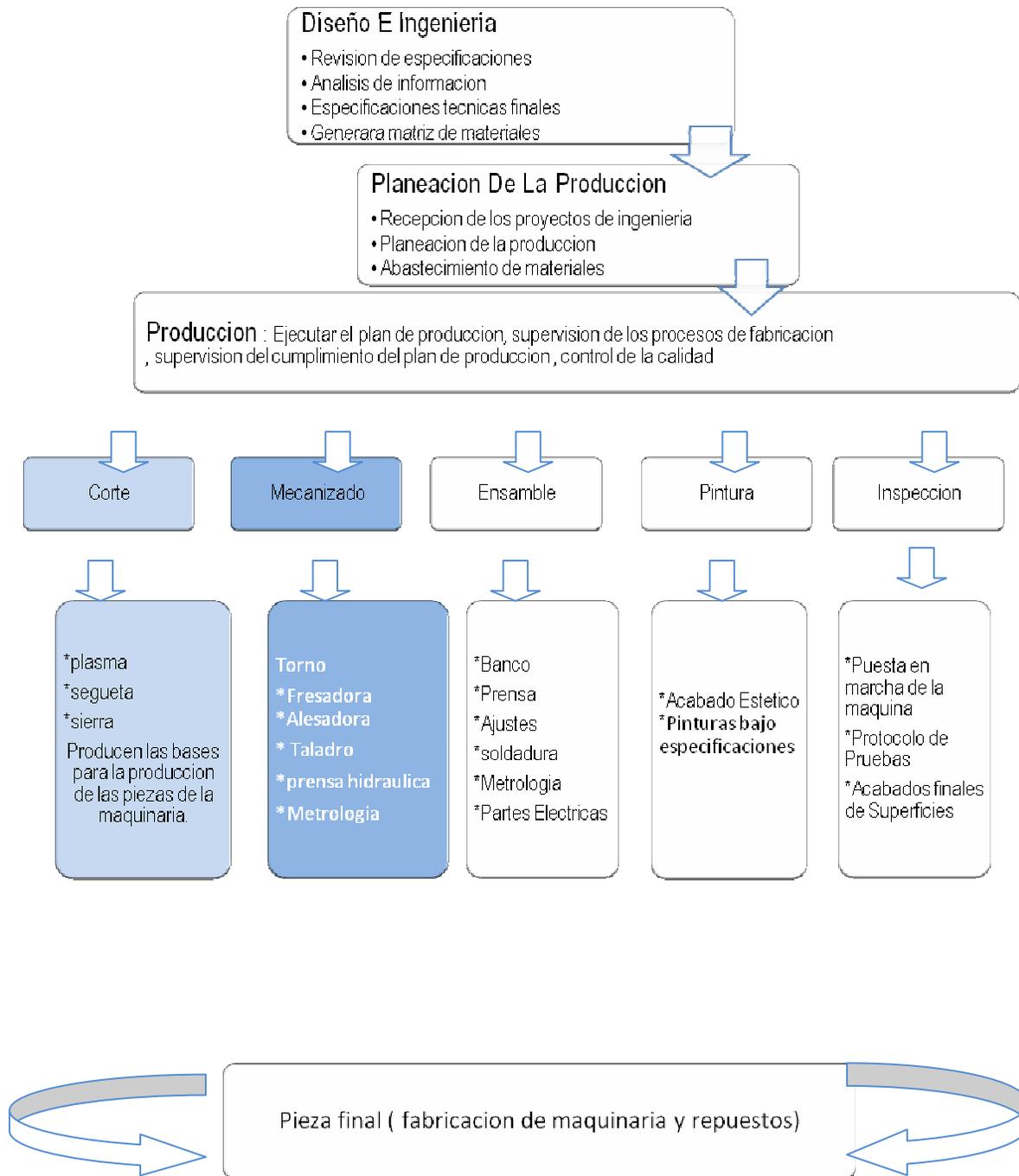
Grafica 23:Proceso Productivo –Categoria Mantenimiento Reparacion de Automotores.



- Recepcion de Autopartes como: Bloques - Culatas -Bielas - Cigüeñales - Pistones - Rines - Ejes – Cilindro
- Pre-lavado: consiste en desengrasar la pieza con ACPM , gasolina o biodegradable y según el tipo de metal se dirige a tanque de soda caustica
- Maquinado : según la pieza de motor se utiliza maquinaria de arranque de virutas o abrasiva por ejemplo rectificado de valvulas, la mayoría de las empresas usan como lubricante aceite hidraulico y no aceite soluble , pero si se rectifica cigüeñales se requiere de aceite soluble , ademas en esta etapa se incluye todo el parque tecnologico de los subsectores de fabricacion.
- Lavado final : es igual a el pre-lavado

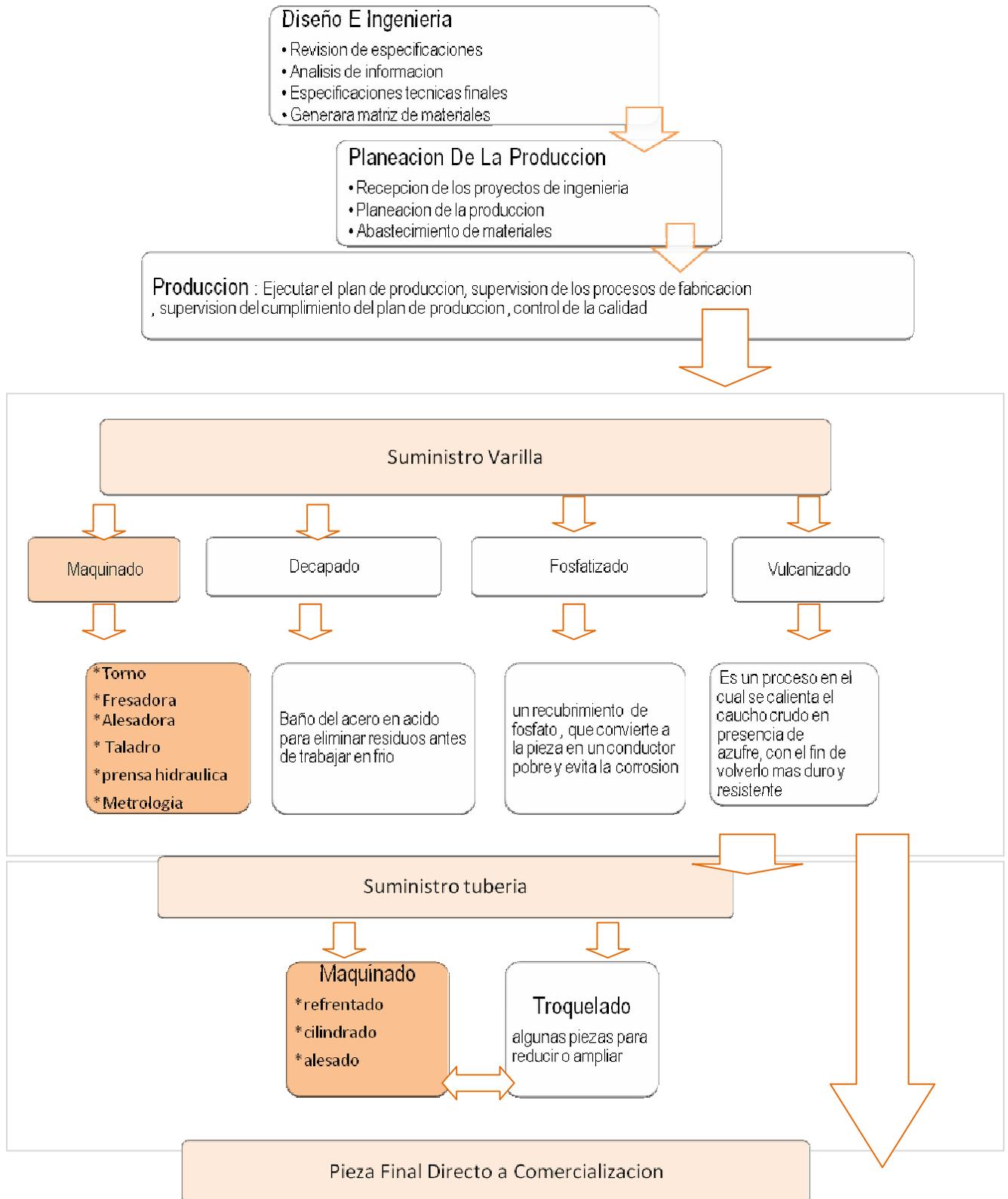
c. Fabricacion de maquinas de herramienta

Grafica 24: Procesos Productivos – Categoría Fabricación de Maquinas Herramienta



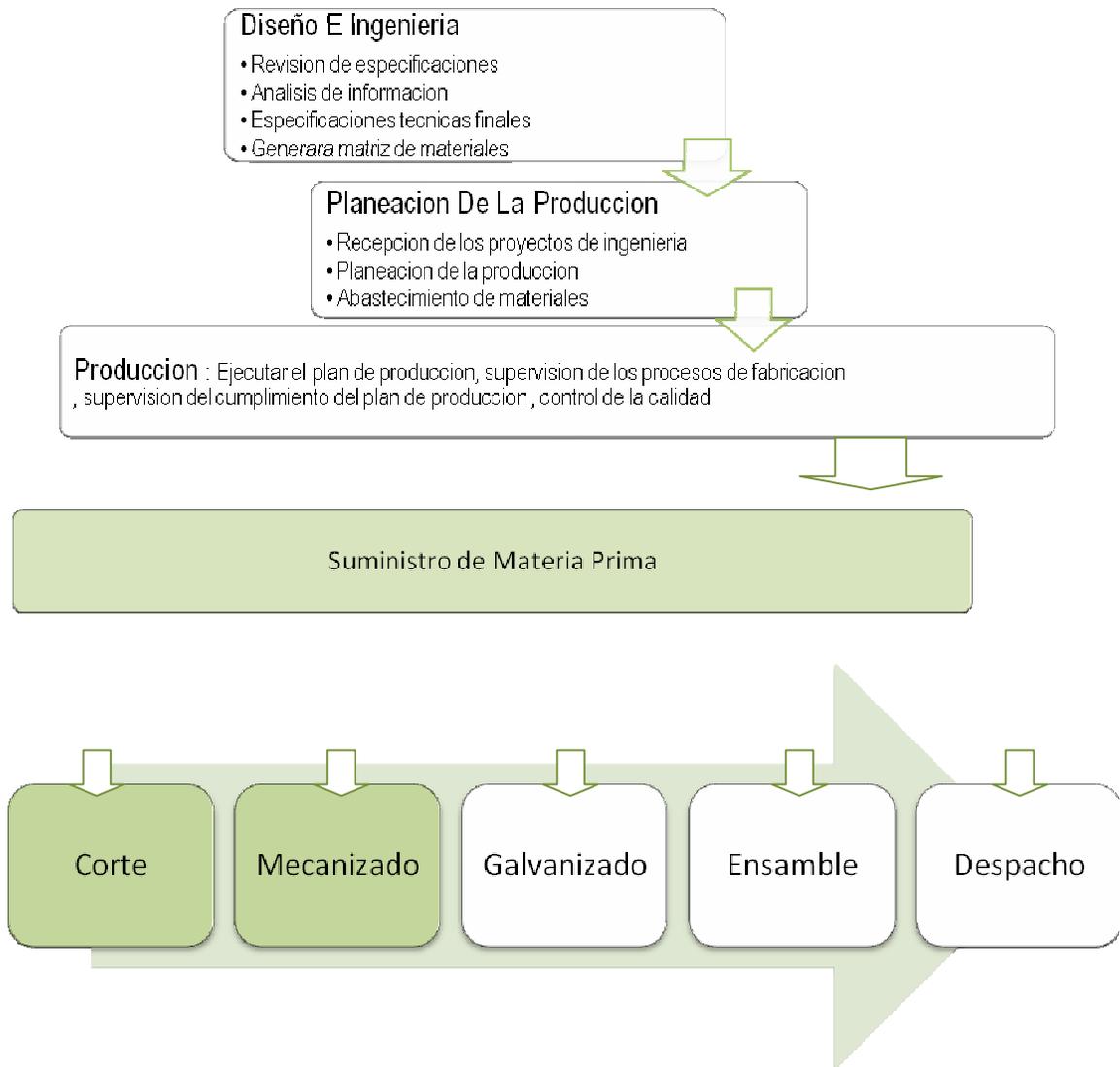
d. Fabricacion de partes o autopartes para vehiculo automotor y sus motores

Grafica 25. proceso Productivos –Categoría Fabricacion de autopartes.(metal-caucho)



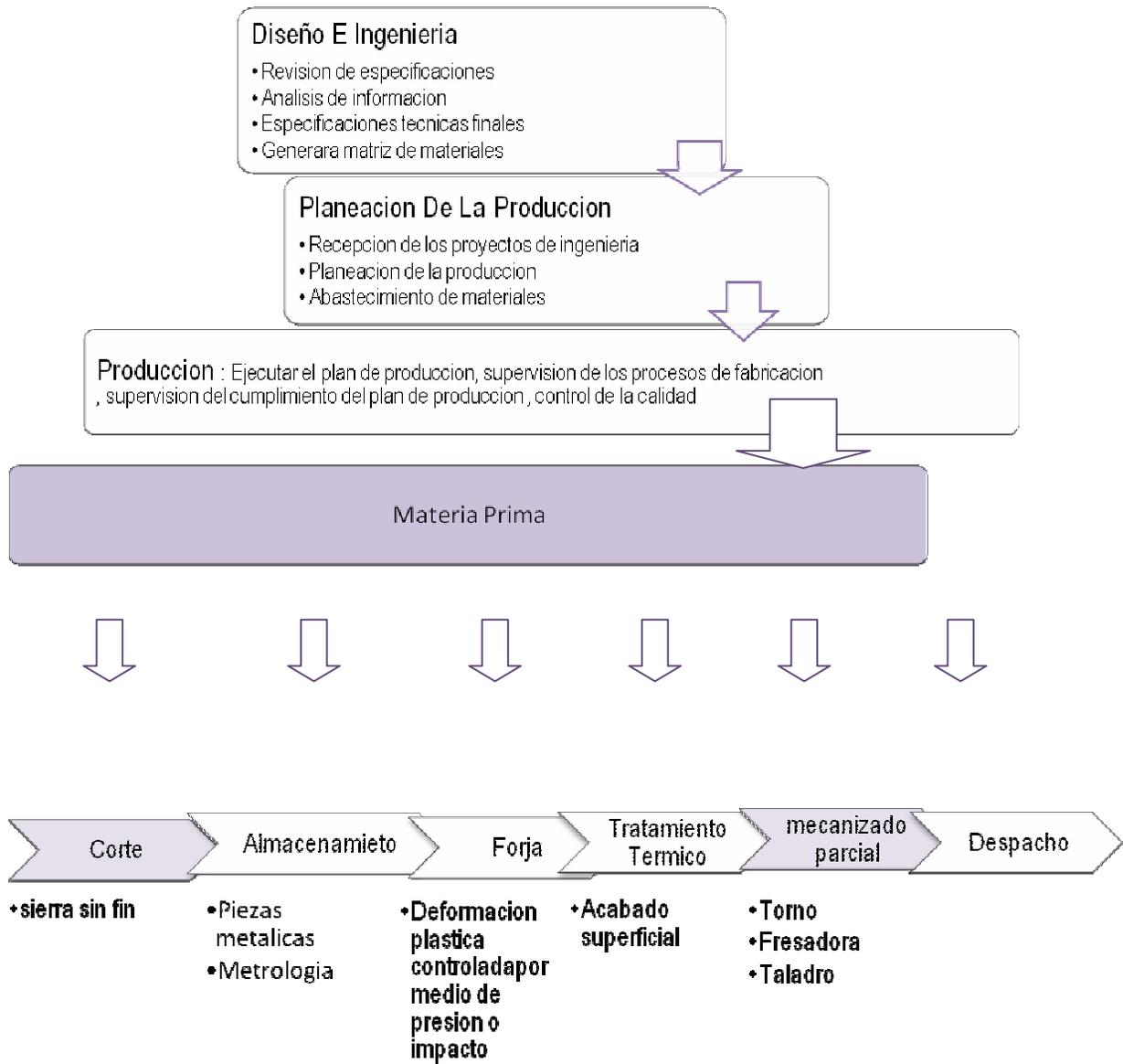
e. Fabricacion de bombas compresores , grifos y valvulas

Grafica 26. Proceso Productivo –Catgoria Fabricacion de valvulas y grifos (instalacion de Gas Natural)



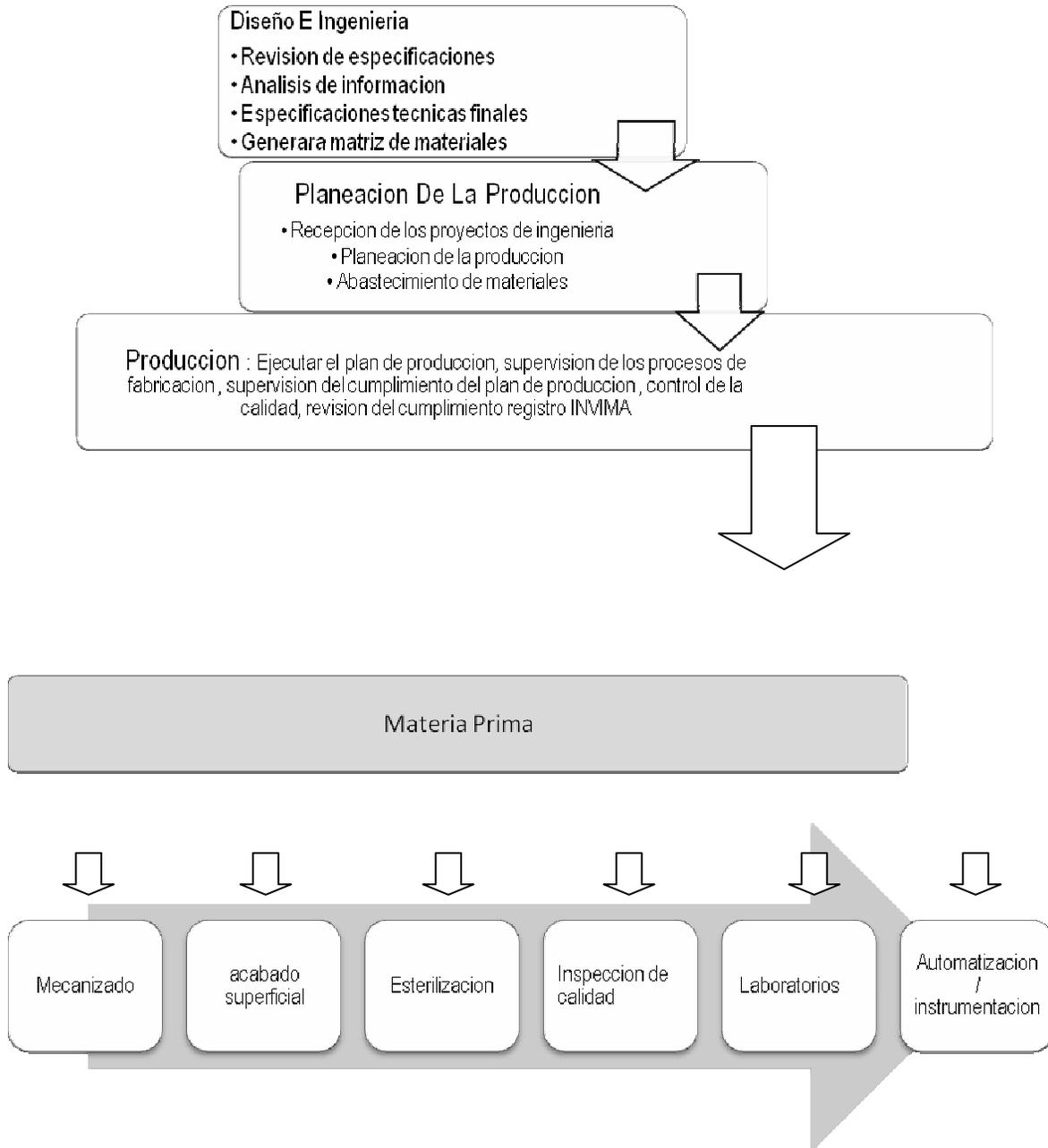
f. Fabricacion de maquinaria agropecuaria y forestal

Grafica 27. Proceso Productivo -Categoria Fabricacion de Maquinaria Agroindustria



g. Fabricación de equipo médico y quirúrgico

Grafica 28: Proceso Productivo –Categoría Fabricacion de equipo medico



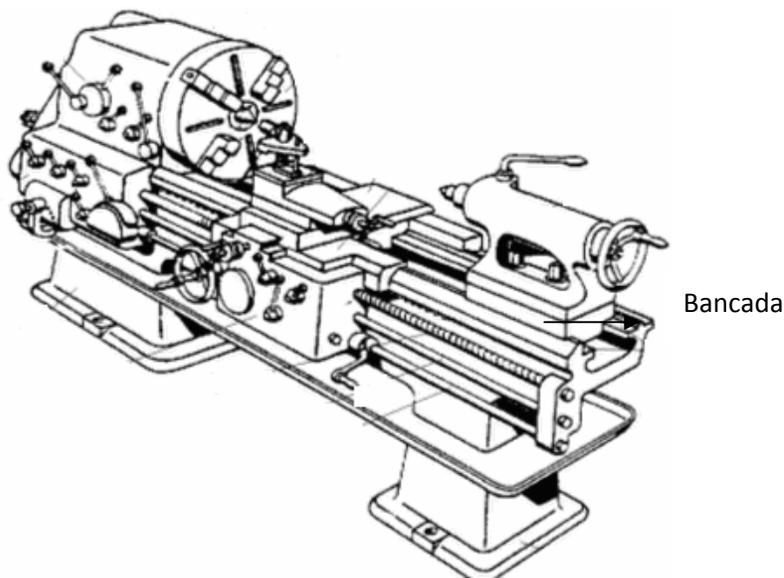
Principales materias primas Utilizadas

Las materias primas para el proceso de arranque de virutas, son los aceros al carbon , el laton , las aleaciones, fundicion, acero inoxidable , aluminio, teflon, aceros estructurales, partes de motor (Rectificado), hierro gris, titanio y grafito.

Proceso Habitual de generacion de la taladrina

Basicamente el modo de empleo de las maquinas- herramientas que utilizan aceite soluble es similar. El aceite soluble se inyecta desde el deposito hasta la zona de contacto entre la herramienta y la pieza a trabajar, de alli pasa por la bancada (ver Grafica 28: ubicacion de la bancada) que conduce de nuevo la emulsion al deposito de almacenamiento.

Grafica 29: Ubicación Bancada

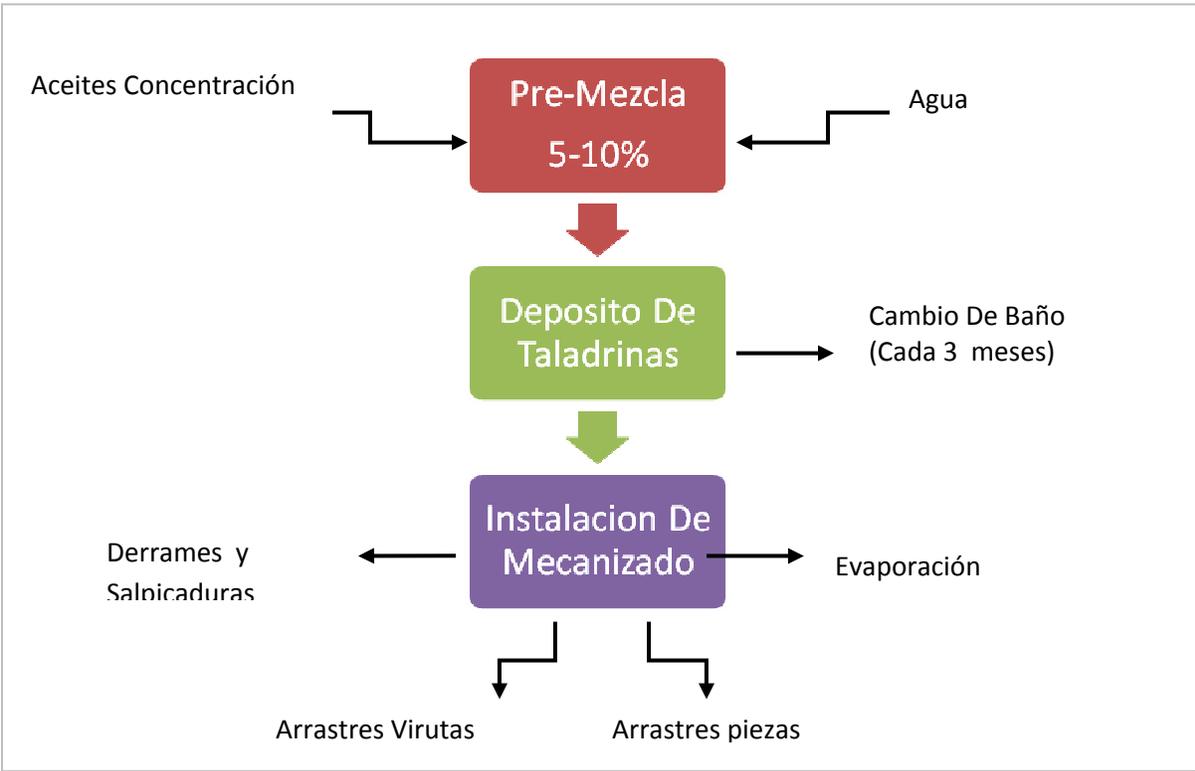


Fuente: Tipos de Tornos'. Libro de Máquinas y Herramientas I, Mario Rossi

Al terminar el mecanizado se obtiene un producto final al mismo tiempo se observa que una parte de la emulsion es arrastrada con las virutas y piezas terminadas, parte genera perdidas en derrames y salpicaduras y un elevado porcentaje de la emulsion (Taladrina) se evapora.

El factor que mas influye en la generacion de las taladrinas lo representa el cambio de baño (vaciado periodico de los depositos). En la grafica se indica el esquema del proceso habitual de mecanizado en circuito cerrado.

Grafica 30. Esquema de un Proceso Habitual de Mecanizado con Taladrinas en Circuito Cerrado.



Fuente: Autor

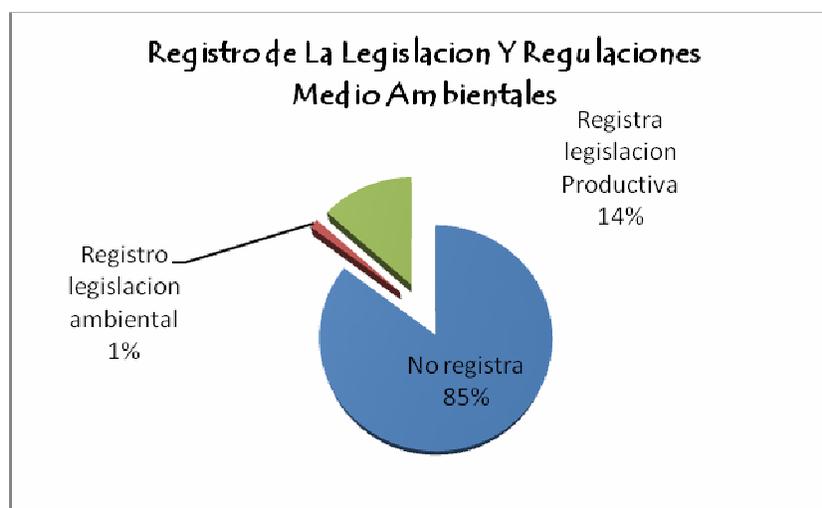
5.2.3 Registro de La Legislación Y Regulaciones Medioambientales

Hoy en día no existe una legislación ambiental que contemple claras vinculaciones con el sector metal-mecánico. Uno de los apartados que la relacionan con la legislación actual es la de los residuos peligrosos; los fluidos acuosos y los aceites de corte que tras el cumplimiento de su vida útil, generan residuos peligrosos así como los materiales y sustancias impregnados que hayan adquirido sus características toxicas. Como anteriormente fue expresado en el marco teórico.

El cumplimiento legislativo es un requisito imprescindible para poder establecer las pautas iniciales de programas de mejoras ambientales como pueden ser los sistemas de gestión ambiental.

Según los resultados obtenidos de la Check-List el 13.33% de las empresas a las que se les efectuó, lleva un archivo o conoce la legislación que regula actividades de producción y solo 1.33% lleva un registro de las actividades medio ambientales (ver grafica 31), además han realizado un estudio de impacto de las actividades desarrolladas dentro de la empresa.

Grafica 31: Conocimiento De la Legislación En LA Industria Metal-Mecánica De Bucaramanga Y Su Área Metropolitana



Fuente: Autor

Pero, el desconocimiento no exime de su cumplimiento, por lo que, por parte de las asociaciones de empresarios, se deberían realizar campañas de concienciación y de formación relativas a la normativa ambiental que les afecta.

El 5.33% de las empresas visitadas operan bajo alguna autorización o permiso como vertimientos, suelo o permiso INVIMA.

5.2.4 Cantidad De Aceite Soluble (Taladrina) Consumidos En AMB

En la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana son generados **12.834** galones anuales de Taladrina Agotada en las empresas visitadas, de las cuales: el 71% es vertido al cauce, el 12% al suelo, el 13% al aseo mezclado con aserrín y 4% a gestor autorizado como se observa en la grafica 30., el cual, las incinera o las lleva a la planta de aprovechamiento de aceites usados en el barrio café Madrid al norte de la ciudad de Bucaramanga.

Grafica 32. Disposición Final Actual De Las Taladrinas Agotadas En AMB



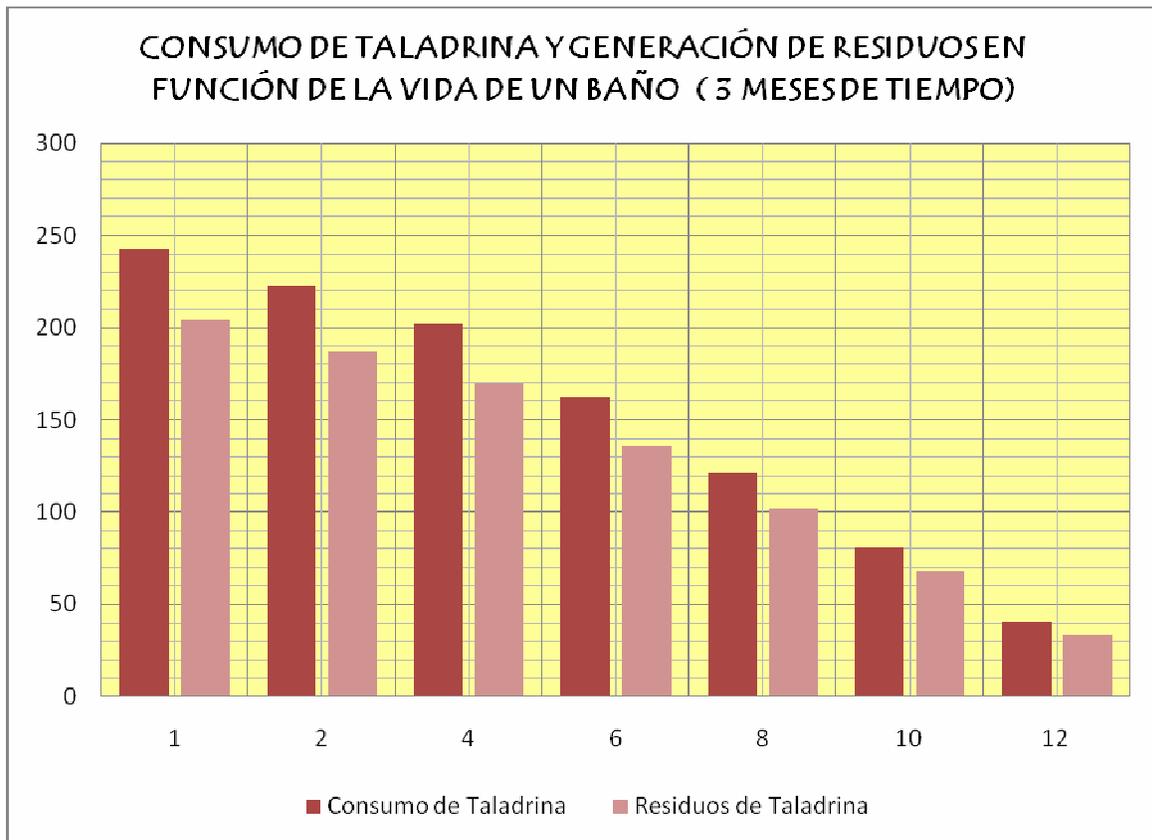
Fuente: Autor

El bajo porcentaje de entrega a gestor autorizado y la mezcla de las taladrinas agotadas con aceite lubricante usados generan una problemática de disposición final adicional debido a que la mezcla de la taladrina agotada con dichos aceites, no es adecuado para el sistema de tratamiento existente en Bucaramanga y su área metropolitana, gracias al alto contenido de agua que perjudica el proceso. Por otro lado la entrega al gestor autorizado ocasiona una preocupación, ya que, las taladrinas agotadas están compuestas aproximadamente de un 95% de agua y su poder calorífico es bajo y para incinerarlas se necesita adicionar combustible.

Si el factor que mas influye en la generacion de las taladrinas se da en el vaciado periodico de los depositos de recirculacion del aceite soluble (taladrina), Se hace necesario aclarar que el total de Taladrina Agotada generada en AMB es el 5% de aceite soluble

(taladrina) aplicado al proceso de generación habitual, menos las pérdidas estimadas del 8%, como se muestra en la Grafica 33.

Grafica 33. Consumo De Taladrina Al 5% y Generación de Residuos Calculando Perdidas del 8%.

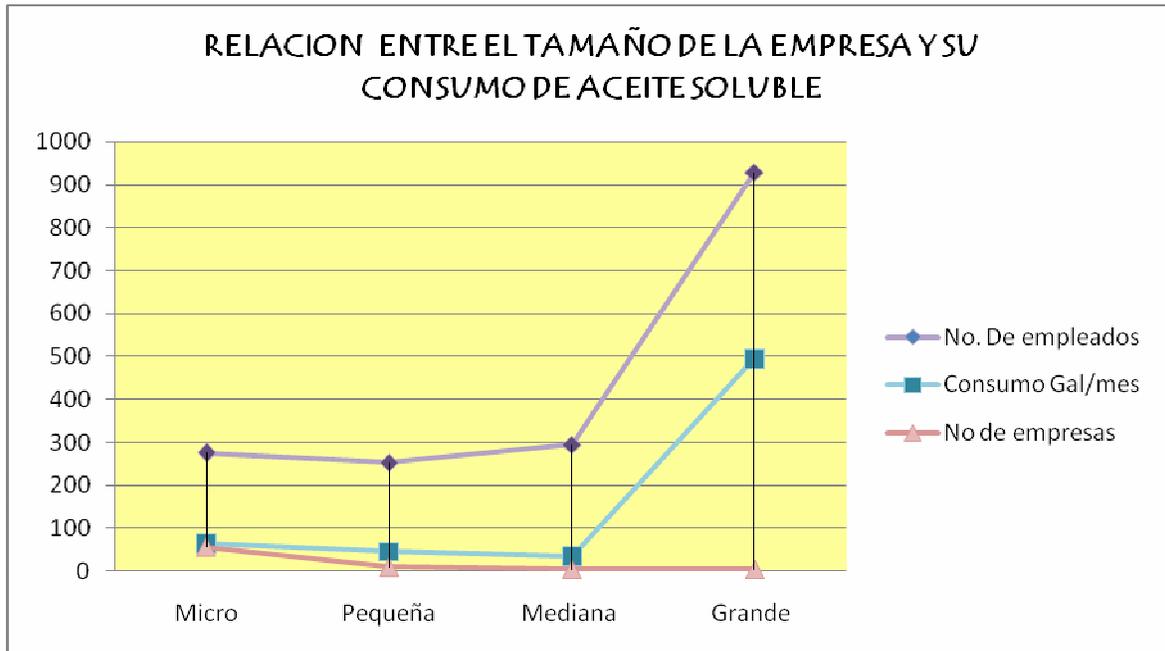


Fuente: Autor

Un aspecto inquietante es el desconocimiento del sector metalmecánico en cuanto al volumen de taladrina vertida, o generada, debido a que no se almacena el residuo, la pequeña y mediana empresa normalmente hace vertimientos al colector externo. El 50% de las empresas grandes entregan el residuo a gestor autorizado mezclado con aceites usados.

Comparando la variable tamaño de empresa con el consumo de aceite soluble en el AMB Obtenemos la siguiente tendencia:

Grafica 34: Relación entre el tamaño de la empresa y su consumo de aceite soluble



Fuente: Autor

Como se observa en el grafico la tendencia del consumo de aceite soluble es directamente proporcional al tamaño de la empresa, es decir, si hablamos de una micro-empresa el consumo de cada una de ellas en Promedio no supera el galón mensual y el numero de empleados seria en promedio 4, mientras que si hablamos de la gran empresa el consumo promedio es de 124 galones/ mes y el numero de empleados 233 empleados en promedio.

5.2.5 Otros Residuos Generados

En la siguiente tabla se presentan los residuos generados en el proceso de maquinado de metales.

Tabla 10. Residuos que se generan al tornar, taladrar y fresar

Aceites lubricantes gastados	Aceites gastados de las máquinas herramienta, Aceite hidráulico, Aceite hidráulico gastado, Aceite lubricante, Aceite lubricante gastado.
------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Aceites gastados de corte y enfriamiento en las operaciones de talleres de maquinado	Aceites de corte, Aceite soluble, Aceite soluble refrigerante el cual tiene una composición de cinco litros de aceite y 50 litros de agua, Emulsión (aceite de enfriamiento), Refrigerantes (aceites solubles),
Materiales de trabajo impregnados de aceite	Aserrín impregnado con aceite, Aserrín impregnado con aceite lubricante y soluble, Estopas impregnadas con aceite (algodón, tela, y metal), Estopas impregnadas con aceite lubricante gastado, Estopas y aserrín impregnados de aceite hidráulico gastado, Trapos impregnados de residuos de aceite
Residuos de metal	Chatarra, Chatarra de acero, Cortes de acero y rebaba (desperdicio de fierro negro), Piezas metálicas, Rebaba de acero inoxidable, Rebaba de acero, Rebaba de hierro, Residuos de lámina galvanizada, Residuos de lámina negra, Restos de tubos, Viruta de acero, Viruta de la ranuradora, Viruta de metal

Residuos Sólidos Virutas

En el sector metal mecánico se generan residuos metálicos, pedazos del materia prima sobre todo en la maquinaria de arranque de virutas, además en las empresas de rectificación o taller de reparación de autopartes se presentan piezas de motor inservibles que normalmente se las llevan los chatarreros informales.

En la micro y pequeña empresa los residuos metálicos se separan en cajas de cartón al lado del proceso donde se origina, en la zona del barrio Gaitán Y Girardot de la ciudad de Bucaramanga, estas cajas son colocadas en las entradas de las empresas para ser vendida a los chatarrero, algunas empresas las regalan.

Cuando hablamos del chatarrero, estamos hablando de un personaje que pasa las recoge pero no se conoce el destino de este residuo.

En Bucaramanga existen empresas o gestores autorizados que le brindan al residuo metálico una disposición final adecuada de la cual las empresas metal-mecánicas no conocen y desconocen los perjuicios de la inadecuada disposición final; cabe aclarar que

los residuos metálicos no son residuos peligrosos pero si van impregnados de taladrina, lo que generara en su reutilización grandes emisiones.

Las micro empresas y pequeñas empresas por fuera de este dos barrios en particular, entregan estos residuos metálicos a la empresa de aseo.

En la mediana y gran industria existen convenios con metalúrgicas o siderúrgicas para reutilizar los residuos metálicos, la otra opción de estas empresas es la de pagar a gestor autorizado por la disposición final.

Solo el 1.33 % de las empresas desengrasan parcialmente el residuo metálico para ser entregado al gestor.

Debido al desconocimiento del generador sobre sus responsabilidades, tipo y cantidad de residuos generados, estos son entregados sin ningún registro a las personas que las recolectan y le brindan disposición final, además no se les hace tratamiento previo en cuanto a recuperación de la taladrina arrastrada.

Otra razón de la problemática con los residuos metálicos es el escaso manejo publicitario de las empresas que ofertan los servicios para el tratamiento de dichos residuos y este además es limitado.

Para lograr una gestión óptima en la descontaminación de residuos sólidos se requiere involucrar mecanismos adicionales al de procesamiento y transformación de los residuos para minimizar la disposición, lograr el aprovechamiento y reciclaje, es necesario que la industria de este sector se entere de las regulaciones existentes frente a las responsabilidades de los generados por no brindar el destino final adecuado.

5.2.6 Otros Aspectos

Programas de Seguridad Industrial

Todas las empresas del sector Metalmecánico manejan programas de seguridad industrial, a través de las A.R.P.s; algunas empresas contratan programas adicionales con empresas privadas. Sin embargo la protección personal es inadecuada frente al manejo de la taladrina, el personal no cuenta con la protección necesaria para su manipulación.

Las fichas técnicas del aceite soluble (Taladrina) indican la necesidad utilizar los elementos básicos de protección personal, pero estas fichas no sugieren el tipo de protección adecuado, además, el 80% de las empresas visitadas no cuentan con la ficha técnica del aceite soluble utilizado, por lo tanto desconocen el tipo solución que emplean.

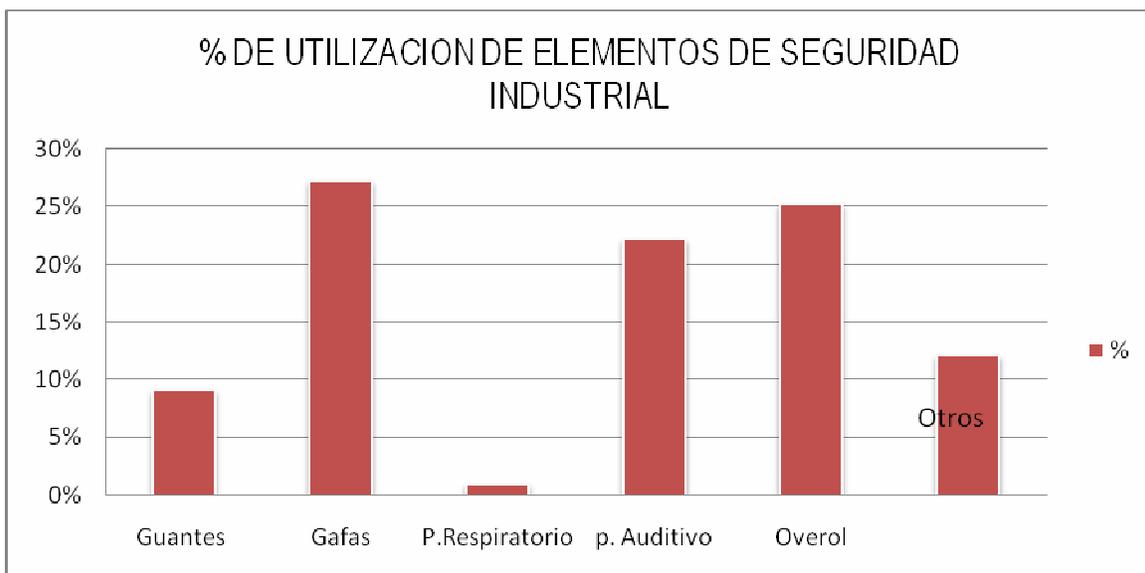
La gráfica 35 y 36: Es la relación existente entre el número de empresas visitadas y la utilización de protección personal, además nos muestra el equipo de protección personal mas usado en el sector metal-mecánico que cuenta con maquinaria de arranque de virutas.

Gráfica 35. Número de empresas visitadas vrs. Protección personal



Fuente: Autor

Grafica 36. Porcentaje de utilización de elementos de seguridad industrial



Fuente: autor

En este sector las empresas medianas y grandes brindan la dotación a sus operarios, pero es difícil capacitar a los operarios de la importancia en utilizar la protección personal.

Al igual de los programas de Seguridad Industrial, el 100% de las empresas cuentan con programas de Salud Ocupacional. Aproximadamente el 50% maneja sus programas a través de la A.R.P., el otro 50% lo ejecuta directamente o complementa con subcontratación con otra entidad.

Aproximadamente el 100% de las empresas, de tamaño grande y medio han realizado Estudios Ocupacionales. Algunas conclusiones y acciones derivadas de estos estudios son:

- El personal no usa elementos de protección – por lo tanto se ha implementado mayores controles
- Preparación en la empresa de cada área funcional de acuerdo a las necesidades
- Mejoramiento en el perfil de cargos y mejoramiento de las condiciones de trabajo

Problemas Tecnológicos

Los principales problemas tecnológicos de las empresas visitadas que conforman la Cadena Metalmeccánica, son:

- Calidad defectuosa y falta de uniformidad de algunos aceros nacionales
- Faltan normas técnicas colombianas sobre materias primas y/o sobre productos, o no se aplican las que hay para el cumplimiento de estándares
- Corrosión en maquinaria
- Contaminación por residuos de procesos metalúrgicos metales tóxicos
- No se cuenta con máquinas herramientas de alta precisión
- Pocos medios de capacitación y calificación técnica de obreros, técnicos y profesionales
- Desconocimiento del aceite soluble que utilizan
- Falta de accesorias por parte del proveedor
- Altos costos en utilización de fluido de corte
- Oxidación de piezas producidas
- Poca herramienta de medición.

5.2.7 Problemas Del Uso Inadecuado de las Taladrinas

Descripción De Opciones

En el mercado del aceite soluble (taladrina) encontramos varias clases de fluidos de corte entre ellos las emulsiones acuosas los más utilizados por la industria metal-mecánica en la ciudad de Bucaramanga y su Área Metropolitana, el cual tiene un costo bajo, pero en términos de durabilidad alto por descomposición, además, la base de este tipo de aceite es mineral y posee un sin numero de perjuicios para la salud del operario.

Los aceites de corte semi –sintético se diferencia de los emulsionables por la combinación de aceite mineral y sintético con aditivos emulsionables y compuestos orgánicos sintéticos lo cual lo hace mas duradero si se tiene un buen plan de mantenimiento.

Tabla 11: Parámetros De Comparación De Aceites Puros Con Aceites Emulsionables o Soluble

PARAMETROS	ACEITRES PUROS	EMULSIONABLES	SEMI-SINTETICOS	SINTETICOS
LUBRICIDAD	Excelente	Bueno	Bueno	Baja
PROTECCION ANTICORROSIVA	Excelente	Depende de la Concentración		
VIDA UTIL	Larga	Baja	Medio	Excelente con Mantenimiento
MANEJO	Fácil	Fácil con la Adecuada Concentración		
PRECIO	Elevado	Bajo / Alto por Descomposición	Bajo con Mantenimiento	
REFRIGERACION	Baja	Buena	Buena	Excelente
RIESGO DE INCENDIO	Alto	Bajo	No	No
HUMOS	Si	No	No	No
AIRE PLANTA NEBLINA	Elevado	No	No	No
LIMPIEZA EN PISO/ DESLIZAMIENTO	Baja / Elevada	Bueno / Medio	Bueno /Bajo	Excelente / Muy Bajo
DERMATOSIS	Infecciosa		Alergia / Infecciosa	Alergia
DESCOMPOSICION	No	Alta	Media	Baja

Fuente: SAIN LTDA

Los fluidos de corte sintéticos no contienen en su formulación aceite mineral derivado del petróleo, lo cual al mezclarse con agua hace que forme disoluciones y no emulsiones; son fluidos acuosos de mejor prestación de su función como refrigerante, su costo es alto, pero el tiempo de vida útil es ilimitado con un plan de higiene en el usuario y un plan de mantenimiento del sintético.

Problemáticas en el manejo del aceite soluble

Los problemas por el manejo inadecuado del aceite soluble sea sintético, semi-sintético o mineral, hacen que la vida útil del producto se reduzca, además, que la composición de este cambie lo que hace que las propiedades debido a los agentes externo hagan toxica a la taladrina agotada se presenten con mayor frecuencia cuando no se hace el mantenimiento adecuado y la medición de la concentración del producto. A continuación se enumeran los problemas y sus respectivas causas.

Tabla 12: problemas Vs. Causa

Problemas	Causas
Corta Vida de la Herramienta o Pobre Acabado Superficial.	<ul style="list-style-type: none"> • Baja concentración del fluido • Fluido sucio con finas virutas o muchas partículas • Errónea selección del fluido o concentración inadecuada
Generación de Espumas	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación por el líquido de limpieza • Aire en el circuito
Taponamiento de las canalizaciones del fluido	<ul style="list-style-type: none"> • Depósitos por el desarrollo de hongos • Generación de natas por dureza del agua • Partículas
Residuos viscosos/ problemas de la piel	Excesiva concentración del fluido
Inestabilidad / bajo pH/ mal olor	Excesiva desarrollo microbiológicos

Problemas Del Destino Final De La Taladrina Agotada

Una vez agotado su periodo de vida, se convierten en residuo llamado TALADRINA AGOTADA, este residuo tiene cualidades irritantes y ecotóxicas debido a que contiene metales pesados, biocidas, gérmenes nocivos y productos de descomposición de carácter toxico, nitrosaminas, que en caso de contacto con la piel puede causar irritaciones y daños en los operarios.⁴³

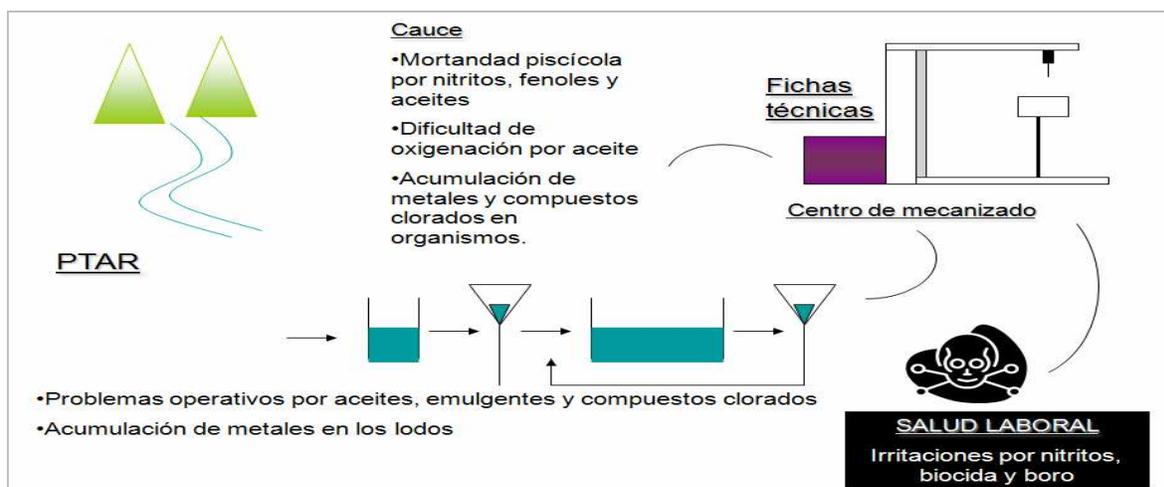
Pese a la clasificación de este residuo como toxico y peligroso en otros países, en Colombia no existen manuales específicos, pero existe el decreto 4741 de 2005, normatividad que regula la prevención de generación mediante registro pero no brinda solución al destino final de los residuo o desecho peligroso ni es especifico en los métodos de prevención, solo es generalizado. En Colombia no existe normatividad específica para aceites industriales.

En el AMB las taladrinas son vertidas al cauce en un 71% por lo cual se produce una gran mortandad en la fauna debido a los numerosos componentes tóxicos tales como nitritos y fenoles, dificultando el intercambio de oxigeno entre aire y atmosfera

⁴³ Ley 20de 1986 y real decreto833/1988 de la normatividad española

contribuyendo a la desoxigenación de las aguas generando impactos negativos. Como se puede observar en la Grafica 37.

Grafica 37: Problemas Del Destino Final De La Taladrina Agotada



Fuente: IHOBE. Sociedad Pública Gestión Ambiental. País Vasco

Efectos Sobre La Salud Del Operario

La manipulación de las taladrinas presenta básicamente tres tipos de riesgos potenciales:

- Afecciones cutáneas.
- Alteraciones del tracto respiratorio.
- Cáncer.

Las lesiones de la piel constituyen el riesgo más extendido y mejor estudiado que se deriva del uso y exposición a fluidos de corte. Tales afecciones se deben a la naturaleza irritante de dichos productos, así como a la agresividad de muchas de las sustancias que integran su formulación.⁴⁴

⁴⁴ Roberto Laborda Grima, Doctor en Ciencias Biológicas, NTP 317 de Fluidos de corte: criterios de control de riesgos higiénicos, FORD ESPAÑA, S.A.

La descomposición térmica (evaporación) que experimentan los fluidos de corte durante el mecanizado origina la formación de aerosoles y nieblas, cuya inhalación puede ocasionar riesgos para la salud del personal.

La irritación de vías respiratorias, neumonía lipóide, fibrosis pulmonar y asma bronquial son algunos de los efectos recogidos en la bibliografía que las nieblas de dichos fluidos pueden ocasionar sobre el aparato respiratorio.

En Enero de 1998, el organismo estadounidense NIOSH (National Institute For Occupational Safety And Health), probablemente el más activo y reconocido del mundo en higiene laboral, recomendó como valores máximos de exposición a los aerosoles o nieblas de los fluidos de corte 0.5 mg/m³ de aire durante 10 horas al día o 40 horas a la semana.

El potencial cancerígeno de los fluidos acuosos reside en ciertas sustancias que algunos de estos productos pueden llevar en su composición. Entre tales sustancias destacan los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), contenidos originariamente en los aceites minerales y las N-nitrosaminas que se forman a partir de las aminas y los agentes nitrosantes presentes en algunas taladrinas. En la última década, se ha especulado acerca de la posible naturaleza cancerígena del formaldehído, sustancia que puede aparecer en algunos fluidos acuosos como producto de la hidrólisis de ciertos bactericidas (por ejemplo las triacinas) utilizados ocasionalmente.⁴⁵

⁴⁵ Roberto Laborda Grima, Doctor en Ciencias Biológicas, NTP 317 de Fluidos de corte: criterios de control de riesgos higiénicos, FORD ESPAÑA, S.A.

6. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE LAS TALADRINAS AGOTADAS

Para determinar el estado de las taladrinas agotadas se hizo necesario realizar un muestreo físico y químico del residuo generado por las empresas que más consumen aceite soluble, esto debido al no contar con un presupuesto adecuado para hacer un muestreo mucho más representativo.

Para poder evaluar y comparar los datos a obtener primero se revisó la bibliografía española para determinar los parámetros a realizar y las fichas técnicas para comparar las propiedades lubricantes de la taladrina agotada y el aceite soluble.

6.1 CARACTERIZACIÓN DE LA TALADRINA AGOTADA

Para conocer el estado de la taladrina o emulsión, hay una diversidad de parámetros con diferentes grados de dificultad analítica pero se consideró una forma racional de contar con pocos parámetros y con gran información.

Los parámetros relevantes químicamente a ser evaluados son: pH, Conductividad y contenido de metales, los cuales permiten conocer las causas de degradación de la taladrina.

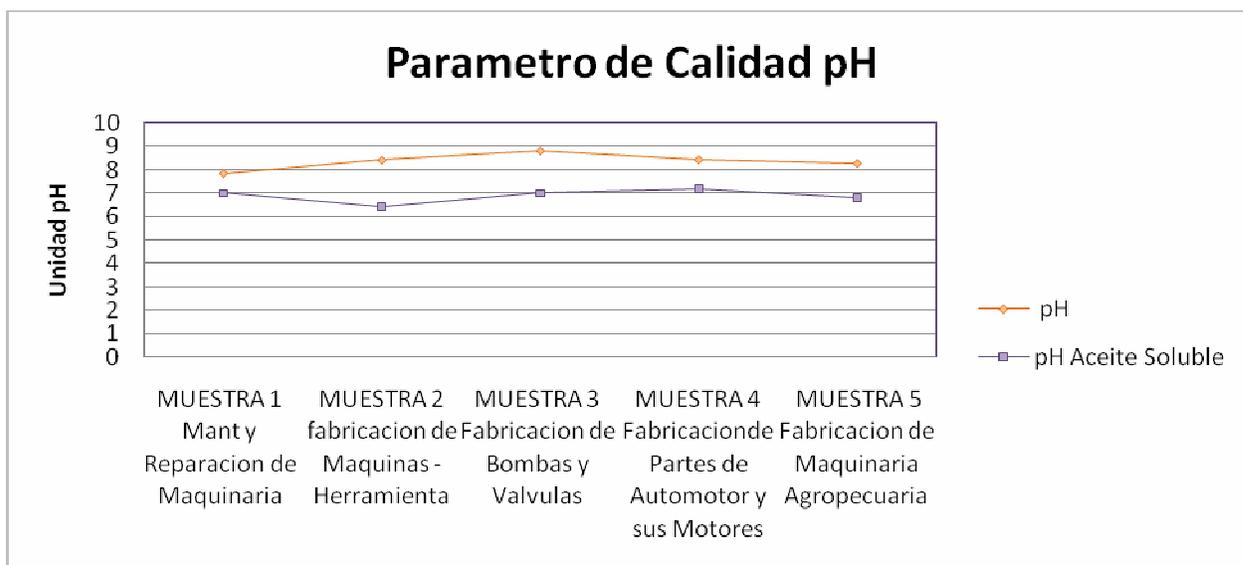
6.1.1 Análisis de los Parámetros Químicos

El análisis de los parámetros químicos se llevó a cabo en el laboratorio de aguas de la CDMB finca la esperanza Floridablanca el día 26 de Diciembre de 2007 entre las 12:00 y 5:00 pm, bajo la dirección de la Dra. Rosa María Higuera.

Las empresas de donde se obtuvieron las muestras se escogieron por su alto consumo de taladrinas. En este trabajo no se mencionan los nombres de las empresas pero se diseñó un código de registro con el cual se pueden identificar. Los códigos de registros de las empresas visitadas está compuesto por la letra de la división según CIIU los seis números de la actividad económica y los siguientes 3 números son el orden de encuesta, lo cual permite conocer a que categoría de procesos pertenecen.

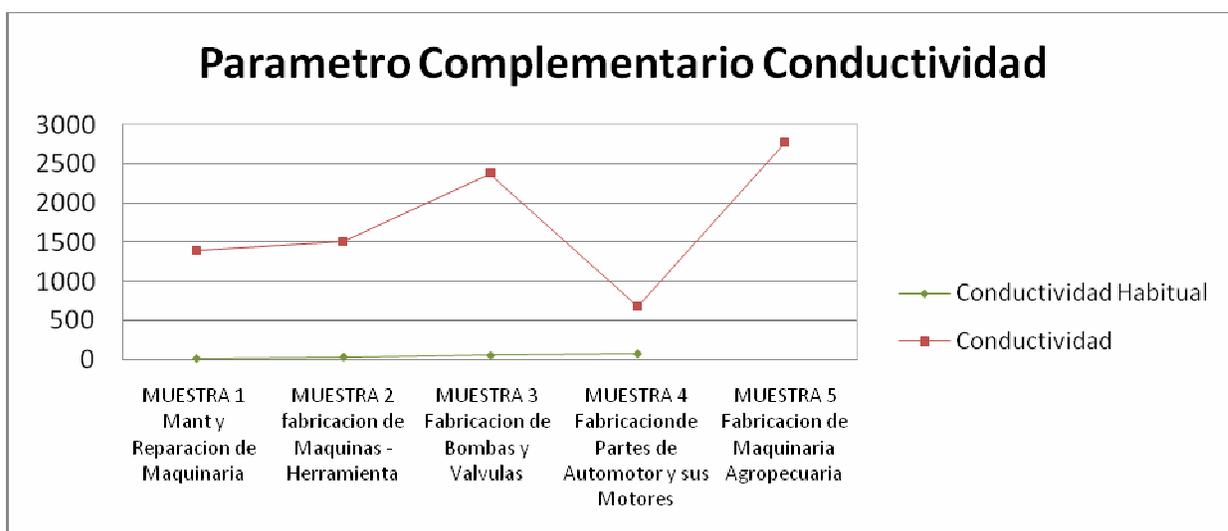
Los resultados obtenidos en la Medición de parámetros químicos, se muestra a continuación.

Grafica 38: Resultados de parámetros fundamentales pH (ver anexos 4 resultados de laboratorio de agua y suelos CDMB)



Fuente: Autor

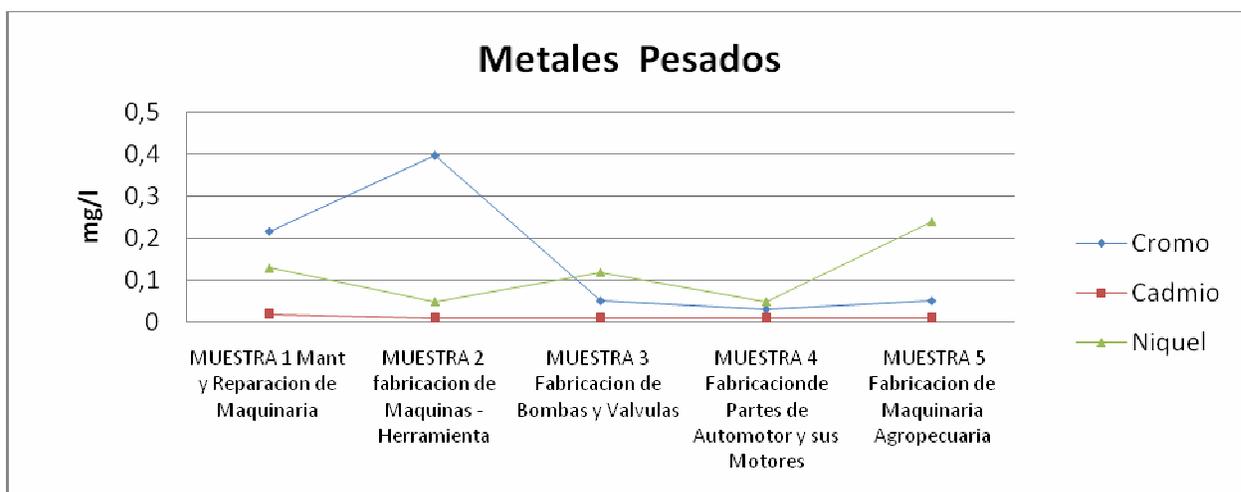
Grafica 39: Resultados de parámetros Complementarios Conductividad (ver anexos 4 resultados de laboratorio de agua y suelos CDMB)



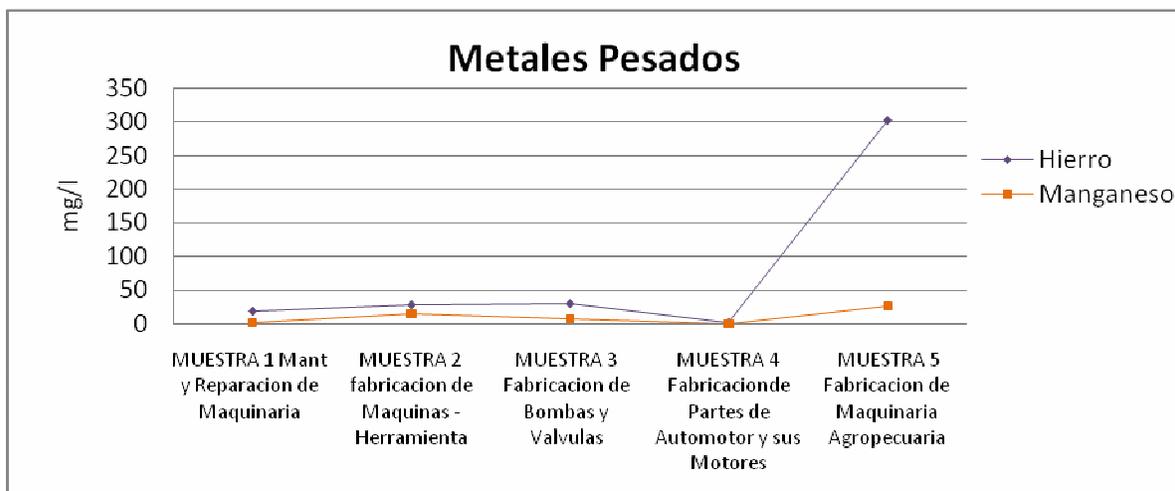
El pH obtenido indica los cambios en la química del fluido, su rango es normal para una emulsión; cuando se repone el fluido de corte se introduce agua con cierto contenido de sales, según la fuente de suministro y la alcalinidad de la zona, pero el agua disminuye gracias a la evaporación (es decir, sin sales) generada en el proceso habitual de taladrina agotada, lo que aumenta la conductividad de la emulsión. Como se observa en la grafica 39. Los picos encontrados en las muestras 3 y 5 en conductividad revelan que la taladrina lleva más tiempo en operación que las otras muestras, por lo tanto la cantidad de sales y el contenido de metales pesados son mayores.

La conductividad es un parámetro complementario para conocer el estado de fluido de corte debido a que las sales pueden influir negativamente en el alargamiento de la vida del fluido.

Grafica 40y 41: Resultados de parámetros Complementarios Contenido de metales pesados (ver anexos 4 resultados de laboratorio de agua y suelos CDMB)



Fuente: Autor



Fuente: Autor

Según los resultados obtenidos de los parámetros de control de la calidad de la vida útil del aceite soluble (taladrina), muestreados en la semana del 24 de diciembre al 28 de diciembre del 2007, están dentro del rango adecuado tanto en cromo, cadmio y níquel.

Hay varias razones que influyeron en los resultados obtenidos: primero el 25 de diciembre fue día festivo y los parámetros analizados se muestrearon el 26 en la mañana lo que quiere decir que la reposición de taladrina la hicieron el 21 de diciembre, en 4 de las 5 empresas solo se mecanizó día y medio; lo segundo fue el escaso presupuesto para medir parámetros como nitritos, azufre, PCB's y hacer muestreo microbiológico.

Los microorganismos son uno de los factores determinantes en el proceso de degradación de los fluidos de corte acuosos (Taladrinas Agotadas). En las Taladrinas las concentraciones de microorganismos varían entre 10.000 o 100.000 microorganismos por mililitro.⁴⁶

El muestreo se hizo de esta manera por disponibilidad de laboratorio, además por el desconocimiento o la falta de procesos de medición y mantenimiento de las taladrinas, es decir las empresas no saben exactamente cada cuando están cambiando baño, el tiempo de baño es aproximado.

⁴⁶ Roberto Laborda Grima, Doctor en Ciencias Biológicas, NTP 317 de Fluidos de corte: criterios de control de riesgos higiénicos, FORD ESPAÑA, S.A.

Esto puede tener una negativa influencia en el alargamiento de la vida del fluido y debe ser controlado.

En estas 5 empresas se mecaniza aceros y aceros inoxidable entre otros, el contenido de hierro es significativo debida a que el acero contiene hierro y manganeso.

Es importante tener en cuenta que la concentración de la emulsión hace que las características del residuos sea peligroso por corrosividad, es decir, si la concentración es baja menor al 5% de aceite soluble, se presenta la oxidación de las piezas mecanizadas, la corrosión de la maquinaria (maquina-herramienta o CNC), la descomposición bacteriana generando malos olores provenientes del tanque de recirculación de la taladrina, la dermatosis o afecciones alérgicas en la dermis del operario; si la concentración es alta , se presenta corrosión alcalina en la maquinaria en algunas ocasiones causa la perdida de la maquinaria, ataque alcalino a metales y pintura, dermatosis y perdida económica.

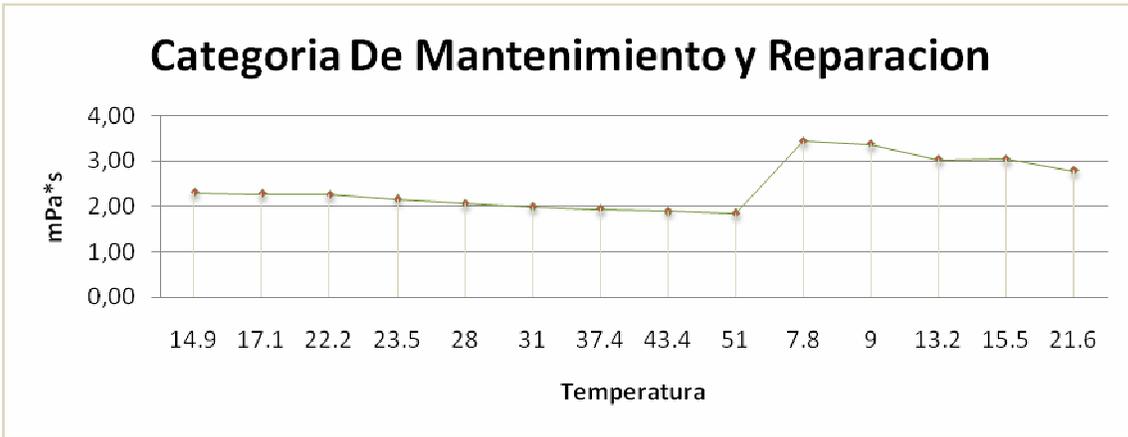
6.1.2 Análisis De Los Parámetros Físicos

El análisis de los parámetros físicos se llevo a cabo en el laboratorio A-101 de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga los días 10 y 11 de Enero de 2008 entre las 4:00 y 9:00pm; bajo la dirección del Ing. Juan Carlos Forero.

Los resultados obtenidos en la Medición de parámetros Físicos, permiten evaluar la función lubricante, se muestra a continuación:

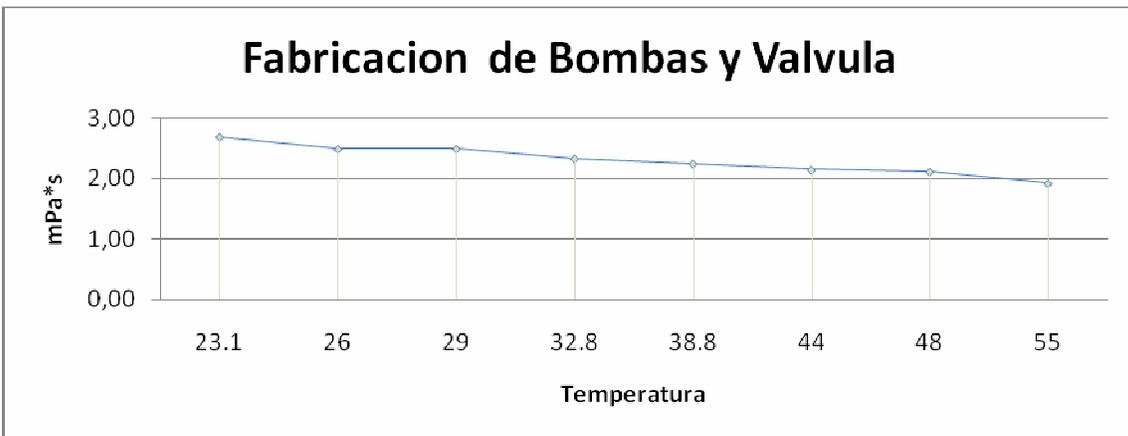
Los líquidos con viscosidad alta no sufren de salpicaduras, desde el montaje del proceso habitual se mostro que existían perdidas por salpicaduras, lo cual se demuestra con los resultados de la prueba de viscosidad para cada una de las categorías.

Grafica 42: Resultados De Parámetros físicos viscosidad de Hoppler Muestra 1

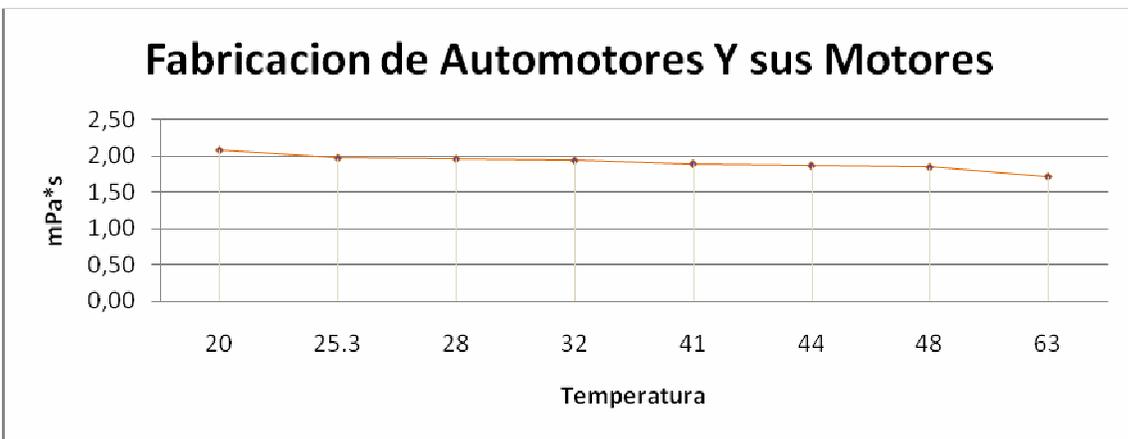


Fuente: Autor

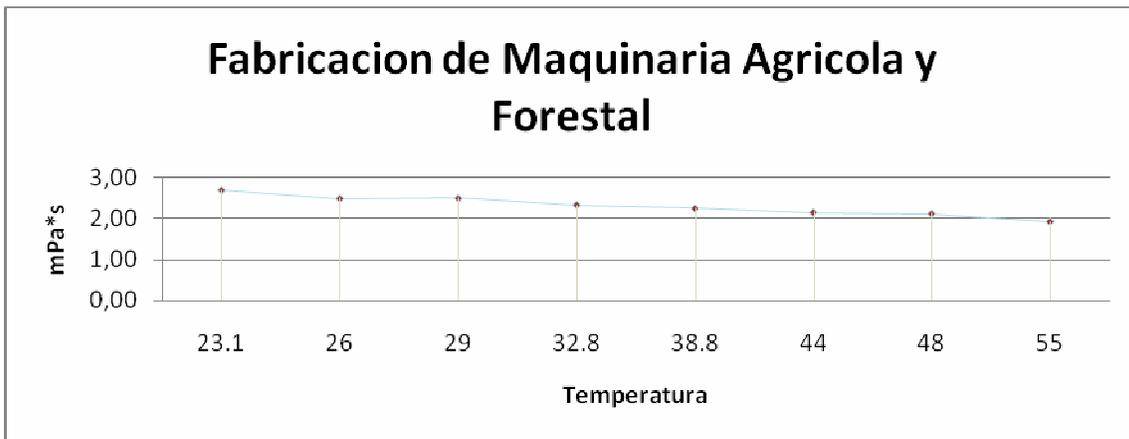
Grafica 43: Resultados De Parámetros físicos viscosidad de Hoppler Muestra 2



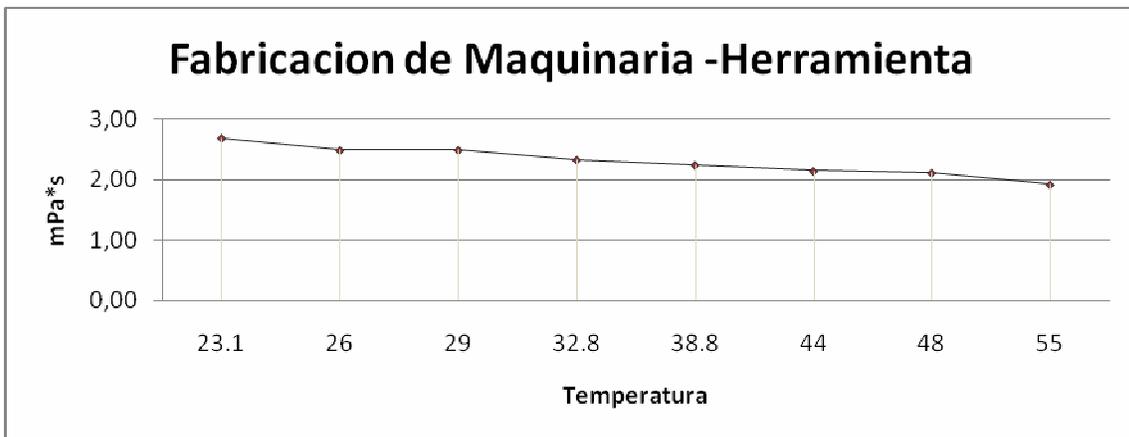
Grafica 44: Resultados De Parámetros físicos viscosidad de Hoppler Muestra 3



Grafica 45: Resultados De Parámetros físicos viscosidad de Hoppler Muestra 4



Grafica 46: Resultados De Parámetros físicos viscosidad de Hoppler Muestra 5



En las graficas se puede observar que a mayor temperatura menor viscosidad, tendencia normal de la viscosidad, lo cual indica la función de lubricante cuando se pone en contacto con el punto de deformación del metal; además muestran la posibilidad de un alargamiento de la vida de la taladrina, a pesar que su viscosidad es baja , si el contenido de agua se reduce.

La taladrina agotada tiene la misma densidad del agua debido a que esta compuesta en un rango 90% -95% por ella, pero su viscosidad aumenta en un promedio de un 1.074 a una temperatura de 20°C, **gravedad especifica de 10 API a 15.6°C**, gracias a la función lubricante del aceite soluble, lo que connota la baja concentración del aceite soluble en la emulsión que se presenta debido a dos razones del entorno : la primera para

disminuir costos cuando el tanque de recirculación ha bajado el nivel y es necesario agrega mas emulsión, el empresario solo agrega agua y la segunda la falta de parámetros de seguimiento y control con la operación de aceite soluble.

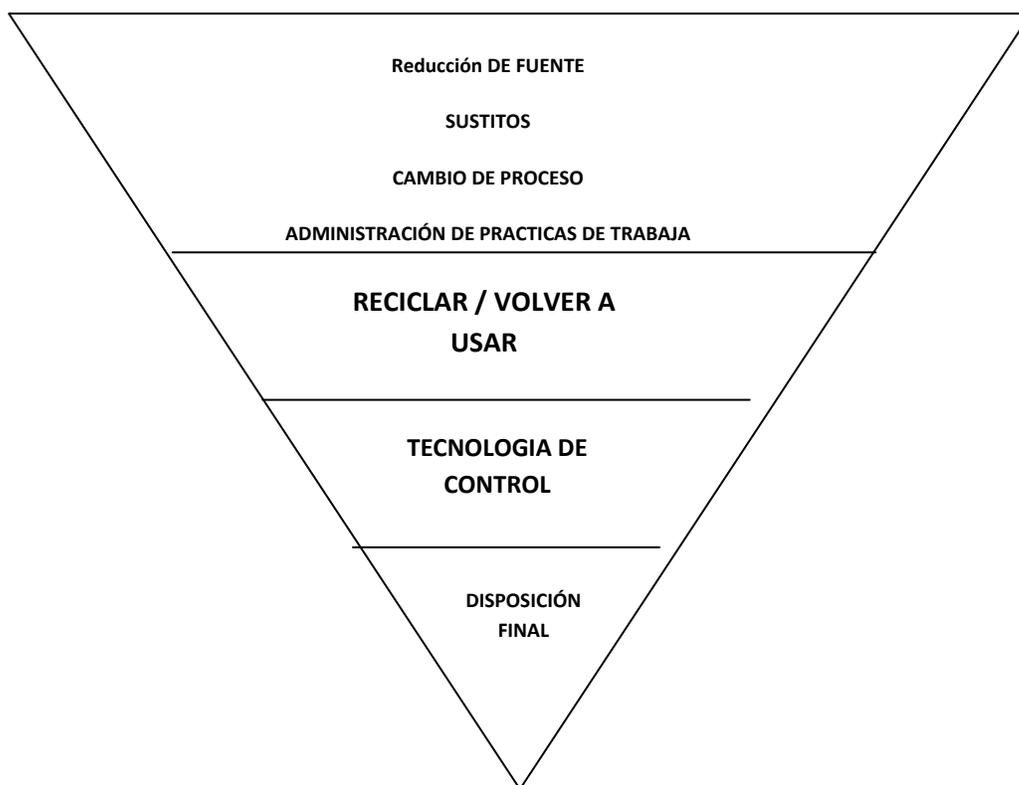
El alto contenido de agua y la baja viscosidad obtenida connota y prueba que la taladrina agotada es una emulsión inversa, es decir que no puede ser tratada por el manejo diseñado en el manual de los aceites lubricantes usados, además muestra la necesidad de pre-tratamientos para unirlas a la gestión de aceites usados existentes en la región o el diseño exclusivo para este tipo de residuos peligrosos.

En general, la taladrina agotada evaluada presenta trazas de metales pesados, su conductividad, simboliza la inadecuada concentración de aceite soluble en la emulsión y los efectos de oxidación que con lleva la concentración de sales en el tanque de recirculación; cabe resaltar que los parámetros físicos reflejan la posibilidad de pre tratamiento físico de separación (centrifugación) para alargar la vida útil del fluido.

7. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Para la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) el marco conceptual que define la minimización de residuos se centra en el proceso productivo y destaca la reducción en la fuente y el reciclaje. A diferencia del Banco Mundial, la EPA considera el tratamiento de residuos como una actividad fuera del proceso de producción, su definición se representa en la Grafica 47.

Grafica 47: Pirámide –jerárquica EPA



El CEPIS, para el desarrollo del proyecto de minimización de residuos industriales, ha tomado como referencia la definición de la EPA porque se adapta mejor a las condiciones

de la industria latinoamericana, pues al generar beneficios económicos a la propia empresa, disminuye el costo de un tratamiento que en última instancia fuese requerido.⁴⁷

7.1 ALTERNATIVAS PARA CAMBIO DE PROCESOS

La creciente preocupación por los aspectos medio ambientales, esta generando un afán de adoptar medidas tecnológicas no contaminantes en la industria, que reduzca el impacto en el entorno.

Existen en la bibliografía diversos procesos de mecanizado de corte en los que se destacan:

7.1.1 Mecanizado en seco o "COLD CUT"

Es paso mas lógico para eliminar los problemas asociados con el uso de lubricantes-refrigerantes, pero de difícil toma de decisiones porque coloca en riesgo los sistemas de gestiones existentes sobre todo en calidad. Se supone la eliminación completa del fluido; de forma que, sin refrigerante el diseño del proceso debe adoptar medidas para que las funciones que ejerce la taladrina sean asumidas de diferentes formas.⁴⁸

Este mecanizado solo es aplicable en operaciones donde la principal función del fluido de corte es la lubricación, no siendo importante su función como refrigerante. De esta forma, la función lubricadora del fluido podría ser sustituida mediante el uso de recubrimientos.⁴⁹

Algunas empresas que usan grandes cantidades de aceite soluble, desde el punto de vista tecnológico no lo necesitan.

La estrategia esta en plantear si el uso del refrigerante es esencial para el mecanizado actual y futuro, para asegurar que la estrategia es la correcta se requiere un análisis de las condiciones, limites de operación junto al conocimiento detallado del proceso.

⁴⁷ EPA, Sistemas Integrados de Administración Ambiental, Guía De Implementación.

⁴⁸ J. Terradillos, A. Vega de Seoane Y A. Arniz, Fundacion Tekniker, Los Fluido De Corte Y Tecnologias Limpia (III)

⁴⁹ -----

El nivel de precisión alcanzable de la pieza, en condiciones de mecanizado en seco depende principalmente de la cantidad de calor que recibe la pieza y sus dimensiones geométricas.

De manera general, se puede decir que el mecanizado en seco, es posible cuando la pieza no requiere de gran precisión dimensional y de forma o en pre maquinado de piezas.

7.1.2 Mecanizado con la Mínima Cantidad de Lubricante (MQL)

Mediante pulverización de una pequeña cantidad de taladras en la zona de corte de manera que el fluido se reparte en la pieza, la herramienta y la viruta. La idea es mezclar el fluido y el aire, de esta manera reducir el consumo.

A pesar de los avances los fluidos de corte acuoso son esenciales para ciertas operaciones en las que garantizan una economía de un proceso asociado con el aumento de la vida de la herramienta y la calidad de la pieza requerida.

La utilización de sistemas alternativos de mínima lubricación ofrecen las siguientes ventajas:

- ✓ No existen gastos de mantenimiento, ni eliminación de fluidos de corte, ya que el sistema de recirculación no es necesario por que el fluido pulverizado se impregna en las piezas, las virutas y otro porcentaje se evapora.
- ✓ No necesita limpieza de las piezas por que quedan prácticamente secas
- ✓ No es crítico para la reutilización de virutas el % de fluido impregnado
- ✓ Desventaja del sistema: el riesgo en la calidad del producto.

Esta alternativa requiere la utilización de lubricantes especiales.

Existen tres tipos de MQL:

- ✓ Sistema de proyección a baja presión. El lubricante se introduce en una corriente de aire y se proyecta al sistema en forma de mezcla, produciendo una atomización buena. El consumo es de 0.5-10 l/hora.

- ✓ Sistema de bomba dosificadora. Suministran pulsos de lubricante sin mezclar con aire. La relación de flujo es ajustable en un intervalo de 0.1 a 1 ml por ciclo, hasta 260 ciclos por minuto. Se utiliza para procesos discontinuos.
- ✓ Sistemas de presión. El lubricante se lleva a la boquilla mediante una bomba, allí es mezclado con aire comprimido suministrado por separado y ambos son proyectados al sistema. Permite ajustar independientemente el fluido y el aire y además el tipo de mezcla evita la aparición de niebla consumo de 5- 50 l/hora. Este es el más usado.⁵⁰

7.1.3 Mecanizado a Alta Velocidad

Esta encaminado a disminuir los tiempos de producción con la utilización de altas velocidades, la idea es que el tiempo de contacto con la viruta sea tan corto por la alta velocidad del cabezal de giro que la transferencia de calor a la pieza sea muy pequeña, lo cual hace innecesario el fluido acuoso.

Una de las desventajas es su largo plazo de aplicabilidad debido a que se necesita operarios con una alta especialización; el cambio de mecanizar tradicionalmente a mecanizar a altas velocidades.⁵¹

7.2 ALTERNATIVAS DE REDUCCIÓN EN LA FUENTE

La minimización deberá aplicarse a aquellos procesos que si bien ya están implementados en su totalidad, disponen de un margen de mejora.

La producción mas limpia es un proceso que debe ser asumido desde el propio diseño o definición de la maquina pero desafortunadamente no se hace, es algo que solo por pura lógica se implantará en las industrias de la misma forma que se ha ido implementando la calidad.

Hay varios aspectos que son importantes:

⁵⁰ ⁵⁰ J. Terradillos, A. Vega de Seoane Y A. Arniz, Fundacion Tekniker, Los Fluido De Corte Y Tecnologías Limpia (III)

⁵¹ Miles Arnone, ingeniero mecánico y gestión de empresas, especializado en el diseño de máquinas. Mecanizado de Alta Velocidad Y Gran Precisión

- Un marco legal cada vez más estricto o exigente, cuyos objetivos sean más específicos en la regulación de los residuos peligrosos según su clase, y ser vigilados por las entidades encargadas con mayor rigurosidad y seguimiento.
- El costo del tratamiento o la gestión externa de los residuos producidos.
- Hay una relación directa entre la innovación tecnológica y el incremento de residuos, por eso es propio aprovechar la sensibilidad que hay en el auge ambiental para incentivar las relaciones económicas de la mano del marketing verde respetuosos por el ambiente.

7.2.1 Estrategias de Reducción en la Fuente para las Micro y Pequeñas Empresas

Cuadro 4. Micro y pequeñas empresas



Fuente: Autor

Antes de tratar el tema de la reducción es necesario, revisar las condiciones en las que se da esta industria en las empresas micro y pequeña; en esta industria la mayoría de las empresas, mezcla el aceite soluble con el agua al tanteo, es por eso que esta clase de empresas sufren de excesiva corrosión en la maquinaria y problemas de olores, además los proveedores son surtidores.

El consumo de este tipo de empresas es el relativamente pequeño en comparación al consumo general del AMB.

Estrategias:

- a) El primer aspecto es la concentración del aceite soluble en la emulsión, es importante que esta industria relacione la concentración adecuada con larga durabilidad, resistencia al envejecimiento, fluidos bioestables, lo que se traduce en menos cambios de baños al año, menos residuos generados, conserva más su maquinaria y ahorra costo en insumos químicos.
- b) Compatibilidad del fluido acuoso con el medio ambiente.
- c) Otro aspecto a tener en cuenta es la higiene industrial y el impacto en los aceites solubles.
- d) Capacitación sobre los problemas derivados de la utilización de la emulsión, y sobre los RTP`s (residuos tóxicos peligrosos) de la industria metal mecánica.
- e) Racionalización del fluido de corte, por medio de la verificación del grosor del chorro requerido solo para la zona de aplicación, revisar la orientación, evitando salpicaduras por medio de guardas adicionales.
- f) Contar con la protección personal, como lo son guantes de nitrilo, las gafas, las botas de seguridad, el overol y el protector auditivo, para prevenir las enfermedades laborales.
- g) Evitar arrastres, fugas o salpicaduras, son las pérdidas básicas del proceso habitual. Las pérdidas son producidas por:
 - Choque del fluido con la herramienta y las piezas.
 - Fallas en el plan mantenimiento de la maquina o la inexistencia de mantenimiento por este motivo se producen las fugas o escapes.
 - Arrastre de fluido por las piezas y la virutas.

7.2.2 Alternativas de Reducción en la Fuente Para La Mediana y Gran Industria

Cuadro 5. Mediana y gran empresa



Fuente: Autor

En esta industria la mayoría de las maquinas –herramientas siguen siendo convencionales, pero cuentan con CNC, por este motivo se presenta las que usan aceite soluble a base mineral para la maquinaria convencional y el sintético para el centro CNC.

En cuanto al sintético es importante que la empresa tenga en cuenta las siguientes recomendaciones a la hora de comprar un aceite soluble sintético:

- El residuo del aceite sintético, también son unos residuos peligrosos y se denominan taladrina agotada.
- A la hora de elegir un aceite sintético es importante que no contenga nitrosaminas, PCB`s, puede utilizarse en sistemas centralizados y en maquinas individuales y bioestaticas.
- Su mantenimiento consiste en un análisis periódico de la concentración por medio de refractómetro y desnatar.
- Periodo de vida ilimitado si el mantenimiento es el adecuado.

Además se debe tener en cuenta todas las estrategias descritas para las pequeñas y micro empresa.

7.3 ALARGAMIENTO DE LA VIDA UTIL DE LAS TALADRINAS (Reducir y Volver a Usar)

El alargamiento de la vida de las disoluciones es la medida más eficaz para reducir la generación de residuos. La vida media suele ser de entre dos y tres meses, pudiendo variar de menos de cuatro semanas a dos años, en el caso de depósitos centralizados. Los parámetros que condicionan la vida de las taladrinas son:

- a. Calidad del agua empleada para la dilución y reposición: (ver tabla 10)
- b. Contaminantes de la disolución de taladrina
 - Mantenimiento preventivo y empleo de juntas óptimas que reduzcan fugas.
 - Empleo del mismo aceite base para la formulación de taladrinas, sistemas hidráulicos y engrase.
 - Instalación de separadores superficiales decantadores, centrifugadora y microfiltración para la separación de los aceites de la disolución de taladrinas.
- c. Control de la calidad de las disoluciones de taladrina: su control de seguimiento comprenderá los siguientes aspectos:
 - Mantenimiento preventivo y empleo de juntas óptimas que reduzcan fugas.
 - Empleo del mismo aceite base para la formulación de taladrinas, sistemas hidráulicos y engrase.
 - Instalación de separadores superficiales decantadores, centrifugadora y microfiltración para la separación de los aceites de la disolución de taladrinas.
 - Nitratos (en el agua de dilución).
 - Nitritos.
 - N-nitrosodietanolamina.
 - Otros parámetros (pH, concentración de producto y población microbiana)

- d. Limpiar cuidadosamente el depósito o sistema, evitando el uso de detergentes conteniendo nitritos.
- e. Eliminar adecuada y controladamente la taladrina contaminada, llenar de nuevo el depósito o sistema diluyendo la taladrina concentrada con agua exenta de nitratos.
- f. Si el consumo de agua industrial es muy elevado, el contenido de nitratos muy alto y la situación se repite con cierta frecuencia, debe valorarse la posibilidad de remplazar por una instalación de agua desmineralizada que evite la contaminación de las taladrinas
- g. Además, de contar por seguridad industria de tapetes atrapa grasa para el lugar donde el operario labora.

Relación de los parámetros a medir:

En determinadas circunstancias y especialmente en taladrinas semisintéticas minerales , la disminución significativa de la concentración suele favorecer el crecimiento de la población microbiana, lo que facilita la reducción del pH y la degradación del producto. En los sistemas y depósitos de taladrinas que poseen buena aireación existe un predominio de microorganismos aerobios del género Pseudomonas, principales responsables de su degradación, así como coliformes. Por el contrario, en los sistemas mal aireados suelen aparecer organismos anaerobios estrictos del género Desulfovibrio, que reducen los sulfatos a sulfuro de hidrógeno, originando olores desagradables. También aparecen, con cierta frecuencia, hongos y levaduras de los géneros Fusarium, Cefalosporium y Cándida⁵²

Tabla13. Parámetros de calidad del agua empleada

Agua de Iniciación	
Dureza	El agua con cierto grado de dureza evita la posible formación de espuma, que es frecuente en formulaciones con aguas blandas. A su vez, un agua con una dureza muy alta puede llegar a desestabilizar la emulsión
Sales disueltas	los contenidos en sulfatos y cloruros no deben sobrepasar 100 mg/l y los de nitratos no deben superar los 50 mg/l.
	los contenidos en materias sólidas totales deben

⁵² ROSMOORE, H.W. Antimicrobial agents for water-based metalworking fluids J. Occup. Med. 1981, 23 (4), 247-254

Sólidos	encontrarse por debajo de 500 mg/l.
Microorganismos	Para evitar la proliferación de hongos y bacterias, no se deben aportar más de 10 gérmenes por mililitro en el agua de dilución.
Agua de Reposición	
En la reposición de los baños es preciso utilizar agua des- ionizada para evitar la continua acumulación de iones de calcio, cloruros, nitratos y metales pesados, que inciden negativamente en la estabilidad de las taladrinas. Cuando esto no sea posible se recomienda la utilización de un agua con poco grado de dureza.	

Una forma sencilla y eficaz de atenuar el problema de los malos olores es airear las taladrinas, a fin de suministrar al fluido, el oxígeno necesario para impedir el desarrollo de los microorganismos anaerobios responsables del problema en cuestión.⁵³

7.3.1 Disminución de arrastres de taladrinas y derrames

Las virutas producidas en las operaciones de mecanizado, y las propias piezas en menor medida, arrastran consigo parte del fluido de mecanizado utilizado. Estos arrastres pueden reducirse (al menos en un 25%) tras un drenaje de varias horas. La taladrina drenada se puede reutilizar después de comprobar la calidad de la misma. Aplicando un proceso combinado de drenaje y rotura es posible la separación del agua y taladrinas en medio ácido; el agua, si no está muy contaminada, se puede emplear en nuevas diluciones de taladrinas.

Por último con un proceso de centrifugación se puede recuperar el 90% de la taladrina contenida en la viruta. Los derrames y salpicaduras producidas en el proceso de mecanizado pueden prácticamente eliminarse mediante la instalación de una pantalla protectora.

7.3.2 Aplicación correcta de las taladrinas

Se puede disminuir la cantidad de taladrinas utilizadas en los procesos, aplicándolas mediante nieblas, o bien optimizando el contacto pieza-herramienta, al controlar diversos factores del proceso tales como:

⁵³ Roberto Laborda Grima, Doctor en Ciencias Biológicas, NTP 317 de Fluidos de corte: criterios de control de riesgos higiénicos, FORD ESPAÑA, S.A.

- El ángulo de incidencia.
- El diámetro de salida.
- Los chorros aplicados.

De esta manera se reduce la cantidad de taladrina que es necesario aplicar durante el proceso.

7.3.3 Implicar Al Proveedor

El proveedor debe tener conocimiento y las respuestas a todas nuestras dudas. Debe conocer el valor idóneo de valores de pH, concentración y demás parámetros mencionados en las estrategias de minimización. Si nuestro proveedor no tiene todo el conocimiento es mejor cambiar de proveedor.

El proveedor debe implicarse en el esfuerzo de alargar la vida de los fluidos consumidos, por que es la filosofía de la disminución de costos y protección medio ambiental que esta funcionando a nivel global y en el que la empresa compete.

7.3.4 Generalidades de los Problemas, Causas y Soluciones con los Fluidos de Corte.

Tabla 14: Relación de las problemáticas, con las causas y sus soluciones

PROBLEMAS	CAUSAS	SOLUCION																																	
DESCOMPOSICIÓN Emulsión/Solución	- Contaminación con otros aceites ó materia orgánica.	- Desnatar la mezcla frecuentemente ó eliminar fuente de contaminación.																																	
	- Mala limpieza en el lugar de trabajo	- Hacer una buena limpieza al tanque, mínimo 2 veces al mes																																	
	- Agua de mala calidad (No potable) - No hay circulación continua del producto	- Utilizar agua de la llave para realizar la mezcla - Realizar la mezcla aceite con agua																																	
	- Largos periodos de estanqueidad	- Circular en vacío el refrigerante																																	
OXIDACIÓN	- Mala preparación de la mezcla Emulsión / Solución	Utilizar la concentración adecuada																																	
		<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Naturaleza/ Proceso</th> <th rowspan="2">Emulsan</th> <th colspan="5">Sintéticos</th> </tr> <tr> <th colspan="5">FLUISINI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td>10</td> <td>47</td> <td>100</td> <td>1000</td> <td>Julina 2000</td> </tr> <tr> <td>Mecanizado</td> <td>10%</td> <td>10%</td> <td>5%</td> <td>5%</td> <td>5%</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>Rectificado</td> <td>10%</td> <td>10%</td> <td>5%</td> <td>5%</td> <td>5%</td> <td>5%</td> </tr> </tbody> </table>	Naturaleza/ Proceso	Emulsan	Sintéticos					FLUISINI							10	47	100	1000	Julina 2000	Mecanizado	10%	10%	5%	5%	5%	5%	Rectificado	10%	10%	5%	5%	5%	5%
	Naturaleza/ Proceso	Emulsan			Sintéticos																														
			FLUISINI																																
		10	47	100	1000	Julina 2000																													
Mecanizado	10%	10%	5%	5%	5%	5%																													
Rectificado	10%	10%	5%	5%	5%	5%																													
- Rompimiento de la emulsión, baja de pH por formación de ácidos generados por la descomposición.	- Mantener buenas prácticas de higiene y aseo - Oxigenar la mezcla y aplicar bactericida cuando se amerite.																																		
- Baja concentración del producto.	- Preparar la mezcla de acuerdo a la tabla																																		
DERMATOSIS	- Contacto prolongado con el aceite genera dermatosis tipo alérgica o infecciosa	- Utilizar normas sobre el manejo y protección recomendados para aceites derivados del petróleo																																	
	- Malos hábitos de higiene	- Lavar apropiadamente las zonas que tienen mayor contacto con el aceite. Se sugiere utilizar agua tibia y jabón neutro con bactericida.																																	
	- Sensibilidad particular																																		

Fuente: SAIN LTDA.

7.4 TECNOLOGÍAS DE CONTROL

En la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana existe una empresa de aprovechamiento de los aceites usados generando aceites lubricantes de nuevo, para que esta empresa reciba las taladrinas, deben pasar por un sistema de secado para obtener el residuo con un 15% de contenido en agua. Es una solución ideal, en cuanto a que las taladrinas agotadas no irían a una inadecuada disposición.

Otra opción es la de entregar estos residuos a gestores autorizados como los son Sandesol y Descont, aplicando todas las estrategias de minimización, sobre todo las de mantenimiento del fluido, con esto el porcentaje de residuos generado sería menor e iría a incineración.

Una de las soluciones básicas es adquirir un separador de taladrinas Ecode que permitirá el aprovechamiento extremo de la taladrina. Mediante dicho separador, se consigue:

- Consecución del residuo 0 de taladrina. La empresa logra evitar el gran costo de la recogida de este producto.
- Alargar la vida de los baños con un ahorro de costos en líquidos de corte de hasta un 80%.
- Reducir derrames y vertidos accidentales, simplicidad en el uso y manejo de la taladrina a reutilizar ya que esta queda almacenada en una arqueta incorporada al separador y se carga mediante una bomba de succión.

Ecode Industrial, separador industrial de taladrinas representa un gran avance ya que consigue recuperar el 100% de la taladrina que trata, reduciéndose la merma únicamente a la que se produce por efecto de la evaporación.⁵⁴

En términos económicos, cabe destacar que este equipo no supone costo alguno de instalación y/o mantenimiento, sólo necesita ubicación (fija o móvil) y no requiere accesorios con un alto nivel de desgaste.

7.5. PLANTA DE PRE-TRATAMIENTO DE EMULSIONES (TALADRINA AGOTADA)

En la planta de taladrina y emulsiones se puede gestionar residuos procedentes de las industrias de transformación de metales y maquina herramienta después de haber sido utilizados como fluidos de corte y mecanizado.

El propósito de este tratamiento es desemulsionar la Taladrina Agotada para la separar la fase oleosa de la acuosa y permitir que la fase oleosa sea tratada en una planta de hidrocarburos o aceites usados, como la que existe en el área metropolitana de Bucaramanga.

Para comenzar el pre tratamiento el residuo debe tener mínimo 10% de agua, por esta razón el residuo debe ingresar a calentamiento en caldera, al disminuir el contenido de agua es sometido a una electrocoagulación con una resina o polímero desemulsificante.

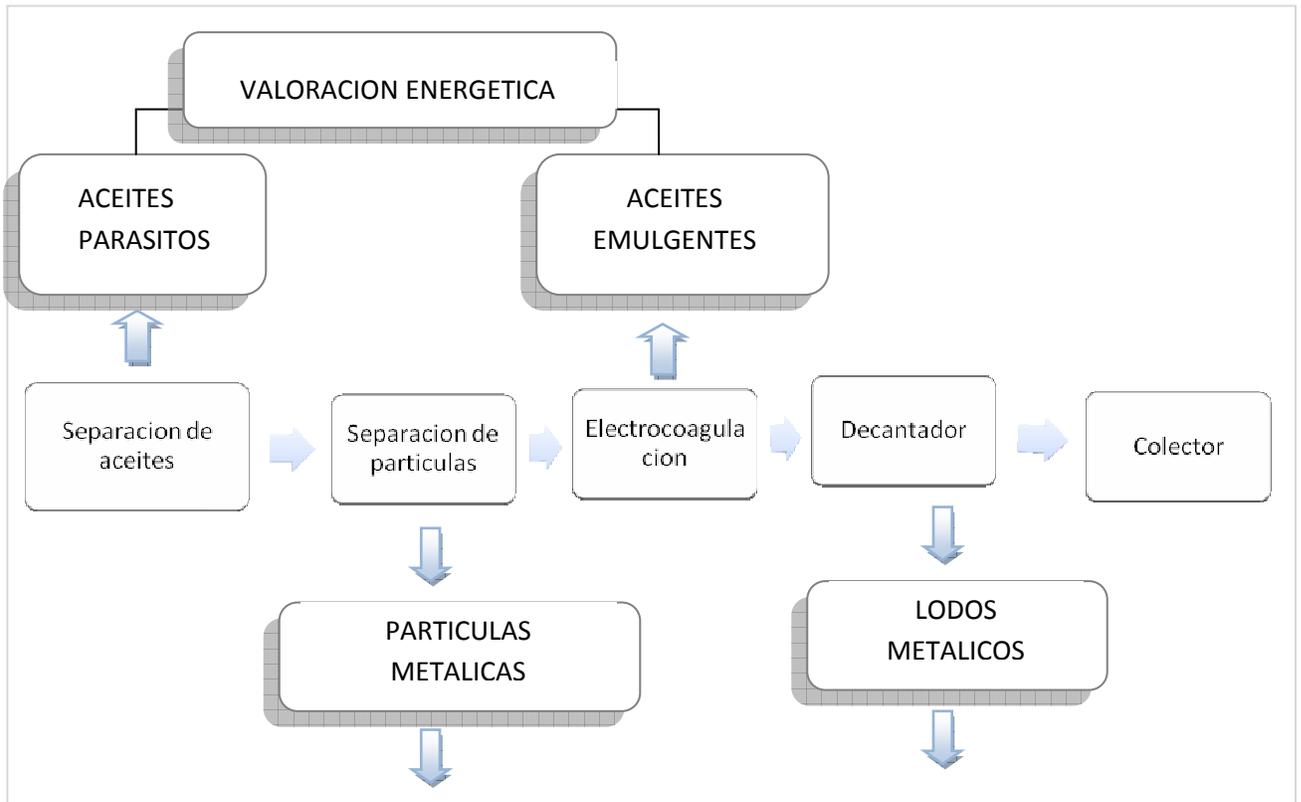
Mediante la adición de reactivos desemulsificantes se produce la rotura en un reactor y consiguiente separación de la fase acuosa y oleosa.

⁵⁴ Revista ambientum. Febrero del 2005.

La fase oleosa que sale del decantador, esta fase se dirige a la planta de hidrocarburos y aceites usados, mientras que la acuosa se vuelve a tratar en una segunda etapa, a fin de disminuir el DQO y posteriormente pasa a un tratamiento físico- químico. La Grafica 46: se presenta el esquema básico de Pre-Tratamiento.

Para que el diseño de tratamiento sea viable financieramente es necesario contar aproximadamente con 5000 galones/mes, por este motivo el sistema presentado en el análisis de soluciones presentado solo se llega a estudiar el pre-tratamiento para completar o facilitar la gestión de los aceites usados en AMB y contribuir de esta manera con el manejo de los residuos peligrosos en el país.

Grafica 48: Esquema de Pre-tratamiento



Fuente: Estudio de impacto ambiental originado en tratamiento de residuos acuosos. Esperanza Sánchez Mateus. Departamento de Química e Ingeniería de la Universidad de Basque Country.

CONCLUSIONES

- Mediante visitas a planta de producción del 13.7% de las empresas entrevistadas se determinó que el proceso significativo de generación de taladrina agotada ocurre en la maquinaria empleada para el arranque de virutas que cuenta con tanques de recirculación en donde el crecimiento de microorganismos y el ingreso de agentes externos degradan la taladrina, disminuyendo su vida útil, debido a la falta de mantenimiento y desconocimiento de los operarios.
- El consumo de aceite soluble en Bucaramanga y su área metropolitana (AMB), es de 12834 galones anuales y la generación de taladrina agotada en un año es de 236145 galones con una concentración del 5% de aceite soluble y con pérdidas estimadas del 8% por evaporación, arrastres y derrames.
- Por medio de las listas de chequeo efectuadas a las empresas del sector metalmeccánico con mecanizado y utilización de aceites solubles (taladrinas) se estableció que el 71% de las taladrinas agotadas de esta industria es vertido al alcantarillado, el 13% al suelo, el 12% al aseo mezclado con aserrín y solo el 4% a gestor autorizado.
- El bajo porcentaje de taladrina agotada que es entregada a gestor autorizado refleja el desconocimiento de la industria metalmeccánica en temática ambiental, sin embargo cabe resaltar que aun el gestor autorizado no cuenta con una alternativa viable tanto económica como ambientalmente para disponer este tipo de residuos.
- En la evaluación de parámetros de calidad hecha a las taladrinas por medio de parámetros físico químicos como pH, conductividad, metales pesados, viscosidad, densidad y gravedad específica, evidenciaron que la taladrina muestreada no estaba agotada.
- En el análisis de parámetros físicos, se determinó que la densidad de la taladrina agotada es igual a la densidad del agua a 15.6°C. gracias a la función del aceite soluble (taladrina) como lubricante la viscosidad a diferentes temperaturas es mayor a la viscosidad del agua a 4°C.
- Se sugirieron diferentes tipos de mecanizado como son: mecanizado en seco, mecanizado de alta velocidad y mecanizado con mínima cantidad de lubricante, como estrategia para evitar la utilización de aceite soluble (taladrina) con el fin de

disminuir la generación de residuos considerados peligrosos. Cabe resaltar su fácil aplicabilidad y que han sido comprobadas en sectores similares.

- La propuesta para la ciudad y su área metropolitana en cuanto a disposición final se refiere es llevar a cabo el pre-tratamiento químico, ya que económicamente no es viable tratar menos de 5000 galones mensuales y Bucaramanga produce anualmente 236145 galones de taladrina agotada de los cuales solo el 5% pertenece a fase oleosa, por lo tanto no es viable diseñar un tratamiento para obtener un producto nuevo a menos se incorporen a la planta de aceites usados existente

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que se mencionan a continuación tienen como objetivo el buen manejo de las alternativas de solución, garantizando así un buen desempeño en las prácticas medioambientales.

1. Elaboración de un manual instructivo de operación y mantenimiento de los fluidos de corte y maquinaria este manual debe contener:

- a) Descripción del funcionamiento y característica relevantes del sistema.
- b) Establecer parámetros de seguridad y los equipos de protección personal.
 - Verificar la calidad de la taladrina en funcionamiento. Esta operación consiste en: Revisión del pH mediante pH-metro, o cinta pH-métrica mensualmente.
 - Revisión de la concentración del aceite soluble mediante refractómetro, cada vez que se haga reposición y al inicio de operaciones.
 - Revisión de la concentración de nitritos cada vez que se cambie baño mediante muestras para laboratorio.
 - Detectar periódicamente el crecimiento microbiano.
 - Revisión del caudal de flujo.
 - Estar en contacto con su proveedor para que el indique las condiciones normales del agua más el producto ofrecido por el y brinde la capacitación.
- c) Seleccionar los responsable de las actividades aquí mencionadas

2. La lista de residuos peligrosos debe convertirse en un punto de concertación de las entidades involucradas en el tema, los gremios y la sociedad, con el fin de crear herramientas efectivas y especializadas en cada residuo con la finalidad de ser reguladas y exigida por las entidades correspondientes.

3. Promover los proyectos de ley para la generación de la normatividad específica que brinde parámetros en cada uno de los aspectos y trayectos de la disposición final de los aceites industriales.

4. Originar los registros de las empresas generadoras de los Residuos Tóxicos y Peligrosos RTPs según el tipo generador, como lo clasifica el decreto 4741/ 2005, para apoyar el seguimiento y la excepción de vertimientos por la industria metal-mecánica.

5. Implementación de los mecanismos de prevención con la asesoría de la entidad encargada para observar la efectividad de las tecnologías aquí descritas.

6. Contribuir a la realización de estudios tendientes a la P+L

7. Recomiendo realizar un análisis consecutivo de los parámetros físicos –químicos como son: pH, conductividad, metales pesados, PCB's, viscosidad, densidad, gravedad específica, punto de inflamación y contenido de agua, con el fin de conocer los factores que inciden en la degradación de las taladrinas y de esta manera asegurar la estrategia mas adecuada para solucionar la generación de este residuo peligroso.

8. Es necesario que para implementar las alternativas de reducción en fuente conocer mediante análisis microbiológico el comportamiento de los microorganismos semanalmente, con el fin de obtener una información adicional, ya que la práctica habitual hace pensar en la existencia de una posible relación entre tres factores: el pH, el crecimiento de la población microbiana y la degradación del producto. Así, en determinadas circunstancias y especialmente en taladrinas semisintéticas y convencionales, una disminución significativa de la concentración suele favorecer el crecimiento de la población microbiana, lo que facilita la reducción del pH y la degradación del producto.

9. Ante la ausencia de normas legales que regulen la fabricación, distribución y uso de fluidos de corte acuosos, cabe plantear un programa de vigilancia y control de nitratos en agua, nitritos y NDELA que permita establecer las adecuadas acciones preventivas y correctoras cuando sea necesario; debido a que los nitratos en agua pueden ser reducidos a nitritos por agentes reductores que intervienen en la composición del aceite soluble (taladrina) y después de formar la emulsión formar nitrosaminas.

BIBLIOGRAFIA

- Aguirre, M. A. (2006). Situacion Actual De Los Residuos Industriales En Navarra. *Residuos* , 54-60.
- al, M. W. (1996). *Proyeccion de Servicios Industriales Dentro Del Sector Metalmeccanico*. Medellin : Universidad de Antioquia.
- Arias JAramillo, N. (1999). *Caracterizacion Tecnologica De LAS Pequeñas Y Medianas Empresas (PYMES) En EL Sector Metalmeccanico*. Manizales : SENA.
- Centro Colombo Italiano. (1998). La Inovacion Tecnologica. En *Automatizacion Industrial Metalmeccanica* (pág. 10). Santa Fé de Bogotá: SENA.
- DANE. (1990-1997). *Analisis de Competitividad*. Santafé de Bogotá .
- DANE. (2005). *Encuesta Industria Manufacturera*. Santander.
- FEDEMETAL. (1992-2000). Analisis Estructural De La cadena Siderurgica y Metalmeccanica En Colombia . Santa fé de Bogotá.
- FEDEMETAL. (1999). *SECTOR METALMECCANICO, Inventario de Problemas y oportunidades Tecnologicas*. Informe Especial.
- Gobierno de España. (2006). *Real Decreto 679*. España.
- GOBIERNO VASCO. (1998). Reduccion en Origen, Es Ahorrar Dinero. *Taladrina Agotada Un Residuos a Reducir* , 15.
- Gomez, C. I. (2000). Seminario Internacional Gestion Integral De Residuos Solidos y Peligrosos , Siglo XXI. 1-9.
- J. Terradillos, A. V. (2006). Los Fluidos De Corte y Las Tecnologias Limpias (I). *Residuos* , 116-124.
- Julian Uriarte Jaureguizar, L. p. (2007). Evaluacion de Metodologias Para La Caracterizacion de Residuos Peligrosos o No Peligrosos. *Residuos* , 18-32.
- Laborda Grima, R. (2005). *NTP: 317 Fluidos de Corte : Criterios de Control de Riesgos Higienicos* . España.
- Lecea, E. d. (2008). Nuevas Normas Que Regulan La Gestion De Aceites Industriales. *Sistema De Gestion De Aceites Usados.(SIGAUS)* , 20-22.
- Lorena, J., & ELias, X. (2007). Gestion Actual y Futura Del Aceite Lubricante Usado. Valoracion Energetica En Turbina. *Residuos* , 23-29.

Publicar S.A Colombia . (1997-1998). LA Política Económica Colombiana. *Guía De Comercio Exterior* .

Sanchez, E. M. (2000). *Estudio de Impacto Ambiental Originado En El tratamiento De Residuos*. Malaga : university of Basque Country.

SENA. (2002). Técnicas de Lubricación . *Serie de Entrenamiento Mecánico de Tel -A-TRain* , 1-5.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER (UIS). (2000). *El Contexto De La Competitividad En El Sector Metalmecánico*. Bucaramanga .

