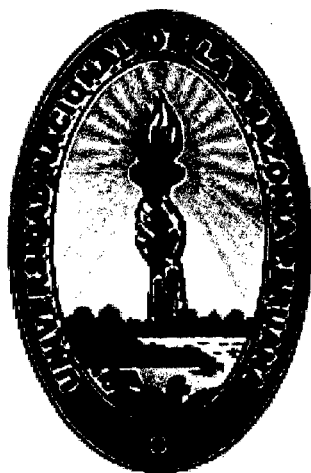


T
629.2542

**NO SALE A
DOMICILIO**

**U72 UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA
PERUANA**

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA



00317

Tesis:

**ESTUDIO E IMPLICANCIAS DEL MANEJO
INADECUADO DE LAS BATERÍAS AUTOMOTRICES
DESECHADAS EN EL PARQUE AUTOMOTOR DE
LA CIUDAD DE IQUITOS.**

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO QUÍMICO

Presentada por el Bachiller:

JUAN MANUEL URQUIZA ZUMAETA

Asesor:

Ing. CARLOS AREVALO TORRES

**Iquitos – Perú
2011**

DONADO POR:

Urquiza Zumaeta, Juan M.

Iquitos, 11 de Julio de 2012



Tesis para optar el Título Profesional de INGENIERO QUÍMICO.

Presentado por:

Bach. JUAN MANUEL URQUIZA ZUMAETA
Tesista

Ing. CARLOS ARÉVALO TORRES
Asesor



Tesis aprobada en sustentación pública, el 01 de Octubre del 2011, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Iquitos – Perú.

Ing. CÉSAR AUGUSTO SÁENZ SÁNCHEZ, Dr.
Presidente Jurado de Tesis

Ing. DUMA LUZ RENGIFO PINEDO
Miembro

Ing. CESARIO CORTÉZ GALINDO
Miembro





*A Dios por darme la vida y ser quien guía
mis pasos para llegar a la meta.*

*A mis padres, Manuel y Gala, mi hermana Danica y a mi abuelita Nelly Villacorta.
A quienes debo todo lo que soy y lo que tengo.*

*En memoria de mis abuelos: Zulema López, Pablo Zumaeta y
Manuel Urquiza.*





Agradecimiento

La investigación académica es un proceso que se debe al trabajo intelectual, pero especialmente al deseo personal. Para desarrollar este trabajo es necesario contar con las condiciones propicias y los recursos, que en general son producto del apoyo de otras personas.

- ❖ *A mis padres Manuel Urquiza y Gala Zumaeta, y a mi abuelita Nelly Villacorta, por su gran amor, pero sobre todo, por su apoyo moral y económico que han permitido mi superación personal y profesional.*
- ❖ *A mi tío Segundo Urquiza y a mi tía Nery Zumaeta, por su apoyo incondicional brindándome las facilidades en el desarrollo de la tesis.*
- ❖ *Al Ing. Carlos Arévalo Torres, por su guía, soporte y enseñanzas cómo mi asesor en el desarrollo de este proyecto.*
- ❖ *Al Ing. Gustavo Malca Salas, por las indicaciones brindadas al comienzo del desarrollo de este proyecto, las mismas que fueron de gran utilidad en todo el desarrollo de la misma.*
- ❖ *A mi jurado Calificador, Ing. César Sáenz, Ing. Duma Luz Rengifo y al Ing. Cesáreo Cortéz, quienes colaboraron grandemente en la revisión y evaluación del proyecto.*
- ❖ *A todas mis amistades y a todas aquellas personas que de una u otra manera colaboraron durante el transcurso de esta investigación.*

Muchas Gracias...





<u>INDICE</u>	Pg
<u>RESUMEN</u>	07
1. <u>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.</u>	09
1.1. Planteamiento Del Problema	12
1.1.1. Formulación Del Problema.....	12
1.1.1.1. Problema General.	12
1.1.1.2. Problema Específico.	13
1.2. Justificación.	13
1.3. Objetivos.....	16
2. <u>CAPÍTULO II: UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO.</u>	17
2.1. Características Geográficas.....	19
2.1.1. Superficie Y Ubicación Geográfica.....	19
2.1.2. Población.	21
2.1.3. Clima E Hidrografía.....	21
3. <u>CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.</u>	22
3.1. Antecedentes.....	23
3.2. Residuos Sólidos.....	29
3.3. Residuos Peligrosos.....	30
3.4. Residuo Peligroso, Clasificación en el Perú.	31
3.5. Sistema de Gestión de los residuos Sólidos en el Perú.	32
3.5.1. La Legislación de residuos Sólidos en el Perú.....	32
3.5.2. Marco Legal.	35
3.5.3. Marco Institucional.	42
3.5.4. Análisis del Sistema de Gestión.....	47
4. <u>CAPÍTULO IV: ELECTROQUÍMICA DE LAS BATERÍAS ÁCIDO-PLOMO.</u>	48
4.1. Batería.	49
4.2. Ácido- Plomo.	49
4.3. Características Técnicas de las Baterías de Plomo – Ácido.....	51
4.3.1. Batería de Plomo Ácido.....	51
4.3.2. Tipos de Baterías de Plomo Ácido.	52
4.3.3. Descripción de la Batería de Plomo – Ácido.	54
4.3.4. Ciclo De Vida De La Batería De Plomo.....	56
4.3.5. Vida útil de la batería Plomo – Ácido.....	59
4.3.6. Almacenamiento de la Batería Plomo – Ácido.	59
4.3.7. Funcionamiento de Las Baterías.....	59
4.3.8. Mantenimiento de las Baterías Plomo – Ácido.....	61
4.3.9. Composición de la Batería.....	63
4.3.10. Toxicidad de la Batería De Plomo Usada.....	64





4.3.11. Riesgos y medidas de seguridad.	66
4.4. Recuperación Y Reciclado Del Plomo	70
4.5. Reciclaje.	70
4.6. Fases Previas Al Reciclado de baterías de Plomo.	71
4.6.1. <i>Recogida</i>	71
4.6.2. <i>Transporte</i>	73
4.6.3. <i>Almacenamiento</i>	74
5. <u>CAPÍTULO VI: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</u>.	75
5.1. Método.	76
5.2. Población	76
5.3. Procedimiento De Recolección De Datos.	76
6. <u>RESULTADOS</u>.	77
6.1. Cuantificación de las Baterías Desechadas en la ciudad de Iquitos.	78
6.2. Evaluación del Conocimiento del manejo de Baterías desechadas	91
6.3. Estudio de Alternativas para el reciclaje de baterías desechadas.	95
6.3.1. <i>Reciclado de materia orgánica pesada</i>	95
6.3.2. <i>Reciclado del Polipropileno</i>	95
6.3.3. <i>Destino adecuado de los desechos no recuperables</i>	95
6.3.4. <i>triturado y separación de componentes</i>	96
6.3.5. <i>Procesos Pirometalúrgicos Tradicionales</i>	99
6.3.6. <i>Alternativas Tecnológicas en el Reciclaje de Baterías</i>	100
7. <u>CONCLUSIONES</u>.	121
8. <u>RECOMENDACIONES</u>.	125
<u>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</u>.	128
<u>ANEXOS</u>.	132





RESUMEN

Las baterías de Plomo – Ácido, constituyen una de las invenciones más importantes de la era moderna. Son usadas, en su mayoría, como la fuente principal para el encendido, alumbrado e ignición en vehículos (carros, tractores, motocicletas, aviones, botes, etc.), entre otros usos.

Las baterías son elementos peligrosos porque contienen sustancias químicas tóxicas (como el Plomo y el Ácido Sulfúrico), que al ser expuestas sin una adecuada protección, pueden perjudicar gravemente la salud de las personas y el medio ambiente en general.

El presente trabajo, es un estudio sobre las implicancias del manejo inadecuado de las baterías automotrices desechadas por el parque automotor de la ciudad de Iquitos, donde, en primer lugar, se realiza una revisión documental, sobre la forma cómo se lleva a cabo el manejo de residuos sólidos en el país y en la ciudad, detallando los mecanismos legales que existen sobre el tema de residuos sólidos y la función que cumplen algunas de las instituciones relacionadas con el tema. También, se realiza una descripción sobre las características de las baterías automotrices, mostrando los tipos de baterías que existen, indicando sus componentes, explicando su funcionamiento, mostrando los riesgos de una mala manipulación de las mismas y los efectos negativos que tienen las baterías tanto en el ambiente cómo en la salud de las personas.

Se realiza también, una estimación sobre la cantidad de baterías desechadas en la ciudad de Iquitos, para la cual se trabajó con información brindada por la SUNARP, sobre la cantidad de vehículos registrados, que en la actualidad son **108 340** vehículos, y considerando el tiempo promedio de vida de una batería, 3 años aproximadamente, con la cual se pudo determinar que desde el año 2004 hasta el año 2010, se han producido aproximadamente **128 474** unidades de baterías desechadas, las cuales a falta de una reglamentación legal, terminaron en muchos casos, enterradas, en botaderos de residuos sólidos o en instalaciones clandestinas en donde se destapan sin medidas sanitarias o de control ambiental adecuadas,





generando graves riesgos a la propia salud de quienes las manipulan, la salud pública y el medio ambiente.

Se realizó una encuesta para evaluar el nivel de conocimiento que tiene las personas, sobre las implicancias del manejo inadecuado de estos residuos, en el cual se puede observar, que las personas tienen algunas nociones acerca del manejo de las baterías desechadas y del peligro al que podrían estar expuestas si no se manipula correctamente este residuo, sin embargo no se toman las preocupaciones del caso por una clara falta de interés sobre el tema.

Finalmente, se realiza un estudio de diferentes alternativas tecnológicas, que se aplican para el reciclaje de las baterías desechadas, tanto los tradicionales como el método pirometalúrgico, que es ideal para el reciclaje de los compuestos metálicos, pero poco viable para el tratamiento de la pasta de plomo; como también, las alternativas tecnológicas como los procesos hidrometalúrgicos, que son más exactos, limpios y controlados, como las que se puede recuperar el 100% de los componentes de las baterías automotrices, las cuales resultan una buena alternativa para disminuir los efectos de la contaminación ambiental producidas por los residuos de las baterías.





Capítulo 1:
INTRODUCCION





1. INTRODUCCIÓN.

Desde la formación de núcleos sociales en el mundo, se han generado residuos sólidos, como subproducto de las diferentes actividades que el hombre realiza. El aumento de población y el desarrollo de las sociedades industrializadas, han activado la degradación del medio ambiente, debido a la gran cantidad de residuos que se van generando, los mismos que alteran el equilibrio de la naturaleza.

Los residuos sólidos existen desde los albores de la humanidad, como subproducto de las actividades antrópicas. Desde luego, su composición física y química, ha ido variando de acuerdo con la evolución cultural y tecnológica de la civilización.

Al establecerse en un lugar e ir aumentando el número de habitantes, los residuos aumentaron también, generando con ello un problema de salud. Posteriormente, se tuvieron que implementar lugares para depositar los residuos o se incineraban a cielo abierto.

Actualmente, es posible contar con los recursos económicos y desarrollo tecnológico, pues los gobiernos de turno disponen de los medios para asegurar la salud y bienestar de sus habitantes. Además, la composición de los residuos, varía entre países y ciudades por ubicación geográfica, costumbres, capacidad adquisitiva, desarrollo tecnológico, edad de la población, actividad económica, etc. Estas condiciones, plantean sistemas de gestión de residuos diferentes para cada país o ciudad. ⁽⁴⁾

El manejo y la disposición final inadecuada de los residuos sólidos, representan uno de los principales problemas de contaminación ambiental en el País. Los avances experimentados a la fecha, si bien son muy significativos, especialmente en lo referente a la disposición final de residuos sólidos en rellenos sanitarios, se circunscriben sólo a Lima Metropolitana, requiriéndose invertir mucho a nivel nacional.

(4): COLOMER, F.J., GALLARDO A. 2007.





El rápido crecimiento demográfico de la ciudad de Iquitos y la falta de educación ambiental, genera una creciente producción de residuos sólidos (630 TM diarias aproximadamente), que urge desarrollar técnicas adecuadas para su manejo y aprovechamiento. ⁽²⁴⁾

Las baterías de Plomo - Ácido usadas, representan uno de los principales problemas para la salud ambiental, ya que es un residuo sólido con una elevada toxicidad, por lo que se le denomina "Residuo Peligroso". En la ciudad de Iquitos, no se desarrolla ninguna practica, para el manejo adecuado de este tipo de residuos sólidos, y sólo se limita a depositarlos en rellenos sanitarios o en algunos casos se reutilizan los componentes, pero de forma artesanal y sin la aplicación de ninguna norma de seguridad, atentando contra la salud de las personas y la del medio ambiente.

En la actualidad, tanto en la legislación nacional cómo en organismos internacionales, existen una variedad de instrumentos legales que reglamentan el manejo adecuado de este tipo de residuos sólidos, pero, por falta de educación ambiental, por parte de las autoridades y de la misma población, estos instrumentos legales muchas veces no se ponen en práctica.

El presente estudio, tiene cómo objetivo realizar una cuantificación de las baterías de Plomo Ácido, del desecho que se producen en la ciudad de Iquitos, y hacer una evaluación sobre el nivel de conocimiento que tiene la población, acerca de las implicancias del manejo inadecuado que reciben este tipo de residuos sólidos, para buscar una relación entre ambas variables. Cómo también, el estudio de algunas alternativas para el manejo adecuado y aprovechamiento de las baterías usadas.

(24): UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU. 2008.





1.1. Planteamiento Del Problema.

Las baterías, son probablemente la forma más importante de almacenamiento de electricidad. Su flexibilidad y facilidad de uso ha proporcionado al almacenamiento químico de electricidad, una posición importante en el mercado. Sin embargo, las baterías automotrices, al acabar su vida útil, se convierten en un residuo, que por la masiva generación y las dificultades para degradarse una vez descartada, se presenta cómo un problema medioambiental en los últimos años, que desde el punto de vista del medio ambiente y la salud, debe enfrentarse en el menor tiempo posible.

La combinación resultante entre el alto volumen de generación de las baterías de Plomo – Ácido fuera de uso y la composición química de naturaleza toxica de estos, que prácticamente imposibilita su biodegradación, representa un fuerte impacto para la salud y el medioambiente. Es por ello, que las baterías de Plomo – Ácido, tienen un alto impacto ambiental durante todo su ciclo de vida, desde su fabricación, uso y hasta su descarga al medio ambiente.

1.1.1. Formulación Del Problema.

1.1.1.1. Problema General.

El problema responde a la siguiente interrogante: ***¿Cómo se relaciona la generación de baterías de Plomo – Ácido usadas, y el conocimiento de las implicancias de su manejo inadecuado en el parque automotor de la ciudad de Iquitos?***





1.1.1.2. Problema Específico.

- Estudiar cuantitativamente la generación de baterías Plomo – Ácido usadas por el parque automotor de la ciudad de Iquitos.
- El conocimiento que tienen las personas, sobre las implicancias del manejo inadecuado que reciben las baterías Plomo – Ácido, usadas por el parque automotor de la ciudad de Iquitos, mediante un análisis estadístico.
- Alternativas de solución ante el problema que representa la generación de baterías Plomo – Ácido, usadas por el parque automotor de la ciudad de Iquitos.

1.2. Justificación.

Los residuos sólidos, representan uno de los grandes problemas que contribuyen con el aumento de la contaminación ambiental. Esto podría evitarse ya que la mayor parte de desechos, contienen gran riqueza en materia prima, que pueden volver a utilizarse, para elaborar nuevos productos, es decir, los residuos deberían segregarse separando los reciclables de los no reciclables.

Por lo que, se debe buscar la formalidad del manejo de residuos sólidos y brindar una nueva perspectiva de gestión ambiental, social y tecnológica, trabajar por el mejoramiento de la calidad de vida de las personas, y ser pioneros en desarrollar programas de bienestar social y tecnológico, para el crecimiento personal, grupal y comunitario de sus colaboradores.

Las pilas y baterías, son considerados elementos peligrosos porque contienen sustancias químicas tóxicas (cómo el Plomo y el Ácido Sulfúrico), que al ser expuestas sin una adecuada protección, pueden perjudicar gravemente la salud de las personas, animales, plantas y el medio ambiente en general. Las baterías pueden generar la descarga de sustancias tóxicas al ambiente, si al llegar al término de su vida útil, son desechadas sin el debido tratamiento. Cabe destacar que los mayores impactos generados en el reciclaje de baterías usadas, se producen por su





manejo informal, en condiciones precarias y sin las medidas de seguridad y control ambiental requeridas.

En la ciudad de Iquitos, existe un parque automotor de 108 340 vehículos aproximadamente entre vehículos mayores y menores ⁽²¹⁾, las mismas que utilizan baterías Ácido-Plomo. Estas, cuando terminan su vida útil, se van a parar en los recicladores, una parte y otra parte a la basura.

Es necesario buscar alternativas, para el manejo adecuado de las baterías usadas, por dos razones fundamentales: a) Por la peligrosidad de sus componentes y los riesgos que pueden generarse por una inadecuada manipulación cuando termina su vida útil; y, b) Por el amplio potencial de reciclaje, de los componentes de las baterías (fundamentalmente Plomo, polipropileno y Ácido Sulfúrico), los cuales pueden ser reprocesados casi integralmente, reduciendo el uso de materia prima virgen, evitando la contaminación ambiental; y, generando una mayor rentabilidad para la industria.

Sobre el Plomo, debe considerarse que se trata de un metal pesado muy tóxica que afecta la salud humana al ser ingerido, inhalado o absorbido a través de la piel, aún cuando estas exposiciones hayan sido frente a pequeñas cantidades. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), es tóxico, de efecto acumulativo, que afecta severamente el sistema nervioso. El Plomo, interfiere con el funcionamiento del organismo, su capacidad reproductiva, el desarrollo cerebral y las capacidades intelectuales. ⁽¹⁶⁾

Por su parte, el Ácido Sulfúrico, es una sustancia líquida incolora, de olor picante, muy corrosivo y de gran viscosidad, que en contacto con la piel, causa quemaduras severas y ceguera, si se introduce en los ojos; si es inhalado, puede ocasionar erosión en los dientes y afectar severamente las vías respiratorias, especialmente, los pulmones; y si este es ingerido, puede quemar la boca, garganta, el tubo digestivo y el estómago, pudiendo causar de manera inminente, la muerte.

(16): ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. 2009

(21): SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE REGISTROS PUBLICOS (SUNARP).





Los “recicladores” informales en algunos casos, vierten este ácido en el sistema de alcantarillado público o en la tierra, aunque al parecer, algunos “destapadores” informales más grandes, estarían también conectados con el circuito de narcotráfico, dado que este ácido, es uno de los insumos para la fabricación de la cocaína.

No obstante, por su composición, las baterías usadas pueden ser objeto de procesos de reciclaje industrial, bajo parámetros estrictos de producción limpia, a través de los cuales se puede recuperar prácticamente el 100%, de los materiales y sustancias que conforman la batería, sin causar riesgos a la salud de las personas o al ambiente. De hecho, gran cantidad de organismos, promueven hoy en día, el reaprovechamiento de las baterías, una vez terminada su vida útil.

El reciclaje resulta acorde y complementario a tendencias actuales, cómo las de producción limpia y responsabilidad social, a través de las cuales se evidencia que una adecuada gestión ambiental, puede representar un gran ahorro económico, para la empresa, al reducir los costos de las materias primas e insumos y paralelamente, los costos del tratamiento de la contaminación. De esta forma, las baterías usadas constituyen un residuo de “alto valor”.





1.3. Objetivos.

1.3.1. OBJETIVO GENERAL.

Estudiar las implicancias del manejo inadecuado de las baterías automotrices desechadas en el parque automotor de la ciudad de Iquitos.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Cuantificar las baterías de Plomo – Ácido usadas, generadas por el parque automotor de la ciudad de Iquitos.
- Evaluar el nivel de conocimiento, que tienen las personas acerca de las implicancias del manejo inadecuado, que reciben las baterías de Plomo – Ácido usadas, generadas por el parque automotor de la ciudad de Iquitos.
- Estudiar algunas de las diferentes alternativas de solución, ante el problema que representa la generación de baterías Plomo – Ácido usadas, generados por el parque automotor de la ciudad de Iquitos.





Capítulo 2:

**UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL
ESTUDIO**



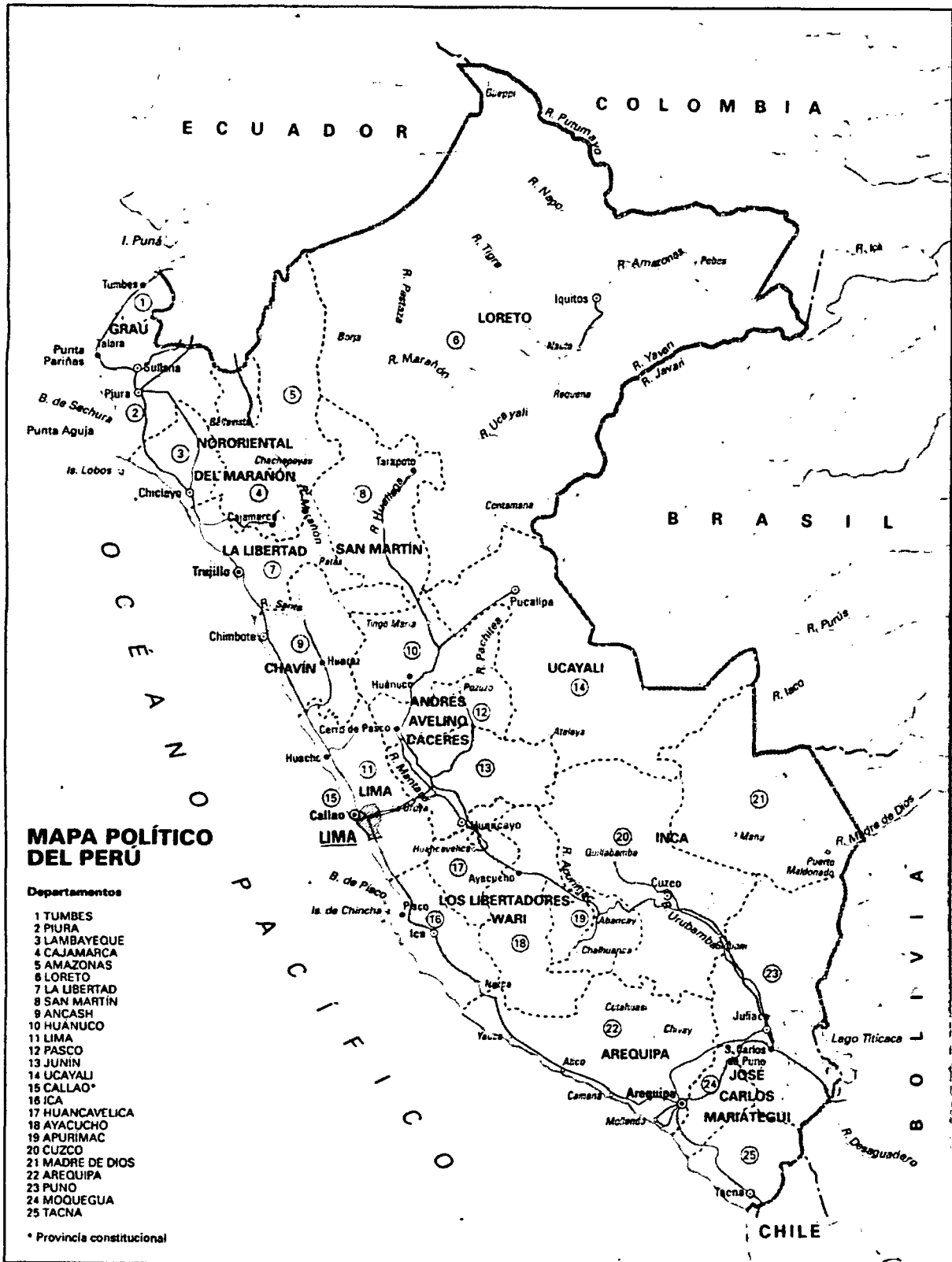


Figura 2.1. : Mapa Político del Perú.





2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO.

2.1. Características Geográficas.

La cuenca atmosférica de Iquitos, se ha determinado como la zona geográfica comprendida en el presente estudio, considerando el área metropolitana conformada por los distritos de Punchana, Iquitos, Belén y San Juan Bautista.

La ciudad de Iquitos ha tenido un crecimiento poblacional significativo, su población se ha ido concentrando en la parte urbana o céntrica de la ciudad expandiéndose hacia las áreas de los distritos circundantes, Punchana, San Juan, Belén e Iquitos propiamente dicho.

2.1.1. Superficie Y Ubicación Geográfica.

La provincia de Maynas, se encuentra ubicada en la Región Loreto en la zona Nororiental del Perú. La capital, es la ciudad de Iquitos, que se ubica a la margen izquierda del río Amazonas, es el centro urbano más importante de la Amazonía peruana y es el sexto departamento más poblada del país con 539 901 habitantes sobre en un área de 119 859,40 km². Es el principal puerto fluvial peruano y unos de los más importantes a lo largo del Amazonas.

El área metropolitana de Iquitos se expande dentro de 4 distritos de la provincia de Maynas: Iquitos (163 594 habitantes), Belén (74 551 habitantes), Punchana (85 179 habitantes) y San Juan Bautista (124 143 habitantes).⁽¹⁴⁾

(14): MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE MAYNAS



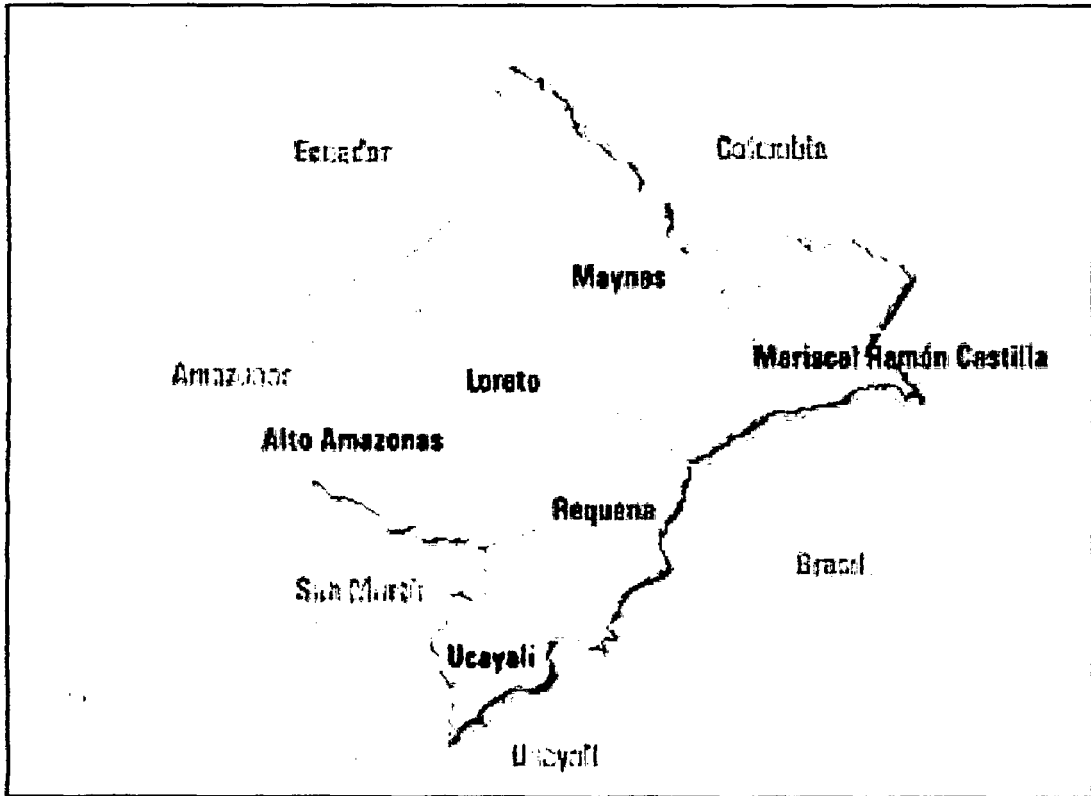


Figura 2.2.: Mapa Político del Departamento de Loreto

Departamento de Loreto		
Superficie territorial	368 851,95 Km ²	
Densidad poblacional	2,42 hab./Km ²	
Total de Municipalidades	Distritales	44
	Provinciales	7
	total	51
Provincia de Maynas		
Superficie territorial	119 859,40 Km ²	
Ciudad de Iquitos		
Altitud	106 m.s.n.m.	
Distritos de Maynas	13 distritos	

Fuente: Municipalidad Provincial de Maynas





2.1.2. Población.

NO SALE A DOMICILIO

Población total estimada al 30 de junio, 2009-2010

	2009	2010
MAYNAS	534 396	539 901
Iquitos	165 773	163 594
Alto Nanay	2 797	2 798
Fernando Lores	20 441	20 455
Indiana	12 665	12 457
Las Amazonas	10 802	10 669
Mazán	13 981	13 977
Napo	16 022	16 104
Punchana	83 789	85 179
El Putumayo	6 083	6 116
Torres Causana	5 195	5 197
Belén	74 112	74 551
San Juan Bautista	118 265	124 143
Teniente Manuel Clavero	4 471	4 661

Fuente: Municipalidad Provincial de Maynas



2.1.3. Clima E Hidrografía.

Estando cerca de la línea ecuatorial, Iquitos posee un clima tropical lluvioso (cálido y húmedo), con temperaturas de 20 °C (68 °F) a 36 °C (97 °F). La temperatura promedio anual de Iquitos es, 28 °C (82.4 °F), con una humedad relativa promedio del 85%. La temporada de lluvia, aparece en los meses de noviembre a mayo, con la red fluvial en su punto más alto, en mayo y su nivel más bajo en octubre, temporada en la que aparecen las tropicales playas amazónicas. ⁽¹⁴⁾

(14): MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE MAYNAS. 2011.





Capítulo 3:

MARCO TEORICO CONCEPTUAL





3. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.

3.1. Antecedentes.

3.1.1. Antecedentes Internacionales.

GOBIERNO DE CHILE - 2010, indica que durante el año 2008, se comercializaron más de 1,45 millones de unidades, la totalidad de ellas importadas. El 81% de las baterías, correspondía a baterías de arranque con electrolito líquido y el 19% a baterías de arranque de gel o baterías de electrolito absorbido (**AGM**, por sus siglas en inglés, "**Absorbed Glass Mat**").

La práctica señala, que la vida útil promedio de una batería de Plomo-ácido es de 2 a 4 años, lo que depende del uso continuo ya que mientras más partidas se realicen, mayor requerimiento tendrá la batería.

Para la estimación de la demanda anual del producto, se considera un recambio de batería para el 50% del parque vehicular. Así, el parque vehicular cuantificado en el 2008, llega a 2 900 000 unidades, y las baterías demandadas serían 1 450 000 aproximadamente, y las importaciones totales del año llegaron a 1 577 000. La demanda de baterías, es de 1 por cada 11 habitantes aproximadamente.

El valor de las ventas en 2008, fue estimado en 80 millones de dólares aproximadamente, lo cual significa que el valor promedio de una batería, es de 55 dólares. ⁽¹⁰⁾

UNIVERSIDAD DON BOSCO - 2004, realizó un reporte, que contiene información recopilada por el equipo de trabajo sobre residuos de desecho de Baterías automotrices, y que por la masiva generación y las dificultades para degradarse una vez descartado, se ha presentado cómo un importante problema medioambiental en los últimos años en El Salvador; por lo que en el reporte se plantean las características y propiedades del material, la situación actual en lo referente a volúmenes de generación, impactos ambientales, ciclo de vida y las posibles

(10): GOBIERNO DE CHILE. CONSEJO NACIONAL DEL AMBIENTE. 2010.





alternativas de solución mediante técnicas de reuso y/o reciclaje, que permitan hacer que el material residual, que en la actualidad es visto cómo desecho, pueda ser aprovechado mediante la implementación de procesos apropiados, para ser convertido en un agente, que genere valores de recuperación, para sus generadores y que ofrezca disminuir los costos de operación o fomentar la competitividad de aquellas industrias u organizaciones, que consideren su inclusión cómo un subproducto en su proceso productivo.

Según fuentes del vice ministerio de transporte terrestre, a octubre del año 2003, El Salvador, poseía un parque vehicular estimado de 565 000 vehículos, presentando un crecimiento de 100 000 unidades anuales, de las cuales, 70 000, son vehículos que ingresan al país en calidad de usados, debido a lo cual las baterías que traen consigo presentan una vida útil mucho menor a la de los vehículos nuevos.

De acuerdo a lo anteriormente señalado, y considerando un 75% del parque vehicular, en condiciones de uso, una vida útil promedio de tres años por batería, se estima un desecho anual de 141 250 baterías desechadas, para el año 2003, proyectándose que de acuerdo al volumen de vehículos que ingresan al país cada año, se tendrá un incremento anual en la generación de baterías usados de 25 000 unidades. ⁽²³⁾

AGUILAR, ORLANDO - 2002, Indica que en abril de 2000, la XVI reunión del Grupo Técnico de la Convención de Basilea, acordó la Declaración Ministerial, sobre el manejo ambientalmente adecuado de los desechos peligrosos, adoptada en la 5ta Conferencia de las Partes en diciembre de 1999. En este contexto, el Grupo de trabajo técnico del Convenio confeccionó una lista de proyectos de asistencia técnica, donde la propuesta más sobresaliente fue el “proyecto sub-regional, para el fortalecimiento de la capacidad de manejo ambientalmente racional de baterías usadas de Plomo-Ácido, en Centro América y El Caribe”.

Atendiendo a esta propuesta de proyecto, el Ministerio de Salud de la República de Panamá, planteó el desarrollo del proyecto “Manejo ambientalmente adecuado de

(23): UNIVERSIDAD DON BOSCO, DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE. 2004.





baterías Plomo – Ácido, en la República de Panamá”. El objetivo del proyecto es realizar un diagnóstico preliminar de los requerimientos para la implementación de un sistema de manejo ambientalmente racional de baterías usadas de Plomo- Ácido a escala nacional y sub-regional. ⁽²⁾

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA - 2002. Desarrolló el Proyecto Nacional de Manejo Ambientalmente Seguro de Baterías Usadas de Ácido-Plomo, en Venezuela, dentro del marco del Proyecto Sub-Regional de Manejo Ambientalmente Adecuado de Baterías Usadas de Ácido-Plomo, para Centro América y el Caribe, propuesto como parte de la lista de proyectos de asistencia técnica acordada en la XVI Reunión del Grupo de Trabajo Técnico de la Convención de Basilea, suscrita por Venezuela.

El Proyecto ha estado dirigido a la identificación de los principales problemas que conlleva el flujo de Baterías Usadas Ácido – Plomo en el país, a través de las etapas de producción – consumo – acopio – transporte – reacondicionamiento o reciclado, permitiendo además subsanar vacíos de información existentes en los sectores público y privado acerca de las herramientas apropiadas de política, el uso de instrumentos económicos y legales. Así, como de los requerimientos técnicos, comerciales y de gestión que permitan el desarrollo de estrategias locales y subregionales para la minimización de la generación de desechos peligrosos y su manejo ambientalmente seguro.

El estudio de la situación actual del flujo de Baterías de Ácido-Plomo, usadas en Venezuela, adoptó un enfoque sistémico, definiéndose las características del Sistema Nacional de Manejo y Reciclaje de Baterías Usadas Ácidas, a partir de su división en los sectores *formal* e *informal*, identificando los tipos de actores que participan en la cadena de producción – venta – consumo – recolección – transporte – almacenamiento – reciclaje y aprovechamiento, sus características generales, tecnologías, impactos, relaciones y participación dentro de la dinámica del comercio nacional e internacional. ⁽¹⁸⁾

(2): AGUILAR, ORLANDO. 2002.

(18): REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA, MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES. 2002.





OJEDA BURBANO, EDUARDO ORLANDO – 2002, Indica, que en México, existe la infraestructura para el reciclaje de acumuladores usados de Plomo, llevada a cabo por una sola empresa, denominada sistema de depósito reembolso para la gestión ambiental de baterías y pilas. Consiste en descontar \$15 (quince pesos), a los distribuidores y mayoristas en la compra de baterías nuevas, cuando le entregan baterías usadas, asegurando el flujo de acumuladores usados para reciclar los componentes y utilizarlos en la fabricación de nuevos productos. ⁽¹⁵⁾

Unión Temporal OCADE LTDA – 2002, en cumplimiento de los compromisos adquiridos con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), a través del contrato No. 9 992 041, desarrolló el proyecto **"Diagnóstico ambiental sobre las baterías usadas generadas por el mantenimiento del parque automotor de la ciudad de Santa Fe de Bogotá"**. Este proyecto tuvo como finalidad establecer las condiciones que determinan el manejo actual de las baterías usadas generadas por el Parque Automotor de Santa Fe de Bogotá, estudiar las diferentes alternativas, que para nuestro medio, se plantean cómo una solución a los problemas encontrados, seleccionar y estudiar la mejor opción a implementarse de acuerdo a las experiencias internacionales evaluadas, acordes con la realidad nacional, y especificar las actividades, programas y acciones que se recomiendan desarrollar para dar viabilidad a la solución estudiada. ⁽²²⁾

3.1.2. Antecedentes Nacionales.

REPUBLICA DEL PERÚ, MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN – 2008, en el marco de su gestión participativa, somete a consideración de la ciudadanía "El REGLAMENTO SOBRE EL MANEJO DE BATERÍAS DE PLOMO -ÁCIDO USADAS", que es un proyecto de Reglamento, que se sustenta en los mandatos establecidos en la Ley N° 27314, Ley General de residuos Sólidos y en la necesidad de regular el manejo de las baterías usadas, por dos razones fundamentales: por un lado, la peligrosidad de sus componentes y los riesgos que pueden generarse por

(15): OJEDA BURBANO, EDUARDO ORLANDO. 2002.

(22): Unión Temporal OCADE LTDA. (Colombia), Saniplan (RJ. – Brasil), Ambiental S.A. (Argentina).





una inadecuada manipulación, cuando termina su vida útil; y por otro lado, pueden ser reprocesados casi integralmente, reduciendo el uso de materia prima virgen, evitando la contaminación ambiental; y, generando una mayor rentabilidad para la industria. El Reglamento establece criterios técnicos de manejo de las baterías usadas y confiere un rol fiscalizador y sancionador, claramente determinado al Ministerio de la Producción, en lo relativo a la fabricación de baterías de ácido Plomo y a las operaciones de reciclaje de las baterías usadas una vez acabada su vida útil. Respecto de este último punto, considera lo concerniente a la supervisión de los mandatos establecidos en este Reglamento, para la manipulación, recolección, acopio, transporte y disposición final de las baterías usadas o de sus partes, componentes residuos del procesamiento. Reglamento, presentado por el ministerio de la producción, a través de la Dirección de Medio Ambiente de Industria de la Dirección Nacional de Industria. ⁽²⁰⁾

Cabe mencionar que el presente reglamento, es solo un proyecto presentado por el Ministerio de la Producción en el 2008, al Congreso de la Republica y que hasta la fecha, no ha sido aprobado, por lo tanto el reglamento no sirve como fundamento legal, desde el punto de vista de la obligatoriedad de implementar acciones relacionadas con el manejo de baterías usadas.

FLORES W., CANAHUA H., MAMANI E. – 2004, Presentaron en la ciudad de Arequipa, en el 3º Congreso peruano de Materiales, el proyecto: “Reciclaje de Baterías Usadas de Plomo – Ácido; Para Su Aplicación en la Enseñanza de Química en la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman de Tacna”. Esta investigación se realizó a nivel de laboratorio, en la Facultad de Ciencias, por que las aplicaciones del producto final servirán para la educación, para la enseñanza de química, elaborando electrodos para prácticas de electroquímica, materiales para el laboratorio y soluciones de Ácido Sulfúrico de diferentes concentraciones, con sus guías de prácticas correspondientes, el Plomo puede también ser reutilizado, para producir las baterías, recuperación, cómo alambre de Plomo, para las cuchillas de los fusibles de energía eléctrica, en el comercio para solucionar los problemas de

(20): REPUBLICA DEL PERÚ. MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN. 2008.





materias extrañas existentes en los pilones de las balanzas comerciales, para su calibración, carcasa para maceteros y cómo baño María para laboratorios de química.

Con los beneficios que arroja este residuo, la Universidad comprará menos reactivos y materiales para los laboratorios. En el comercio, porque en la calibración de balanzas adulteradas, se utilizará Plomo reciclado cuyo costo es menor. En la industria se podrá tener materia prima para fusibles de luz, la carcasa cómo maceteros para las personas de economía baja y otros beneficios en la aplicación de las diferentes actividades.

Es la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman, cómo ente académico la que instruirá a los recicladores, sobre el manipuleo que deba dar y prevenir la contaminación ambiental debido al Plomo y Ácido Sulfúrico, y la acción de reciclaje se realizará a nivel de un centro de acopio pudiendo ser la Universidad Nacional. Por que en el comercio, se calibraran las balanzas comerciales y no existirá adulteración en el peso de la venta de los productos en los mercados, beneficiando a los comerciantes y a la población, y otras que se investigaron en el desarrollo del proyecto. ⁽⁹⁾

CONAMA 2002. Realizó estudios y parte de su principio “En surco la basura sirve”, en ella se propone la Gestión de residuos Sólidos en Santiago de Surco, la que consiste en un servicio especial de recojo de los residuos segregados, los cuales son depositados en bolsas naranjas por los vecinos, las mismas que son recogidas por los camiones recolectores a una hora establecida y llevadas a un centro de transferencia, este proceso va acompañado de algunos centros de recolección, conformados por recipientes (comúnmente llamados “tachos”), su fin es el reciclaje. ⁽⁶⁾

(9): FLORES W., CANAHUA H., MAMANI E. 2004.

(6): CONAMA 2002.





3.1.3. Antecedentes Locales.

La Universidad Nacional de la Amazonia Peruana conjuntamente con la Pontificia Universidad Católica del Perú, en el año 2008, realizó el primer Seminario Taller, denominada “Técnicas para el Manejo y Aprovechamiento de residuos Sólidos en la Ciudad de Iquitos”.

Dicho evento, partió de un diagnóstico situacional sobre la generación de residuos municipales urbanos, cuya composición de este residuo constituye material altamente reciclable, y su relación con el crecimiento demográfico de la ciudad de Iquitos y la falta de una educación ambiental.

El propósito del evento, fue diseñar perfiles técnicos, estratégicos orientados al manejo y aprovechamiento de residuos sólidos; todo ello a partir de la necesidad de efectuar el tratamiento de residuos sólidos y tener a personas capacitadas y a la población con suficiente conocimiento para hacer realidad un adecuado manejo y aprovechamiento de residuos sólidos en la ciudad de Iquitos. ⁽²⁴⁾

3.2. Residuos Sólidos.

los residuos sólidos se definen de la siguiente manera:

“Un residuo sólido, es toda sustancia u objeto que, una vez generado por la actividad humana, no se considera útil o se tiene la intención u obligación de deshacerse de él”. ⁽¹³⁾

En el marco de la definición global de residuo, se tiene un sistema que permite clasificar a los residuos de acuerdo a su peligrosidad y en función a ello los residuos pueden ser:

- **Residuos No peligrosos**, aquellos que al manipularse no representan riesgos a la salud y al ambiente. Por ejemplo: Papel y cartón, plásticos, telas, maderas, etc.

⁽²⁴⁾: UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU. 2008.

⁽¹³⁾: Ley General de residuos Sólidos, Ley N° 27314





- **Residuos Peligrosos**, aquellos que por sus características intrínsecas representan riesgos a la salud y al ambiente. Por ejemplo: latas de aerosoles, productos de limpieza de pisos, detergentes, desinfectantes, pinturas, baterías y ácidos, etc.

3.3. Residuos Peligrosos.

“Los residuos peligrosos, son elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, al finalizar su vida útil adquieren la condición de residuos o desechos y que independientemente de su estado físico, representan un riesgo para la salud o el ambiente, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas”. ⁽¹⁾

los residuos peligrosos, pueden generarse en las diversas actividades humanas, inclusive en el hogar, siendo los más diversos y que se generan en mayor volumen los residuos químicos peligrosos.

En el caso de los residuos químicos peligrosos, son los establecimientos industriales, comerciales y de servicios los que generan los mayores volúmenes al desechar productos de consumo que contienen materiales peligrosos, al eliminar envases contaminados con ellos, al desperdiciar materiales peligrosos que se usan como insumos de procesos productivos o al generar subproductos o desechos peligrosos no deseados en dichos procesos.

Asimismo, los residuos biológico-infecciosos, se generan en mayor cantidad, fuera de los establecimientos médicos o laboratorios, por el gran número de desechos contaminados que se genera por el tratamiento médico al que someten a los individuos infectados o enfermos en sus hogares o en donde abandonen materiales que hayan entrado en contacto con su sangre (o esputo en el caso de individuos tuberculosos).

(1): AGENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL DE LOS ESTADOS UNIDOS, EPA.





Se hace esencial el conocimiento acerca de la peligrosidad y riesgo en el manejo de los residuos peligrosos de toda índole. Así cómo saber qué medidas de protección se pueden adoptar para prevenir o reducir dicho riesgo. ⁽⁸⁾

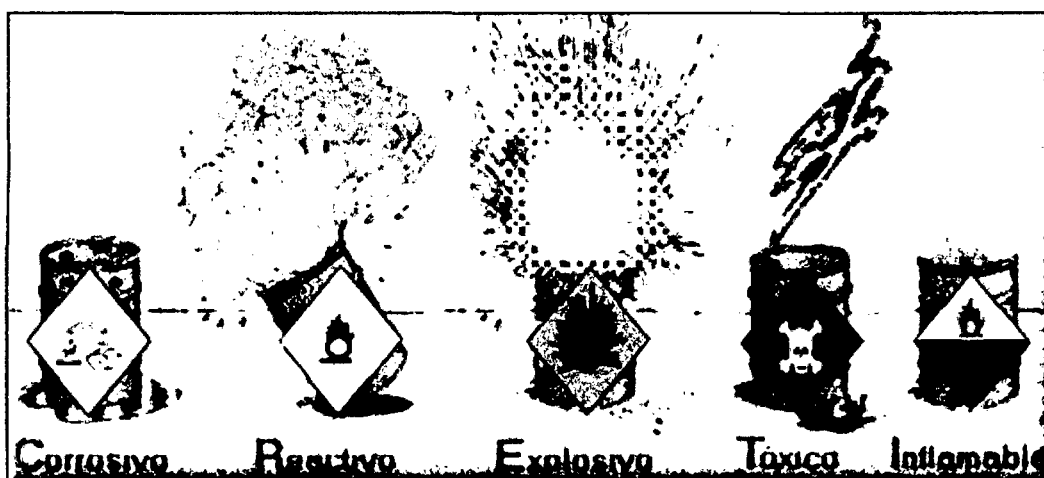


Figura 3.1.: Características de Peligrosidad de los residuos

3.4. Residuo Peligroso, Clasificación en el Perú.

El Reglamento de la Ley General de residuos Sólidos (D.S. N° 057-2004/PCM), establece en el Art.27, pautas para calificar a un residuo, cómo peligroso:

- a. La calificación de residuo peligroso, se realizará de acuerdo a los Anexos 4 y 5 del presente reglamento. El Ministerio de Salud, en coordinación con el sector competente, y mediante resolución ministerial, puede declarar cómo peligroso, a otros residuos, cuando presenten alguna de las características establecidas en el artículo 22, de la Ley o en el Anexo 6, de este Reglamento, o en su defecto, declararlo no peligroso, cuando el residuo no represente mayor riesgo, para la salud y el ambiente.
- b. La Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), establecerá los criterios, metodologías y guías técnicas para la clasificación de los residuos peligrosos, cuando no esté determinado en la norma indicada en el numeral anterior.

(8): DIRECCION GENERAL DE SALUD AMBIENTAL. 2006.



c. También, son residuos peligrosos; los lodos de los sistemas de tratamiento de agua para consumo humano o de aguas residuales; u otros que tengan las condiciones establecidas en el artículo anterior, salvo que el generador demuestre lo contrario con los respectivos estudios técnicos que lo sustenten. ⁽¹⁷⁾

3.5. El Sistema De Gestión De los residuos Sólidos En El Perú.

3.5.1. La gestión de residuos sólidos municipales en el Perú.

La Ley General de residuos Sólidos (Ley N° 27314), distingue tres horizontes de conducción en la gerencia de los residuos sólidos municipales: la concertación de políticas en los diferentes ámbitos de gobierno, la planificación de la gestión a lo largo del ciclo de los residuos sólidos, y el nivel operativo de aplicación de técnicas en cada etapa del ciclo de los residuos municipales.

Así, la gestión de residuos sólidos, se define como “toda actividad técnica administrativa de planificación, coordinación, concertación, diseño, aplicación y evaluación de políticas, estrategias, planes y programas de acción de manejo apropiado de los residuos sólidos de ámbito nacional, regional y local”.

Un segundo nivel está referido al Manejo Integral de residuos Sólidos, entendido como “un conjunto de acciones normativas, financieras y de planeamiento que se aplican a todas las etapas del manejo de residuos sólidos, desde su generación, basándose en criterios sanitarios ambientales y de viabilidad técnica y económica para la reducción en la fuente, el aprovechamiento, tratamiento y la disposición final de los residuos sólidos”

En el plan operativo, el Manejo Integral de los Residuos Sólidos, comprende “toda actividad técnica operativa de residuos sólidos que involucre manipuleo, acondicionamiento, transporte, transferencia, tratamiento, disposición final o cualquier otro procedimiento técnico operativo utilizado desde la generación hasta la disposición final”.

(17): Reglamento de la Ley General de residuos Sólidos, D.S. N° 057-2004/PCM.





Los lineamientos de política, para la gestión y manejo de los residuos sólidos en el Perú:

- Desarrollar acciones de educación y capacitación para una gestión de los residuos sólidos eficiente, eficaz y sostenible.
- Adoptar medidas de minimización de residuos sólidos, a través de la máxima reducción de sus volúmenes de generación y características de peligrosidad.
- Establecer un sistema de responsabilidad compartida y de manejo integral de los residuos sólidos, desde la generación hasta su disposición final, a fin de evitar situaciones de riesgo e impactos negativos a la salud humana y el ambiente, sin perjuicio de las medidas técnicamente necesarias para el mejor manejo de los residuos sólidos peligrosos.
- Adoptar medidas, para que la contabilidad de las entidades que generan o manejan residuos sólidos, refleje adecuadamente el costo real total de la prevención, control, fiscalización, recuperación y compensación que se derive del manejo de residuos sólidos.
- Desarrollar, usar tecnologías, métodos, prácticas, procesos de producción y comercialización, que favorezcan la minimización o reaprovechamiento de los residuos sólidos y su manejo adecuado.
- Fomentar el reaprovechamiento de los residuos sólidos y la adopción complementaria de prácticas de tratamiento y adecuada disposición final.
- Promover el manejo selectivo de los residuos sólidos y admitir su manejo conjunto, cuando no se generen riesgos sanitarios o ambientales significativos.
- Establecer acciones orientadas a recuperar las áreas degradadas por la descarga inapropiada e incontrolada de los residuos sólidos.





- Promover la iniciativa y participación activa de la población, la sociedad civil organizada, y el sector privado en el manejo de los residuos sólidos.
- Fomentar la formalización de las personas o entidades que intervienen en el manejo de los residuos sólidos.
- Armonizar las políticas de ordenamiento territorial y las de gestión de residuos sólidos, con el objeto de favorecer su manejo adecuado; así como, la identificación de áreas apropiadas, para la localización de instalaciones de tratamiento, transferencia y disposición final.
- Fomentar la generación, sistematización y difusión de información para la toma de decisiones y el mejoramiento del manejo de los residuos sólidos.
- Definir planes, programas, estrategias y acciones transectoriales para la gestión de residuos sólidos, conjugando las variables económicas, sociales, culturales, técnicas, sanitarias y ambientales.
- Priorizar la prestación privada de los servicios de residuos sólidos, bajo criterios empresariales y de sostenibilidad.
- Asegurar que las tasas o tarifas que se cobren por la prestación de servicios de residuos sólidos se fijan en función de su costo real, calidad y eficiencia.
- Establecer acciones destinadas a evitar la contaminación del medio acuático, eliminando el arrojo de residuos sólidos en cuerpos o cursos de agua.

El manejo de residuos sólidos realizado por toda persona natural o jurídica deberá ser sanitaria y ambientalmente adecuado, con sujeción a los principios de prevención de impactos negativos y protección de la salud. Así como, a los Lineamientos de Política establecidos en la Ley General de residuos Sólidos. ⁽¹³⁾

(13): Ley General de residuos Sólidos, Ley N° 27314





3.5.2. Marco legal.

3.5.2.1. Legislación Ambiental Peruana.

- Constitución Política del Perú. **(1993)**
- Ley N° 28611, Ley General del Ambiente. **(15 de octubre de 2005).**
- Decreto Legislativo N° 1055, Decreto Legislativo que modifica la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente. **(27 de junio de 2008).**
- Decreto Legislativo N° 1013, Ley de creación, organización y funciones del Ministerio del Ambiente. **(14 de mayo de 2008).**
- Decreto Legislativo N° 1039, Decreto Legislativo que modifica disposiciones del Decreto Legislativo N° 1013. **(26 de junio de 2008).**
- Ley N° 28245, Ley marco del sistema nacional de gestión ambiental. **(04 de junio de 2004).**
- Decreto Supremo N° 008-2005-PCM, Reglamento de la Ley N° 28245. Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental. **(28 de enero de 2005).**
- Ley N° 26793, Ley de creación del Fondo Nacional del Ambiente. **(22 de mayo de 1997).**

3.5.2.2. Residuos Sólidos

- Ley N° 27314 - Ley General de residuos Sólidos. **(20 de julio de 2000).**
- Decreto Legislativo N° 1065 - Decreto que modifica la Ley N° 27314 - Ley General de residuos Sólidos. **(28 de junio de 2008).**
- Decreto Supremo N° 057-2004-PCM - Reglamento de la Ley General de residuos Sólidos. **(24 de julio de 2004).**
- Ley N° 29419. Ley que regula la actividad de los recicladores. **(07 de octubre de 2009).**





3.5.2.3. Materiales Peligrosos

- Ley N° 28256 - Ley que regula el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos. **(18 de junio de 2004).**
- Decreto Supremo N° 021-2008-MTC - Aprueban el Reglamento Nacional de Transporte Terrestre de Materiales y residuos Peligrosos. **(10 de junio de 2008).**

3.5.2.4. Normativa Nacional

Las normas ambientales constituyen un instrumento que permite regular la actividad humana, a fin de prevenir, controlar y mitigar los impactos que se pueda ocasionar en el ambiente cómo producto de esta actividad.

La norma marco de todas las entidades competentes en materia ambiental es la **Ley N° 28611, Ley General del Ambiente**. Sistematiza en un solo cuerpo legal, la legislación ambiental del nivel primario y proporciona los principios rectores de la política y gestión ambiental. En tal sentido, la ley aborda de manera general una serie de temas centrales cómo la política nacional del medio ambiente, el sistema nacional de gestión ambiental, los instrumentos de gestión ambiental, el sistema de responsabilidad por daño ambiental, entre otros.

En la gestión de residuos sólidos, **la Ley General del Ambiente**, introduce en su artículo N° 67°, un nuevo e importante avance, al incorporar dentro del concepto de saneamiento básico la gestión y manejo adecuado del agua potable, las aguas fluviales, las aguas subterráneas, el sistema de alcantarillado público, el reuso de aguas servidas, la disposición de excretas y los residuos sólidos, en las zonas urbanas y rurales. Hasta antes de esta norma, el concepto de saneamiento no incluía la gestión de los residuos sólidos. Asimismo, establece cuáles son las autoridades competentes para la adecuada gestión de los residuos sólidos.

Dicha Ley, señala en su artículo 119°, que los Gobiernos Locales, son las entidades responsables de la gestión de los residuos sólidos domésticos, comerciales o que





presenten características similares, en tanto que la gestión de residuos sólidos que tengan diferentes características al doméstico y comercial son de responsabilidad del generador. En tal sentido, si los residuos provienen de los hogares o de los restaurantes, la responsabilidad por su gestión, es de la municipalidad de acuerdo a su jurisdicción. En el caso de que los residuos provengan de una actividad minera, ella sería responsable por su adecuada gestión.

La norma marco de los Gobiernos Locales, **Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades**, regula la organización de los Gobiernos Locales, sus competencias y funciones, los derechos de participación vecinal, entre otros temas. Así, en lo referido a residuos sólidos, al igual que la **Ley General del Ambiente**, señala que las Municipalidades Provinciales tienen cómo función regular y controlar el proceso de disposición final de desechos sólidos en el ámbito de su jurisdicción. Para ello tienen la potestad de administrar y reglamentar directamente o por concesión el servicio de limpieza pública y tratamiento de los residuos sólidos, cuando por razón económica sea más eficiente centralizar el servicio a nivel provincial.

La **Ley Orgánica de Municipalidades**, prescribe, que otra de las funciones de las Municipalidades Distritales, es proveer el servicio de limpieza pública determinando las áreas de acumulación de desechos, rellenos sanitarios y el aprovechamiento industrial de desperdicios.

Tal cómo se aprecia, tanto la Ley General del Ambiente cómo la Ley Orgánica de Municipalidades, establecen que la responsabilidad en la gestión de los residuos sólidos domiciliarios, comerciales, entre otros generados en su jurisdicción, recae principalmente en las municipalidades provinciales y distritales.

La **Ley N° 27314, Ley General de residuos Sólidos y su Reglamento, aprobado por D.S. N° 057-2004-PCM**, precisan los alcances de la regulación.

La Ley General de residuos Sólidos, establece los derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de las entidades estatales, las empresas y la sociedad a fin de asegurar una adecuada gestión y manejo de los residuos sólidos,





priorizando los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales y protección a la salud de la población.

La Ley prescribe la generación y difusión de información por los actores involucrados en el manejo de los residuos sólidos, obligando a los generadores de residuos de ámbito no municipal, a elaborar documentos como la “Declaración de Manejo de Residuos Sólidos” y un Informe Anual por parte del MINISTERIO DEL AMBIENTE, entre otros.

Es importante precisar, que la Ley explica, cómo puede participar la población en el ciclo de gestión de los residuos sólidos, reconociendo derechos y, particularmente, sus obligaciones. Entre los derechos destaca el acceso al servicio de los residuos sólidos, la protección a la salud y el entorno ambiental, así como la participación en el proceso de aprobación de planes, programas y proyectos de manejo de residuos sólidos de ámbito municipal. ⁽¹⁹⁾

En cuanto a las obligaciones, señala:

- El pago oportuno de la prestación de servicios de residuos sólidos recibidos y de las multas y demás cargas impuestas por la comisión de infracciones.
- Cumplir con las disposiciones, normas y recomendaciones técnicas difundidas por la empresa prestadora de servicios o las autoridades competentes.
- Almacenar los residuos sólidos con sujeción a las normas sanitarias y ambientales, para evitar daños a terceros y facilitar su recolección.
- Poner en conocimiento de las autoridades competentes las infracciones que se hubieran cometido contra la normatividad de residuos sólidos.

(19): REPUBLICA DEL PERU, DEFENSORIA DEL PUEBLO.





En forma detallada, el **D.S. N° 057-2004-PCM, Reglamento de la Ley General de residuos Sólidos**, profundiza los aspectos técnicos, las responsabilidades de los diferentes actores involucrados en el ciclo de gestión de los residuos sólidos, la fiscalización y la participación ciudadana, entre otros.

A continuación se identifican algunos aspectos importantes:

- La segregación de los residuos sólidos, sólo es permitida en la fuente de generación o en la instalación de tratamiento operada por una empresa prestadora de servicios de residuos sólidos o una municipalidad, en tanto ésta sea una operación autorizada, o respecto de una empresa comercializadora de residuos sólidos, cuando se encuentre prevista la operación básica de acondicionamiento de los residuos previa a su comercialización.
- Está prohibida la quema artesanal e improvisada de residuos sólidos.
- Está prohibido el abandono, vertido o disposición de residuos en lugares no autorizados por la autoridad competente o en los establecidos por la Ley.
- Los lugares inadecuados de disposición final de residuos sólidos, identificados como botaderos, deberán ser clausurados.
- Está prohibida la alimentación de animales con residuos orgánicos que no hayan recibido previamente el tratamiento establecido en las normas.

El Reglamento, especifica los aspectos técnicos de cada fase del ciclo de gestión de los residuos sólidos de ámbito municipal y no municipal. En la fase de minimización de los residuos sólidos no municipales, precisa que los generadores deben contar con planes de minimización, que forman parte de los instrumentos de gestión ambiental, como los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) y el Plan de Manejo Ambiental (PMA). Para la fase de tratamiento, menciona que la incineración debe ser considerada como la última alternativa a seleccionar en caso de que se presenten diferentes tecnologías con impactos ambientales similares.





El Reglamento, complementa lo establecido por la Ley General de residuos Sólidos, en el tema de información y participación ciudadana. En ese sentido, especifica el contenido y los plazos de la información que deben presentar los generadores de los residuos sólidos no municipales y las empresas prestadoras de servicios ante las autoridades competentes. De igual manera, obliga a las autoridades sectoriales y a las municipalidades a poner a disposición del público la información obtenida y remitirla al **Ministerio del Ambiente (MINAM)**, mediante informes anuales. En esa línea, los contratos que las municipalidades suscriban con las empresas prestadoras de servicios o las empresas comercializadoras de residuos sólidos deben ser difundidos a la opinión pública y obtener la categoría de dominio público. Adicionalmente, el **MINAM**, deberá sistematizar, procesar y consolidar la información proporcionada a fin de incorporarla en el Informe Nacional sobre el Estado del Ambiente en el Perú.

La **Ley N° 29090, Ley de la Mancomunidad Municipal**, incentiva la ejecución conjunta de la gestión de los residuos sólidos, entre municipalidades estableciendo el marco para la asociatividad municipal mediante acuerdos voluntarios entre municipalidades para la prestación conjunta de servicios y ejecución de obras, promoviendo el desarrollo local, la participación de los ciudadanos, así como la mejora de la calidad de los servicios.

El **Decreto Legislativo N° 776, Ley de Tributación Municipal**, que establece los tipos de impuestos, contribuciones y tasas que son percibidos por las municipalidades como fuente de ingreso. En lo que respecta a la gestión de los residuos sólidos, la Ley regula y desarrolla las tasas por servicios públicos o arbitrios que se pagan por prestación o mantenimiento de un servicio público, por las municipalidades, de acuerdo a la Ley Orgánica de Municipalidades.

En ese sentido, la Ley establece que las tasas por servicios públicos o arbitrios deben calcularse en función del costo efectivo del servicio. Para ello, la determinación de las obligaciones está basada en el costo que demanda el servicio y su mantenimiento, así como el beneficio individual prestado de manera real y/o potencial. ⁽¹⁹⁾

(19): REPUBLICA DEL PERU, DEFENSORIA DEL PUEBLO.





3.5.2.5. Acuerdos internacionales.

El desarrollo del derecho ambiental, partió del derecho internacional, debido a que las primeras normas ambientales fueron tratados internacionales generados ante la preocupación de diversos países, por los problemas ambientales que suelen tener un alcance transfronterizo o incluso global. Los problemas ambientales que son identificados en el ámbito local, pueden tener efectos que van más allá de la soberanía de los Estados, ya que vivimos en un mundo que es “ecológicamente único” y por ello todo está interrelacionado, lo cual requiere de la actuación conjunta de los Estados.

Uno de los problemas ambientales del ámbito internacional que produjo inicialmente una reacción de preocupación fue el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos. No podemos dejar de reconocer que la exportación e importación de desechos también puede representar una dimensión económica y comercial importante. Por ello se consideró necesaria la regulación de los movimientos transfronterizos de residuos, y nació la Convención de Basilea sobre el control de movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, en el año 1992, la cual fue ratificada por el Perú, mediante la **Resolución Legislativa N° 26234**.

El objetivo del Convenio de Basilea, es la regulación de movimientos transfronterizos y la eliminación de desechos peligrosos y otros desechos, que requieren una consideración especial para evitar que causen un daño a la salud y al medio ambiente.

La Ley General de residuos Sólidos y su Reglamento, desarrollan los procedimientos, medidas y obligaciones para el internamiento (importación y exportación) de los residuos sólidos con sujeción al Convenio de Basilea.

Otro documento internacional, que refleja la preocupación de los Estados, por el incremento de los problemas ambientales, es el “**Programa 21**”, el cual fue





elaborado durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, efectuado en Río de Janeiro, entre el 3 y el 14 de junio de 1992.

El “Programa 21”, es un plan de acción, que señala objetivos para enfrentar los aspectos sociales, culturales, económicos y ambientales con vistas al logro del desarrollo sostenible en el camino hacia el siglo XXI.

Si bien el “Programa 21”, ha sido objeto de algunas críticas por su carácter no vinculante y por la ausencia de un mecanismo de control y aplicación en el tiempo, es un documento importante para la organización y ejecución de una acción internacional para el desarrollo sostenible.

Otra norma internacional, relacionada con el tema de los residuos sólidos, es el **Convenio de Estocolmo**, sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes, ratificado por el Estado Peruano, mediante el **Decreto Supremo N° 067-2005-RE**, del 10 de agosto del 2005. El Convenio de Estocolmo refleja la preocupación de los Estados, por la exposición local de ciertos contaminantes que, en razón de sus propiedades tóxicas y resistentes a la degradación, pueden ocasionar problemas en la salud, en especial a las mujeres y, a través de ellas, a las futuras generaciones. ⁽¹⁹⁾

3.5.3. Marco Institucional

Está basado en la capacidad coordinadora y promotora del MINISTERIO DEL AMBIENTE, la vigilancia y fiscalización de la DIGESA en lo relacionado con la salud y la actuación de los Gobiernos Locales y las autoridades ambientales sectoriales.

Otro eje importante de este sistema, es que los municipios tienen la posibilidad de dar en concesión distintas partes del proceso de limpieza pública a empresas privadas, para su prestación, pudiéndose optar por soluciones de tipo mixto.

(19): REPUBLICA DEL PERU, DEFENSORIA DEL PUEBLO.



3.5.3.1. El Ministerio del Ambiente (MINAM).

El Ministerio del Ambiente, absorbió al otrora Consejo Nacional del Ambiente (CONAM). El CONAM, fue creado por Ley N° 26410 (22 de diciembre de 1994). De acuerdo a lo señalado en la Tercera Disposición Complementaria Final del Decreto Legislativo N° 1013, toda referencia hecha al CONAM o a las competencias, funciones y atribuciones que éste venía ejerciendo, una vez culminado el proceso de fusión, se entenderá cómo efectuada al Ministerio del Ambiente.

3.5.3.1.1. Funciones Principales

Es la última instancia administrativa. Ejerce un rol rector en asuntos relacionados con el ambiente y promueve la adecuada gestión de los residuos sólidos, mediante el Sistema Nacional de Gestión Ambiental, con la aprobación de políticas, planes y programas de gestión transectorial de residuos sólidos, a través de la Comisión Ambiental Transectorial.

Según el Artículo 5 del Reglamento de la Ley N° 27314, aprobado por DS-057-2004-PCM: "El Ministerio del Ambiente (MINAM), es la autoridad competente para coordinar, promover y concertar el adecuado cumplimiento y aplicación de la Ley con las autoridades sectoriales y municipales de acuerdo a las competencias establecidas en la Ley y en sus respectivas normas de organización y funciones".

Son funciones del MINAM las siguientes:

1. Coordinar, promover y concertar el cumplimiento y aplicación de la Ley, con las autoridades sectoriales y municipales de acuerdo a sus competencias y funciones;
2. Promover la aplicación de los Planes Integrales de Gestión Ambiental de residuos Sólidos, en las ciudades del país y la aprobación del Plan Nacional de Gestión Integral de residuos Sólidos;





3. Incluir el análisis de la Gestión y el Manejo de los Residuos Sólidos, en el Informe Nacional, sobre el Estado del Ambiente en el Perú;
4. Incorporar la información referida a la gestión y manejo de los residuos sólidos en el Sistema Nacional de Información Ambiental;
5. Armonizar los criterios de evaluación de impacto ambiental, con los lineamientos de política establecidos en la Ley;
6. Resolver, en última instancia administrativa, los recursos impugnativos interpuestos con relación a conflictos entre resoluciones o actos administrativos emitidos por distintas autoridades, relacionados con el manejo de los residuos sólidos;
7. Resolver, en última instancia administrativa, a pedido de parte, sobre la inaplicación de resoluciones o actos administrativos que contravengan los lineamientos de política y demás disposiciones establecidas en la Ley.

Cómo se aprecia de sus funciones, el MINAM es primordialmente, una entidad de promoción, concertación, planificación y coordinación intersectorial, a fin de lograr un manejo adecuado de los residuos sólidos.

3.5.3.2. Ministerio de Salud. Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA)

El Ministerio de Salud, regula, a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), los aspectos técnicos sanitarios de todo el proceso de manejo de residuos sólidos, su manejo en los centros de atención de salud y los generados en campañas sanitarias. Realiza la evaluación de impacto ambiental de las plantas de transferencia, tratamiento y rellenos sanitarios, declara zonas en emergencia sanitaria por el manejo inadecuado de residuos, mantiene actualizado el Registro de las Empresas Prestadoras de Servicios de saneamiento (EPS) y empresas comercializadoras, vigila su manejo e inspecciona, comunica infracciones, dispone la





eliminación o control del riesgo, y requiere el cumplimiento de la Ley General de residuos Sólidos a la autoridad municipal.

Las Direcciones Regionales de Salud encargadas de la salud ambiental vigilarán el manejo de los residuos en su zona, y aplicarán medidas administrativas y de seguridad en coordinación con la DIGESA cuando exista un riesgo para la salud y el ambiente.

3.5.3.3. Municipalidades provinciales y distritales

La “base ejecutiva” del sistema, está constituida por los municipios distritales y provinciales. Los primeros proveen el servicio de recolección, reciclaje y disposición en rellenos sanitarios. Los municipios provinciales regulan y fiscalizan el proceso de la gestión de los residuos en toda su jurisdicción y son responsables por la gestión de los residuos sólidos de origen domiciliario, comercial y de aquellas actividades que generen residuos similares a éstos en todo el ámbito de su jurisdicción.

3.5.3.3.1. Municipios Distritales

Según la Ley General de los residuos Sólidos, los municipios distritales, son responsables por la prestación de los servicios de recolección y transporte de los residuos sólidos y de la limpieza de vías, espacios y monumentos públicos en su jurisdicción, deben proveer el servicio de limpieza pública determinando las áreas de acumulación de desechos, rellenos sanitarios y el aprovechamiento industrial de desperdicios. Los residuos sólidos, en su totalidad, deben ser conducidos directamente a la planta de tratamiento, transferencia o al lugar de disposición final autorizado por la municipalidad provincial.

3.5.3.3.2. Municipios Provinciales

Por Ley General de los residuos Sólidos, los municipios provinciales, son responsables por la gestión de los residuos sólidos de origen domiciliario, comercial y de aquellas actividades que generen residuos similares a éstos, en todo el ámbito





de su jurisdicción. Regulan y controlan el proceso de disposición final de desechos sólidos, líquidos y vertimientos industriales en el ámbito provincial y tienen opción de intervenir en el sistema de limpieza pública y tratamiento de residuos sólidos, cuando por economías de escala resulte eficiente centralizar provincialmente el servicio.

Son responsables por la gestión de los residuos sólidos de origen domiciliario, comercial y de aquellas actividades que generen residuos similares a éstos en todos los ámbitos de su jurisdicción.

3.5.3.4. Gobiernos Regionales

Entre otras funciones, les corresponde promover y preservar la salud ambiental en la región; así cómo, implementar el sistema regional de gestión ambiental en coordinación con las Comisiones Ambientales Regionales (CAR).

Según el artículo 10° inciso 2b) de la Ley Orgánica de Gobiernos Regionales, Ley N° 27867, la Salud Pública es una de sus competencias compartidas. El artículo 58°, literal f), señala, que una de sus competencias es apoyar técnica y financieramente a los Gobiernos Locales en la prestación de servicios de saneamiento.

El artículo 8° de dicha Ley, establece los principios rectores de las políticas y la gestión regional. El Principio de Sostenibilidad relacionado con la Gestión Ambiental y la Gestión de residuos, plantea que “la gestión regional se caracteriza por la búsqueda del equilibrio intergeneracional en el uso racional de los recursos naturales para lograr los objetivos de desarrollo, la defensa del medio ambiente y la protección de la biodiversidad”.

3.5.3.5. La Contraloría General de la República

La Contraloría General de la República, a través de su Gerencia de Medio Ambiente y Patrimonio Cultural, y dentro del Sistema Nacional de Control, realiza auditorias de la Gestión Ambiental a los municipios provinciales y distritales, orientadas





principalmente a la Gestión de residuos Sólidos. La Contraloría ha establecido que las municipalidades provinciales deben ejercer sus funciones tanto en la capital de la provincia cómo en sus distritos, en tanto que las municipalidades distritales ejercen sus funciones sólo dentro de la jurisdicción”

3.5.4. Análisis del Sistema de Gestión

La gestión de los residuos sólidos municipales, no es solamente un tema municipal. Involucra a los tres niveles de gobierno, empezando por el central. Por tal motivo que la gestión de los residuos sólidos se articula normalmente en un ciclo sistémico, donde diversos actores de los tres niveles de gobierno, tienen responsabilidades, y donde el éxito o fracaso de alguno determina en gran medida el éxito o fracaso de los demás. En el país, este enfoque es relativamente reciente y debemos comenzar por reconocer los esfuerzos estatales por diseñarlo e instaurarlo, entre los cuales tenemos: la aprobación de la Ley General de residuos Sólidos en julio del año 2000, su reglamento en julio del 2004 y el Plan Nacional de Gestión Integral de residuos Sólidos en abril del 2005.

El tratamiento y disposición final de los residuos, responsabilidad del nivel local de gobierno, es la fase que presenta más problemas, ya que 48 de las 55 municipalidades visitadas por la Defensoría del Pueblo reconocieron que no cuentan con relleno sanitario aprobado por la DIGESA, lo cual demuestra que, en el Perú, el 90% de los residuos generados se depositan directamente en el ambiente sin tratamiento previo que neutralice su peligrosidad. ⁽¹⁹⁾

(19): REPUBLICA DEL PERU, DEFENSORIA DEL PUEBLO.





Capítulo 4:

ELECTROQUIMICA DE LAS BATERÍAS ÁCIDO - PLOMO





4. ELECTROQUÍMICA DE LAS BATERÍAS ÁCIDO-PLOMO

4.1. Batería.

Es un dispositivo electroquímico, el cual almacena energía en forma química. Cuando se conecta a un circuito eléctrico, la energía química se transforma en energía eléctrica. Todas las baterías son similares en su construcción y están compuestas por un número de celdas electroquímicas. Cada una de estas celdas, están compuestas de un electrodo positivo y otro negativo además de un separador. Cuando la batería se está descargando, un cambio electroquímico se está produciendo entre los diferentes materiales en los dos electrodos. Los electrones son transportados entre el electrodo positivo y negativo vía un circuito externo (bombillas, motores de arranque etc.). ⁽¹¹⁾

4.2. Ácido - Plomo.

4.2.1. Plomo.

Metal pesado del grupo IV de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos. Pertenece al grupo A de los elementos representativos. Su Número Atómico es 82 y su Masa Atómica 207,22. En sus compuestos se presenta con Valencia 2 y 4. Su Símbolo (Pb), se deriva de su nombre latino, Plumbum.

De los elementos metálicos que ocasionan daño a la salud, el Plomo es de los principales. Este metal es generador de riqueza económica tanto en la actividad minera como industrial. El Plomo es un metal que se encuentra en forma natural en la corteza terrestre, de un modo relativamente abundante, en un promedio de 16 mg/kg. Fue uno de los primeros metales extraídos por el hombre a partir de la Galena, la Cerusita y la Anglesita; por sus propiedades físicas le permiten formarse y moldearse fácilmente es empleado en muchas aplicaciones. ⁽¹²⁾

(11): GONZÁLEZ FRANCISCO. 2001.

(12): LACASAÑA NAVARRO M, ROMIEU I. SANIN AGUIRRE L.H. 1996.





4.2.2. Ácido Sulfúrico.

El Ácido Sulfúrico, de fórmula H_2SO_4 , a temperatura ambiente, es líquido corrosivo, incoloro, inodoro de olor picante y de gran viscosidad. El ácido concentrado destruye la piel y los tejidos, y puede causar ceguera si se introduce en los ojos. El mejor tratamiento en caso de accidente es eliminar el ácido con mucha agua. A pesar del peligro potencial, si se maneja con cuidado, el Ácido Sulfúrico, ha sido muy importante comercialmente durante muchos años. Los antiguos alquimistas, lo preparaban en grandes cantidades calentando sulfatos existentes en la naturaleza a altas temperaturas y disolviendo en agua el trióxido de azufre obtenido de esta forma. En el siglo XV, aproximadamente, se desarrolló un método para obtener el Ácido, destilando Sulfato Ferroso hidratado (o Vitriolo de Hierro) con arena. En 1740, empezó a producirse el ácido a escala comercial quemando Azufre y Nitrato de Potasio, en un caldero suspendido en un gran globo de cristal, cubierto parcialmente de agua. ⁽¹¹⁾

(11): GONZÁLEZ FRANCISCO. 2001.





4.3. Características Técnicas de las Baterías de Plomo – Ácido.

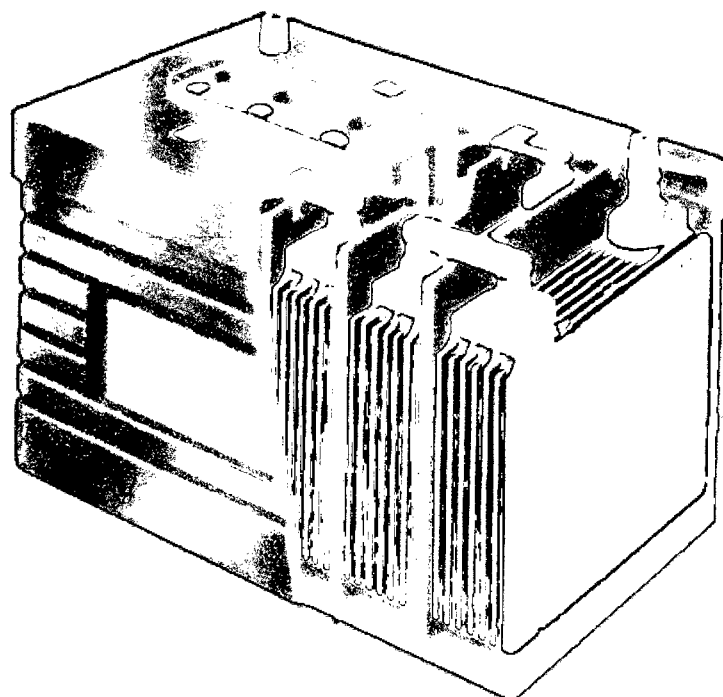


Figura 4.1.: Bateria Ácido - Plomo

4.3.1. Bateria de Plomo Ácido

Las primeras baterías de Plomo – Ácido (acumuladores de Plomo), fueron fabricadas a mediados del siglo XIX, por Gastón Planté. Hoy en día, todavía son uno de los tipos de baterías más comunes. Se descubrió que cuando el material de Plomo se sumergía en una solución de Ácido Sulfúrico se producía un voltaje eléctrico el cual podía ser recargado.

Este tipo de baterías, es único en cuanto que utiliza el Plomo, material relativamente barato, tanto para la placa positiva cómo para la negativa.

El material activo de la placa positiva, es Óxido de Plomo (PbO_2) y el de la placa negativa es Plomo puro esponjoso y el electrolito está disuelto en (H_2SO_4).





4.3.2. Tipos de Baterías de Plomo Ácido.

Los acumuladores de Plomo tienen numerosas aplicaciones que pueden emplear diferentes voltajes, tamaños y pesos, y abarcan desde los acumuladores a prueba de interrupción de 2 kg, hasta los acumuladores industriales, cuyo peso puede superar los 2 000 kg.

a) **De automóviles:** los utilizados como principal fuente de energía, para el arranque, la iluminación y la ignición (acumuladores AII), para vehículos, tales como automóviles, camiones, tractores, motocicletas, embarcaciones, aeronaves, etc;

b) **Genéricos:** los utilizados en herramientas y equipo portátiles, sistemas de alarma doméstica, luces de emergencia, etc;

c) **Industriales:** acumuladores para aplicaciones estacionarias, como telecomunicaciones, usinas eléctricas, fuentes de electricidad ininterrumpida o sin paradas, nivelación de cargas, sistemas de alarma y seguridad, uso industrial general y arranque de motores diesel;

d) **Motores:** acumuladores utilizados para transportar cargas o personas: camionetas montacargas de horquilla, carritos de golf, transporte de equipajes en aeropuertos, sillas de ruedas, automóviles eléctricos, autobuses, etc;

e) **Especiales:** Acumuladores utilizados en aplicaciones científicas, médicas o militares específicas y los integrados en circuitos eléctricos-electrónicos. ⁽⁷⁾

(7): CONVENIO DE BASILEA.



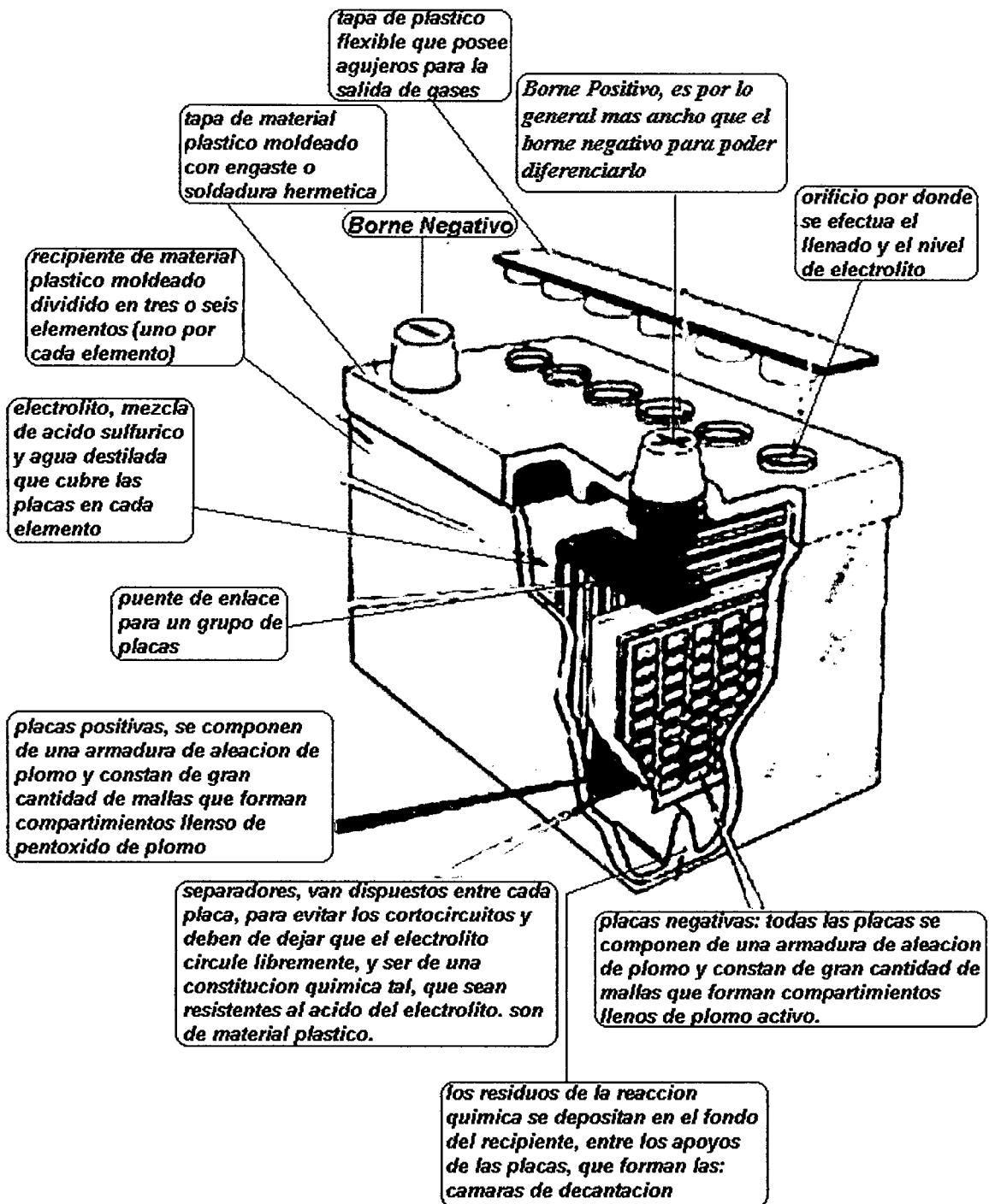


Figura 4.2.: Composición de una Batería de Ácido - Plomo





4.3.3. Descripción de la Batería de Plomo – Ácido.

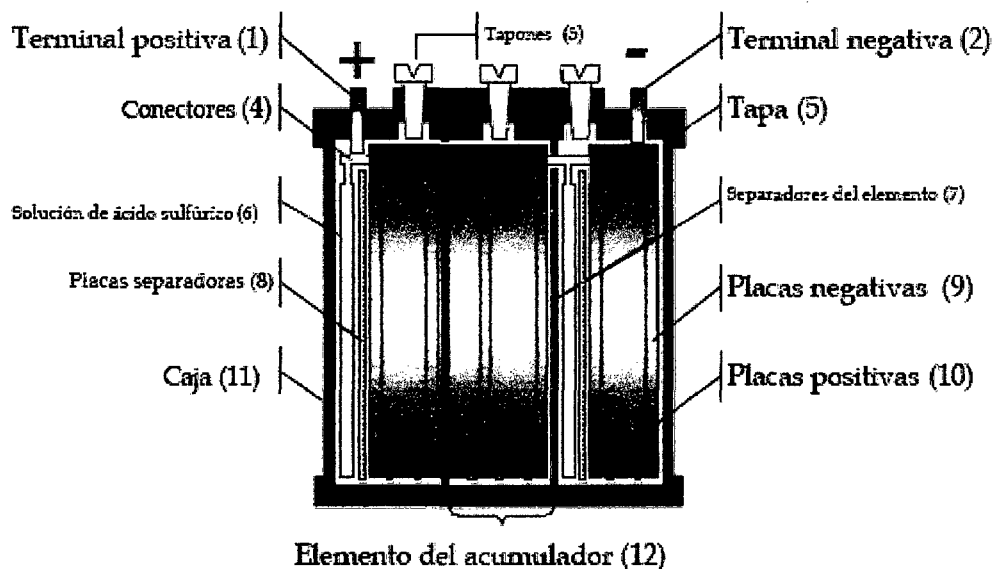


Figura 4.3.: Descripción de una Batería Ácido - Plomo

- a) **Terminales positiva (1) y negativa (2):** Están hechas de Plomo y es el lugar en que se conectan los dispositivos de consumo de electricidad externa;
- b) **Tapones (3):** Uno por cada elemento del acumulador, en que se puede reemplazar el agua destilada/desionizada siempre que sea necesario. También constituyen una vía de escape para los gases que puedan formarse en las celdas;
- c) **Conectores (4):** Están hechos de Plomo, que efectúa el contacto eléctrico entre placas de igual polaridad y también entre elementos separados;
- d) **Tapa (5) y caja (11):** Originalmente se fabricaban de ebonita, en la actualidad son de polipropileno o de un copolímero;
- e) **Solución de Ácido Sulfúrico (6):** Es el electrolito del acumulador;
- f) **Separadores de elementos (7):** Generalmente forman parte de la caja y están hechos del mismo material; proporcionan aislamiento químico y eléctrico entre los elementos. Se conectan en serie a fin de aumentar el voltaje final del acumulador;





- g) **Separadores de placas (8):** Están hechos de PVC u otro material poroso; evitan el contacto físico entre dos placas contiguas, pero al mismo tiempo permiten el libre desplazamiento de los iones en la solución del electrolito;
- h) **Placas negativas (9):** Están constituidas por una rejilla de Plomo metálico recubierta por una pasta de Dióxido de Plomo (PbO_2);
- i) **Placas positivas (10):** Están constituidas por placas de Plomo metálico;
- j) **Elemento del acumulador (12):** Es una serie de placas negativas y positivas, colocadas consecutivamente y aisladas entre sí, por separadores de placas. Las placas de igual polaridad están conectadas eléctricamente.

Las placas del acumulador son estructuras de Plomo metálico, conocidas como rejillas, recubiertas por una pasta de Dióxido de Plomo, en el caso de las placas negativas, o por una pasta porosa de Plomo metálico, en el caso de las placas positivas.

Un elemento estándar del acumulador tiene entre 13 y 15 placas y puede producir 2 voltios de gran amperaje. A continuación se conectan los elementos en serie mediante un conector hecho de una aleación de Plomo y antimonio para producir un mayor voltaje. Cuanto mayor es el voltaje tanto mayor será el número de elementos conectados: un acumulador estándar de automóvil tiene seis elementos en serie que producen ($2\text{ V} \times 6\text{ elementos}$) 12 V.

Por último, se ensambla el acumulador y se le añade el electrolito. Luego se sella la tapa, se inspecciona el producto para comprobar su hermeticidad, tras lo cual recibe su primera carga. ⁽⁷⁾

(7): CONVENIO DE BASILEA.



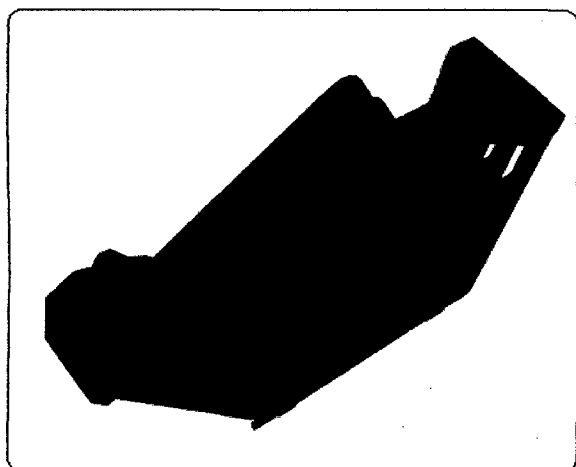


Figura 4.4.: Rejillas de la Batería

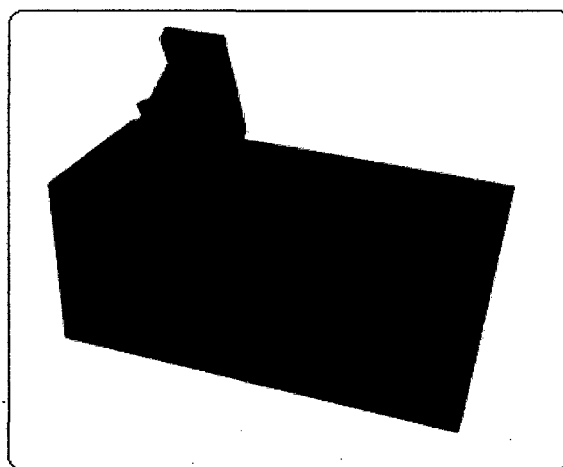


Figura 4.5.: Ubicación de las Rejillas en la batería

Notar cómo siempre las placas positivas (las rojas) son una menos que las negativas que son color Plomo. Es decir las positivas se introducen dentro de las negativas. Los separadores acomodan su cara plana contra las positivas provocando abundante presencia de solución contra las negativas. El dibujo muestra las rejillas "huecas" las cuales son de Plomo antimoniato. De hecho así son cuando salen de la matriz y luego se las empasta con una mezcla de óxido de Plomo Ácido Sulfúrico y otros componentes para hacerlas esponjosas, permeables, dúctiles y flexibles y evitar así que las rejillas de corten y quiebren.

4.3.4. Ciclo De Vida De La Batería De Plomo.

A lo largo del ciclo de vida de la batería de Plomo, descrito en la figura 4.6, pueden distinguirse varias etapas:

- Obtención de materias primas: en esta etapa se produce el Plomo refinado, las aleaciones de Plomo y los Óxidos de Plomo, necesarios para la fabricación de baterías. Esta producción se lleva a cabo en las fundiciones.
- Fabricación de baterías de Plomo: en las fábricas de baterías se ensamblan las diferentes piezas y se introducen los materiales activos (Óxido de Plomo y Ácido Sulfúrico) de tal manera que las baterías están listas para su uso.





- Distribución de baterías de Plomo: de las fábricas, las baterías se transportan a minoristas y talleres, donde los usuarios podrán obtener un recambio para su batería usada. También se distribuye buena parte de las baterías fabricadas a los mayoristas de automóviles, que las adaptan a sus nuevos vehículos.
- Uso: las baterías de Plomo proporcionan energía eléctrica a todo tipo de vehículos durante tres o cuatro años y no requieren mantenimiento.
- Gestión de baterías usadas y de vehículos fuera de uso: una vez finalizada su vida útil, las baterías usadas pueden seguir varios caminos, en función de la estructura vigente en cada zona geográfica. En algunos países se dispone de puntos de recogida específicos para baterías de Plomo, pero en la mayoría de casos las baterías de Plomo, fuera de uso, se depositan en talleres. A continuación se llevan a almacenes autorizados de residuos o a desguaces, desde los que “regresan” a las fundiciones secundarias. ⁽³⁾

(3): BAÑERES SORINAS, MANUEL. 2003.





La figura ilustra esquemáticamente el ciclo de vida de la batería de Plomo.

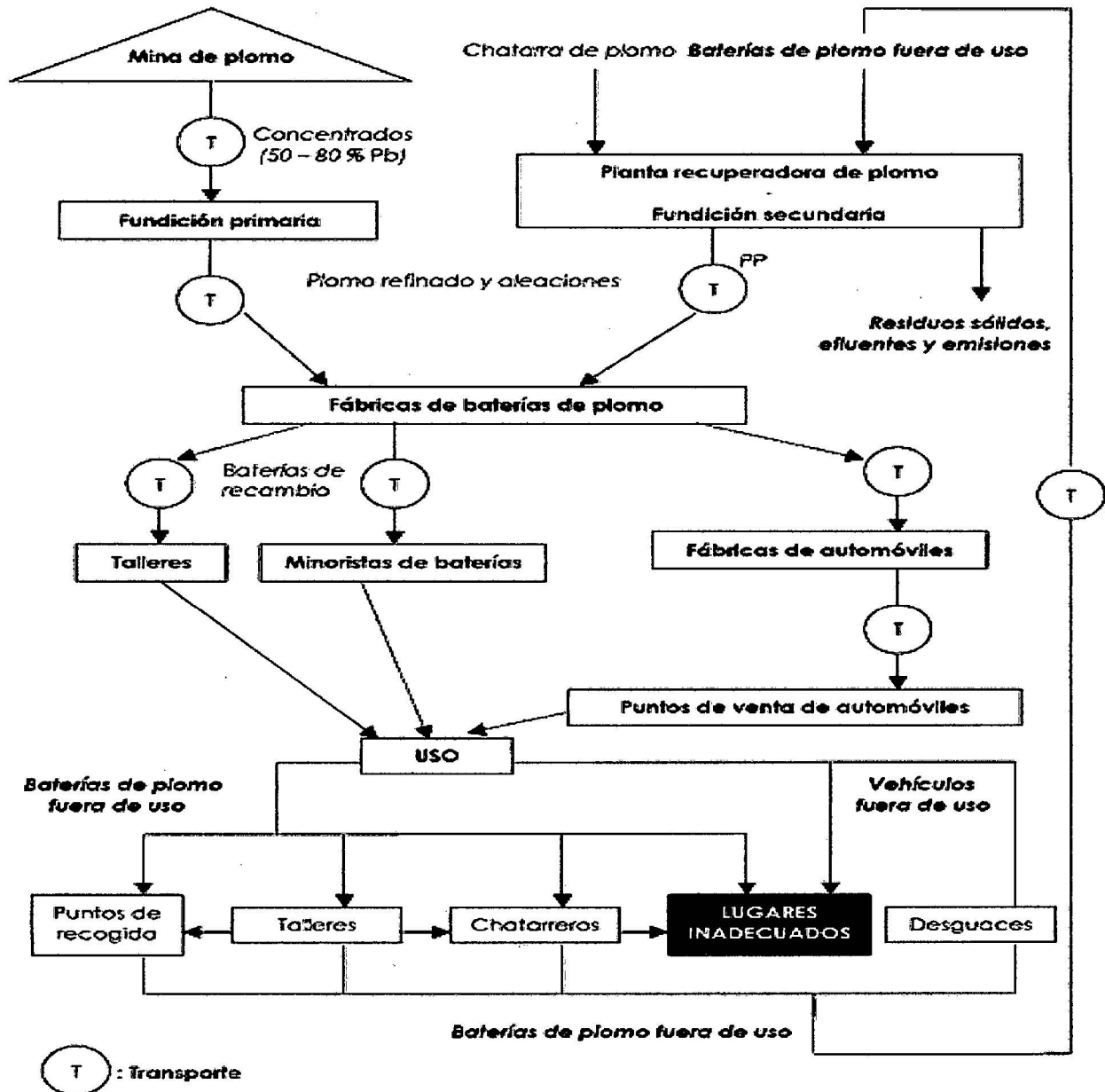


Figura 4.6.: Diagrama de Ciclo de Vida de la Batería de Plomo





4.3.5. Vida útil de la batería Plomo – Ácido.

En servicio, corresponde al período de tiempo o al número de ciclos de carga/descarga, que la batería puede soportar, hasta que su capacidad sea insuficiente para cubrir las necesidades, para las que fue diseñada.

Se considera, que una batería llega al fin de su vida útil, cuando no puede entregar el 80% de su capacidad nominal.

La vida de una batería, varía considerablemente en función de factores tales como la composición de las placas; modo de empleo de la misma y profundidad de las descargas, y mantenimiento. La batería de automóvil, puede durar hasta seis años, no obstante, en la práctica, sólo el 30% del total, llegan a ese límite; el 70% restante, debe ser reemplazado, luego de 6 a 48 meses de uso.

4.3.6. Almacenamiento de la Batería Plomo – Ácido.

Deben almacenarse en posición vertical, en un lugar ventilado, seco y libre de polvo, lejos de fuentes de calor tales como estufas, hornos o radiadores.

La temperatura, es el factor que más influye en el proceso de autodescarga de una batería.

Las baterías se deben cargar, completamente antes de almacenarlas para prevenir la sulfatación, debido a la autodescarga y extender su vida útil. Las baterías cargadas secas pueden mantener su carga hasta dos años y sólo deben activarse cuando estén listas para ser puestas en servicio. Por otro lado, el tiempo de almacenaje, que permite una batería de libre mantenimiento será mayor que el de las baterías de bajo mantenimiento. ⁽³⁾

4.3.7. Funcionamiento de Las Baterías.

La batería de Plomo, fundamenta su funcionamiento en los fenómenos químicos de la electrólisis. Las placas de una batería nueva, están formadas por rejillas metálicas en cuyos huecos hay Óxido de Plomo (PbO (s)) prensado.

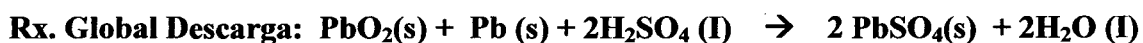
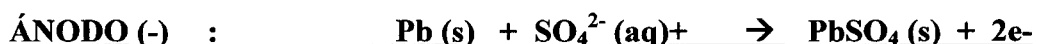
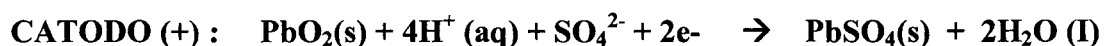
(3): BAÑERES SORINAS, MANUEL. 2003.





Si se aplica una corriente eléctrica a las placas con Óxido de Plomo, sumergidas en el electrolito, formado por Ácido Sulfúrico y agua destilada, debido a la ionización del electrolito, circula de una placa a otra una corriente eléctrica. Al final del proceso, en una placa, no habrá más que Plomo esponjoso (Pb (s)) y en la otra, Dióxido de Plomo (PbO₂ (s)).

En esta situación, puede comenzar un primer proceso de descarga de la batería de Plomo. Si con el acumulador en estas condiciones, unimos las dos placas, por mediación de una lámpara, se producirá una corriente eléctrica, que irá desde la placa positiva de Dióxido de Plomo, el cátodo, a la negativa de Plomo esponjoso, el ánodo, a través de la lámpara, regresando por el electrolito a la placa de Dióxido de Plomo. El paso de corriente a través del electrolito provoca que los cationes (H⁺ (aq)) de éste se unan al Oxígeno del Dióxido de Plomo para formar agua (H₂O (l)). Los iones sulfato (SO₄²⁻) quedan libres y, a continuación, reaccionan con el Plomo de ambas placas para formar sulfato de Plomo (PbSO₄ (s)). Al cabo de cierto tiempo, las dos placas estarán cubiertas por el mismo compuesto, PbSO₄ (s), por lo que al tener la misma tensión de disolución, deja de haber diferencia de potencial entre ellas y cesa la corriente. Se dice entonces que la batería de Plomo se ha descargado por completo.



Ambas semirreacciones producen iones Pb²⁺ (aq) debido a la oxidación del Plomo esponjoso Pb (s)), en el ánodo, y a la reducción del ión Pb⁴⁺ (aq) del Dióxido de Plomo (PbO₂ (s)) en el cátodo. Estos iones se unen a los aniones sulfato (SO₄²⁻ (aq)), precipitando la sal PbSO₄ (s), que es muy poco soluble. El potencial de la reacción global es ligeramente superior a 2 V, lo que explica que entre los seis acumuladores de una batería de Plomo se obtenga una tensión de trabajo de 12 V.



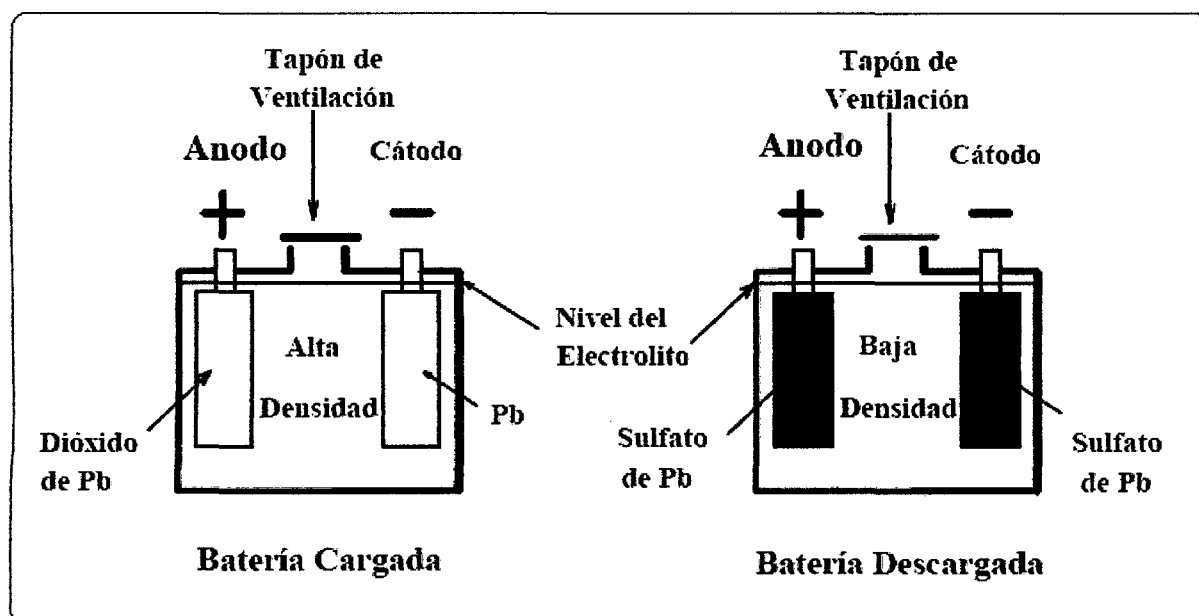
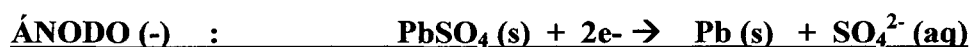
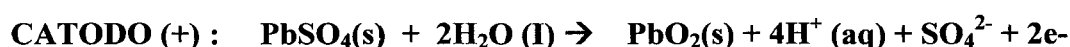


Figura 4.7.: Ilustración de los estados de carga de la batería

Para cargar el acumulador se hace pasar una corriente eléctrica en sentido contrario al de la descarga, con lo que vuelven a formarse el Plomo esponjoso y el Dióxido de Plomo en las placas. Por tanto, aparece nuevamente entre ambas diferencia de potencial. ⁽³⁾

Las reacciones químicas de la carga son exactamente las inversas a las de la descarga, siendo:



4.3.8. Mantenimiento de las Baterías Plomo – Ácido.

Las rutinas de mantenimiento para las baterías, varían ampliamente dependiendo del tipo de batería y su uso. Una batería estacionaria de una subestación de transformación no requerirá mantenimiento por varios meses; por el contrario, una batería de tracción de una grúa horquilla para una establecimiento industrial deberá tener un mantenimiento frecuente.

(3): BAÑERES SORINAS, MANUEL. 2003.





Para tener las baterías a su máxima capacidad durante toda su vida útil, éstas requieren de un mantenimiento continuo que comprende mediciones de voltaje, densidad y temperatura, y pruebas de descarga, realizadas según las frecuencias recomendadas por proveedores o fabricantes.

Cuando se realicen tales verificaciones, se deberá además:

- Comprobar que no hay daños en la caja o fugas de electrolito. Las baterías deberán mantenerse limpias y secas. Si hay electrolito, se deberá limpiar con una solución de Bicarbonato de Sodio.
- Limpiar y mantener ajustadas las conexiones de los cables. Los terminales deberán mantenerse libre de corrosión. De existir, los terminales se podrán limpiar con la solución de bicarbonato de sodio seguido por agua limpia y luego por un trapo seco.
- De resultar necesario, y si corresponde (las Baterías selladas o reguladas por válvulas (**“Valve Regulated Lead Acid” - VRLA**) no necesitan la reposición de agua), se deberá ajustar el nivel del electrolito utilizando agua desmineralizada o destilada (el agua potable tiene impurezas que contribuyen al envejecimiento de la batería).
- Bajo condiciones difíciles, alta temperatura ambiente por ejemplo, el nivel del electrolito deberá comprobarse con tanta frecuencia cómo resulte necesario. ⁽⁵⁾





4.3.9. Composición de la Batería.

La composición aproximada de una batería nueva con peso promedio de 15 Kg.:

- Pasta de Plomo:..... 35.0% 5.25 Kg.
- Electrolito:..... 29.0% 4.35 Kg.
- Plomo metálico: 29.0% 4.35 Kg.
- Polipropileno: 5.0% 0.75 Kg.
- Separadores..... 2.0% 0.30 Kg.

Tras cientos de ciclos de carga y descarga, llega un ciclo de descarga definitivo, del que la batería de Plomo no se recupera, es decir, al final de su vida útil, la batería está totalmente descargada.

En este estado, los acumuladores están impregnados por una mezcla de compuestos de Plomo denominada “pasta de Plomo”. En esta mezcla, predomina el producto principal de la descarga de la batería, el sulfato de Plomo, $PbSO_4$, pero también aparecen Plomo esponjoso (Pb), Dióxido de Plomo (PbO_2) y, en menor medida, Óxido de Plomo (PbO) y partículas metálicas de Plomo que se desprenden de las placas por desgaste. De la pasta, se recupera buena parte del Plomo que se obtiene en el reciclaje de las baterías. El electrolito, tras la descarga final, ha variado considerablemente su composición.

El resto de materiales (la caja, los bornes, los separadores y las placas), han sufrido un cierto desgaste por los años de utilización, pero éste no es considerable y se pueden recuperar gran parte de los materiales que los forman.

Una batería de Plomo fuera de uso tiene un peso aproximado de 15 kg y su composición aproximada es la reflejada en la tabla 4.1.



	%	Peso (Kg.)
Pasta de Plomo (Pb esponjoso, PbSO ₄ , PbO ₂ y PbO)	39	5.850
Plomo metálico y aleaciones de Plomo	34	5.100
Ácido Sulfúrico diluido (10 – 15%)	11	1.650
PP	7	1.050
Ebonita	5	0.750
PVC	2	0.300
PE	1	0.150
Acero	0.6	0.090
Vidrio	0.4	0.060
Total	100	15.000

Tabla 4.1. : Composición aproximada de una batería de Plomo fuera de uso.

Por otra parte, la pasta, una mezcla de compuestos de Plomo que supone la mayor proporción en peso de la batería usada (5.850 kg según los cálculos) tiene un alto contenido en Plomo, alrededor de un 80% en peso (*), cómo demuestra la tabla 4.2.

	% en peso	Masa (Kg.)	% en peso de Plomo	Contenido en Pb (Kg.)
Sulfato de Plomo (PbSO ₄)	50	2.925	68.3	1.998
Plomo esponjoso (Pb)	20	1.170	100	1.170
Dióxido de Plomo (PbO ₂)	20	1.170	86.6	1.014
Oxido de Plomo (PbO)	10	0.585	92.8	0.543
Total:	100	5.850	80.765 (*)	4.725

Tabla 4.2. : Composición aproximada de la pasta de Plomo

Según los cálculos de hay cerca de 5 kg de Plomo en la pasta. Por lo tanto el contenido total en Plomo en una batería fuera de uso, sumando el Plomo de la pasta y el de las placas y rejillas, ronda los 10 kg, es decir, que unas dos terceras partes del peso de una batería de Plomo fuera de uso son Plomo puro.

4.3.10. Toxicidad de la Batería De Plomo Usada.

Muchos de los materiales que se encuentran en las baterías de Plomo, fuera de uso, son altamente tóxicos. En concreto, los residuos cuya composición los hace especialmente peligrosos para el medio ambiente son los compuestos con Plomo, el Ácido Sulfúrico, la Ebonita y el PVC:





- Compuestos con Plomo: suponen casi tres cuartas partes del peso total de una batería de Plomo fuera de uso. El Plomo, al ser un elemento, no puede ser destruido. Es un metal pesado, considerado como el peor factor contaminante para el ser humano, después de la radiación. El Arsénico y otros elementos son más tóxicos, pero el Plomo resulta más peligroso debido a que está mucho más extendido en el medio ambiente. La contaminación por Plomo en niveles bajos disminuye la inteligencia, reduce la capacidad para la concentración y afecta a la función del lenguaje y a la memoria.

- En concentraciones mayores, provoca lesiones crónicas graves en el sistema nervioso central y un deterioro general de la salud, ya que inhibe la generación de glóbulos rojos. Los niños y las mujeres embarazadas son especialmente susceptibles a la intoxicación por Plomo. En los suelos, provoca la esterilidad de los campos de cultivo y en el agua, la desestabilización química (pH, composición...) y la alteración de los ecosistemas. En ningún caso los compuestos con Plomo deben ser incinerados o depositados en suelos sin control, sino que su gestión debe estar acompañada por un riguroso control.

- Ácido Sulfúrico: es una especie altamente nociva, para cualquier parte del cuerpo humano. En contacto con la piel causa quemaduras, su ingestión provoca daños severos en todo el tracto gastrointestinal y los vapores que desprende son severamente irritantes para las vías respiratorias pudiendo causar un edema pulmonar. En cuanto al medio ambiente, el Ácido Sulfúrico es altamente dañino para la vida acuática pues su acidez y su alto poder corrosivo alteran el pH de los acuíferos y perjudican a los ecosistemas. Por las mismas razones, también resulta fatal en los suelos. El Ácido Sulfúrico de las baterías de Plomo fuera de uso en ningún caso debería acabar en los suelos, ni, como ocurre con frecuencia, ser vertido por las alcantarillas.

- Ebonita: está presente en la caja de la batería de Plomo. Se trata de un caucho vulcanizado que añade resistencia química y mecánica a la caja y que también colabora en el aislamiento eléctrico. Casi un kilo de ebonita se encuentra en la mayoría de las baterías de Plomo. Su contenido en azufre, cercano al 10%,





convierte a este material en un residuo peligroso, pues si se incinera junto a otros residuos, se generan vapores de SO₂, gas altamente tóxico para la atmósfera. Por tanto la ebonita no debe ser en ningún caso incinerada, si no que debe separarse del polipropileno de la caja de la batería de Plomo fuera de uso, para su depósito o recuperación.

- PVC (Policloruro de Vinilo): aunque su uso no es masivo en las baterías de Plomo, forma parte en muchas ocasiones de la composición de los separadores de la batería. Se trata de un plástico al que se le atribuye un alto poder cancerígeno y cuya incineración conlleva la emisión de gases con un alto contenido en cloro, muy nocivos para el medio ambiente. Por tanto, debe ser separado de la batería, para su reciclaje y no incinerado.

El resto de materiales, Polipropileno (PP), Polietileno (PE), Acero y Vidrio no poseen la toxicidad de los anteriores, pero también deben ser gestionados correctamente. En concreto, se separa el PP para ser reciclado, mientras que el resto de materiales, en cantidades muy pequeñas, se desechan en un vertedero. ⁽³⁾

4.3.11. Riesgos y medidas de seguridad.

a. Inhalación:

- Ácido Sulfúrico: Respirar vapores o niebla de Ácido Sulfúrico, puede causar irritación en las vías respiratorias.
- Compuestos de Plomo: La inhalación del polvo o vapores puede causar irritación en vías respiratorias y pulmones.

b. Ingestión:

- Ácido Sulfúrico: Puede causar una irritación severa en boca, garganta, esófago y estómago.

(3): BAÑERES SORINAS, MANUEL. 2003.





- Compuestos de Plomo: Su ingestión puede causar severo dolor abdominal, náusea, vómito, diarrea y calambres. La ingestión aguda puede llevar rápidamente a toxicidad sistémica.

c. Contacto con la piel:

- Ácido Sulfúrico: El Ácido Sulfúrico causa quemaduras, úlceras e irritación severa.

- Compuestos de Plomo: No se absorben por la piel.

d. Contacto con los ojos:

- Ácido Sulfúrico: Causa irritación severa, quemaduras, daño a las córneas y ceguera.

- Compuestos de Plomo: Pueden causar irritación.

e. Sobre exposición aguda (por una vez):

- Ácido Sulfúrico: Irritación severa de la piel, daño a las córneas que puede causar ceguera, e irritación al tracto respiratorio superior.

- Compuestos de Plomo: Síntomas de toxicidad incluyen dolor de cabeza, fatiga, dolor abdominal, pérdida de apetito, dolor muscular y debilidad, cambios de patrones de sueño e irritabilidad.

f. Sobre exposición crónica (largo plazo):

- Ácido Sulfúrico: Posible erosión del esmalte de los dientes, inflamación de nariz, garganta y tubos bronquiales.





- Compuestos de Plomo: Anemia; neuropatía, particularmente de los nervios motores, caída de la muñeca; daño a los riñones y cambios reproductivos en hombres y mujeres.

g. Carcinogenicidad:

- Ácido Sulfúrico: La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) ha clasificado la exposición ocupacional a vapores de ácidos inorgánicos fuertes que contienen Ácido Sulfúrico, como carcinogénica para los humanos (Grupo 1). Esta clasificación no aplica al electrolito de las baterías, sin embargo, las recargas con corrientes, excesivamente altas, durante periodos de tiempo prolongados, de baterías sin las tapas de venteo bien puestas, puede crear una atmósfera de neblina de ácido inorgánico fuerte con contenido de Ácido Sulfúrico.

- Compuestos de Plomo: La IARC, clasifica el Plomo y sus compuestos dentro del Grupo 2B "posiblemente carcinogénicos en humanos".

- Arsénico: El arsénico es una sustancia cancerígena humana conocida; clasificado por la IARC en el Grupo 1.

h. Fuego y explosión:

- La liberación de Hidrógeno, incluso con la batería en estado de reposo, es inherente a la reacción química que se produce en aquella, por lo tanto la emanación de este gas inflamable es inevitable. La emanación de Hidrógeno y proximidad de un foco de ignición (cigarro encendido, flama o chispa), pueden causar la explosión de una batería con la proyección violenta tanto de fragmentos de la caja como del electrolito líquido corrosivo

i. Reactividad:

- Ácido Sulfúrico: El contacto del electrolito con combustibles y materiales orgánicos puede causar fuego y explosión. También reacciona violentamente con





agentes reductores fuertes, metales, gas trióxido de azufre, oxidantes fuertes y agua. El contacto con metales puede producir humos tóxicos de Dióxido de azufre y puede liberar gas hidrógeno inflamable.

- **Compuestos de Plomo:** Se debe evitar el contacto con ácidos fuertes, bases, haluros, halogenados, nitrato de potasio, permanganato, peróxidos y agentes reductores.

En consideración a los riesgos que representan las baterías de Plomo - Ácido, se aconseja adoptar, durante su almacenamiento y manipulación, las medidas de seguridad que se indican a continuación, además de todas las indicadas por el fabricante o proveedor.

Se recomienda el uso de equipos de protección personal, incluyendo equipo de protección a la vista tal cómo antiparras, ropa de trabajo resistente al ácido y guantes de goma o plástico resistentes al ácido. El agua de reposición de las baterías (abiertas o ventiladas) debe ser agua destilada por lo que su manejo no precisa el empleo de equipos de protección personal, sin embargo, al rellenar la batería se debe evitar un llenado excesivo que provoque el desbordamiento del electrolito. Si se necesita preparar electrolito, por ejemplo, al activar baterías cargadas en seco, se debe verter el ácido sobre el agua; nunca debe verterse agua sobre Ácido Sulfúrico concentrado, ya que al mezclar Ácido Sulfúrico con agua se libera una considerable cantidad de calor, lo que genera una reacción violenta, y a menos que la mezcla se agite bien, el agua añadida puede calentarse más allá de su punto de ebullición y la formación repentina de calor puede hacer saltar el ácido fuera del recipiente. Además, la reacción del Acido Sulfúrico con el agua, produce la liberación de Hidrogeno, que además de ser tóxica para el organismo, es un gas altamente inflamable y puede causar una explosión.

Las áreas de manejo o almacenamiento de baterías deben estar equipadas con lavajojos y disponer de medidas para contener líquidos, en caso de un derrame del electrolito. Para contener derrames pequeños se debe contar con arena seca, tierra, vermiculita u otro material no combustible; para neutralizar derrames pequeños de





electrolito, cuando sea posible, se debe disponer de bicarbonato de sodio o cal. Como medio de extinción de incendios se recomienda disponer de extintores tipo C (Dióxido de Carbono, polvo químico seco).⁽⁵⁾

4.4. Recuperación y reciclado del Plomo.

- Los recursos minerales son limitados y no renovables, En el caso concreto del Plomo, a las reservas conocidas se les estima una duración de entre 30 y 40 años.
- La valoración de los residuos metalíferos mediante su recuperación y reciclado, es la forma de gestión de los mismos más racional y ecológicamente recomendable.

En el caso del Plomo, en los últimos años, la valoración de sus residuos ha sido fundamental para abastecer la mayor parte de la demanda, satisfaciéndose el resto por parte de la minería y de la metalurgia primaria.

En la actualidad son cada vez más escasos las chatarras o residuos procedentes de tuberías, planchas y otras aplicaciones clásicas del Plomo debido a su sustitución por materiales férreos y poliméricos.

La batería de Plomo es la principal fuente de los citados residuos de Plomo debido a que:

- Aproximadamente el 75 % del Plomo puesto en los mercados se dedica a la fabricación de baterías de Plomo.⁽³⁾

4.5. Reciclaje.

Consiste en la transformación física, química o biológica de los materiales contenidos en los residuos recolectados de tal forma que puedan ingresar de nuevo al ciclo de producción.

(5): COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE - COOPERACIÓN TÉCNICA ALEMANA - COOPERACIÓN INTERGUBERNAMENTAL CHILE - ALEMANIA.

(3): BAÑERES SORINAS, MANUEL. 2003.





Normalmente, todo artículo es reciclable, pero, en la práctica, solamente se tienen en cuenta aquellos que justifiquen económicamente la inversión realizada y los costos de operación debido a que para esta técnica se requiere invertir en una planta de reciclaje a parte de un servicio especial de recojo de los residuos segregados por los pobladores. Los artículos más comunes que se reciclan son: las latas de aluminio, botellas de cristal, papel, cartón, botellas de plástico y otros envases reciclables, etc. ⁽⁵⁾

4.6. Fases Previas Al Reciclado de baterías de Plomo.

Antes de llegar a la planta de reciclado, se debe poner cuidado en el recojo, transporte, almacenamiento de los acumuladores usados; para prevenir efectos adversos en la salud y en el medio ambiente. ⁽⁷⁾

La secretaria del convenio de Basilea (2003), define claramente las directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de los acumuladores de Ácido – Plomo de desecho.

4.6.1. Recogida.

La única manera de ejecutar con éxito un programa de reciclado de acumuladores de Plomo, consiste en instaurar una infraestructura de recogida apropiada y eficaz.

La planificación de esta infraestructura, debe hacerse con sumo cuidado, ya que afecta a diferentes sectores de la sociedad cómo son los vendedores de chatarras, los negocios de compraventa de baterías, los procesadores de Plomo secundario y los consumidores, que contribuyen a la red organizada en la que se mantiene una corriente constante de material de desecho de Plomo que alimenta el proceso de reciclado. ⁽⁵⁾

(5): COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE - COOPERACIÓN TÉCNICA ALEMANA - COOPERACIÓN INTERGUBERNAMENTAL CHILE – ALEMANIA.

(7): CONVENIO DE BASILEA.





Es recomendable que en los lugares de recogida se apliquen ciertas medidas de control para evitar accidentes que afecten al ser humano, al medio ambiente o a ambos:

a. El drenaje de los acumuladores, no debe realizarse en los puntos de recogida. Con excepción, de unos pocos acumuladores secos que pueden llegar al punto de recogida, casi todos los acumuladores usados contendrán su electrolito de Ácido Sulfúrico. El drenaje de este líquido puede resultar peligroso para la salud humana y para el medio ambiente.

b. Los acumuladores deben almacenarse en lugares adecuados en los puntos de recogida.

El lugar ideal para almacenar los acumuladores de Plomo usados es dentro de un contenedor resistente al Ácido, que puede simplemente sellarse y utilizarse también para transportarlos, con lo que se reduciría al mínimo la posibilidad de un derrame accidental.

c. En los puntos de recogida no deben guardarse grandes cantidades de acumuladores usados.

Aun después de crear un lugar de almacenamiento protegido, el punto de recogida no deberá abarrotarse con un gran número de acumuladores usados, tampoco deberá convertirse en lugar de almacenamiento permanente. El número de acumuladores que se almacenen, dependerá, por supuesto, del volumen de operaciones del establecimiento.

d. En los puntos de recogida no deben venderse los acumuladores a funderías de Plomo no autorizadas.

Son una de las fuentes de contaminación por Plomo más importantes, tanto para los seres humanos como para el medio ambiente, es preciso insistir en que en los puntos de recogida no se vendan ni se envíen acumuladores usados a establecimientos que no observen las más estrictas normas de protección.





4.6.2. Transporte.

Los acumuladores de Plomo usados, deben ser considerados como desechos peligrosos, cuando es preciso transportarlos. En este caso, el principal problema de transporte de los acumuladores, es el electrolito o ácido, que puede derramarse de los acumuladores usados, lo que requiere medidas de control para minimizar los posibles derrames y determinar cómo proceder en caso de accidente:

- a. Los acumuladores usados deben ser transportados dentro de contenedores sellados, debido al riesgo de derrames, que puede ser alto aunque los acumuladores sean transportados en forma apropiada, en posición vertical.
- b. Los contenedores deben estar debidamente sujetos al vehículo que los transporta.
- c. El vehículo de transporte debe estar identificado con arreglo a los convenios, símbolos y colores internacionales, para indicar que transporta productos corrosivos y peligrosos;
- d. El personal de transporte debe contar con el equipo mínimo necesario ante cualquier accidente y conocer debidamente el manejo de ese equipo;
- e. Los conductores y sus ayudantes tiene que recibir capacitación, para tener conocimiento de los procedimientos para casos de emergencia, y cómo comunicarse con los equipos que atienden casos de emergencia. Además, deben conocer el tipo de material peligroso concreto que transportan y cómo manejarlo;
- f. Los encargados del transporte deben recibir el equipo de protección personal y aprender cómo utilizarlo en caso de accidente;
- g. El transporte de desechos peligrosos debe realizarse siempre por caminos que reduzcan el riesgo de posibles accidentes, cumpliendo también con horarios establecidos.





4.6.3. Almacenamiento.

Finalizado el transporte, los acumuladores llegan a la planta de reciclado. Aunque algunas medidas de protección son muy parecidas a las utilizadas en los lugares de almacenamientos de los puntos de recogida, la diferencia notable entre ellas estriba en la cantidad de acumuladores que se almacenan en esas plantas. Por lo tanto, en esos lugares se debe proceder de otra manera:

- a. Los acumuladores deben ser drenados, el electrolito debe ser conducido a la planta de tratamiento de efluentes y los acumuladores deben almacenarse vacíos y listos para el reciclado;
- b. Es necesario identificar y clasificar los acumuladores, para almacenarlos en lugares diferentes;
- c. Los acumuladores deben ser almacenados en un lugar cubierto apropiado. ⁽⁵⁾

(5): COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE - COOPERACIÓN TÉCNICA ALEMANA - COOPERACIÓN INTERGUBERNAMENTAL CHILE – ALEMANIA.





Capítulo 5:

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION





5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

5.1. Método.

Se evaluó mediante el método descriptivo de las baterías usadas, así cómo, el manipuleo de las mismas, para tomar en cuenta de cómo son segregados para una ulterior uso. Es decir se trabajó tipo encuesta.

5.2. Población

Para la cuantificación, se tuvo en consideración la información suministrada por la SUNARP (Superintendencia nacional de registros públicos), en cuanto al número de vehículos por tipo, y los hábitos de uso y cambio de las baterías por parte de los usuarios, evaluación que se realizó mediante encuestas.

Con base en la encuesta a realizar, en una muestra representativa de ese universo de vehículos, se investigaron los hábitos de los usuarios de los vehículos en cuanto a la periodicidad de cambio y otras características que motivan realizar su reemplazo. Esta información procesada, permitió determinar la cantidad de residuo generado y se pudo evaluar el nivel de conocimiento que tiene las personas sobre las implicancias del manejo inadecuado de estos residuos.

5.3. Procedimiento de recolección de Datos.

Con encuestas e información directa, tomadas a los propietarios de los establecimientos dedicadas al mantenimiento de vehículos y centros dedicados al reciclaje de baterías.





RESULTADOS





6. RESULTADOS.

6.1. Cuantificación de las baterías de Automotrices Desechadas, generadas por el parque automotor de la ciudad de Iquitos.

Según información brindada por la Superintendencia Nacional de Registros Públicos (SUNARP – IQUITOS), la ciudad de Iquitos, contaba en el año 2004 con un parque automotor de 46 537 vehículos (*cuadro N° 01*). En el año 2008 con 73 456 vehículos (*cuadro N° 02*) y hasta marzo del 2011, contaba con 108 340 vehículos (*cuadro N° 03*).

Cuadro N° 01

PARQUE AUTOMOTOR DE LA CIUDAD DE IQUITOS EN EL AÑO 2004

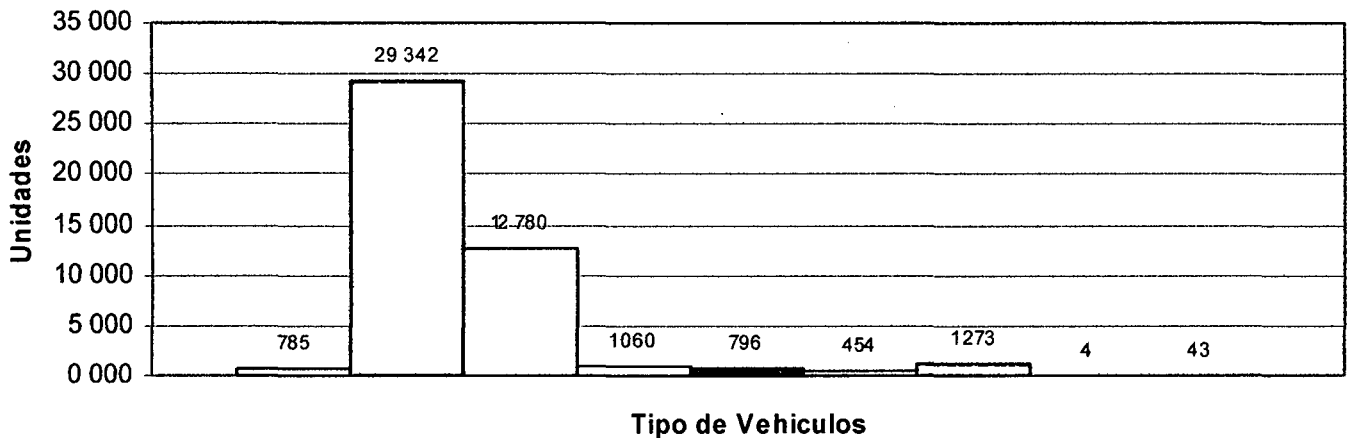
<i>tipo de vehiculo</i>	<i>Cantidad (unidad)</i>
autos y station wagon	785
Camiones	1 060
Combis	796
Omnibuses	454
pick up	1 273
Remolque	4
Panel	43
Motos	29 342
Motocarros	12 780
Total	46 537

Fuente: SUNARP – Iquitos



GRAFICO N° 01

PARQUE AUTOMOTOR DE LA CIUDAD DE IQUITOS EN EL AÑO 2004



□ autos y station wagon □ motos □ motocarros □ camiones ■ combis □ omnibuses □ pick up □ remolque □ panel





Cuadro N° 02

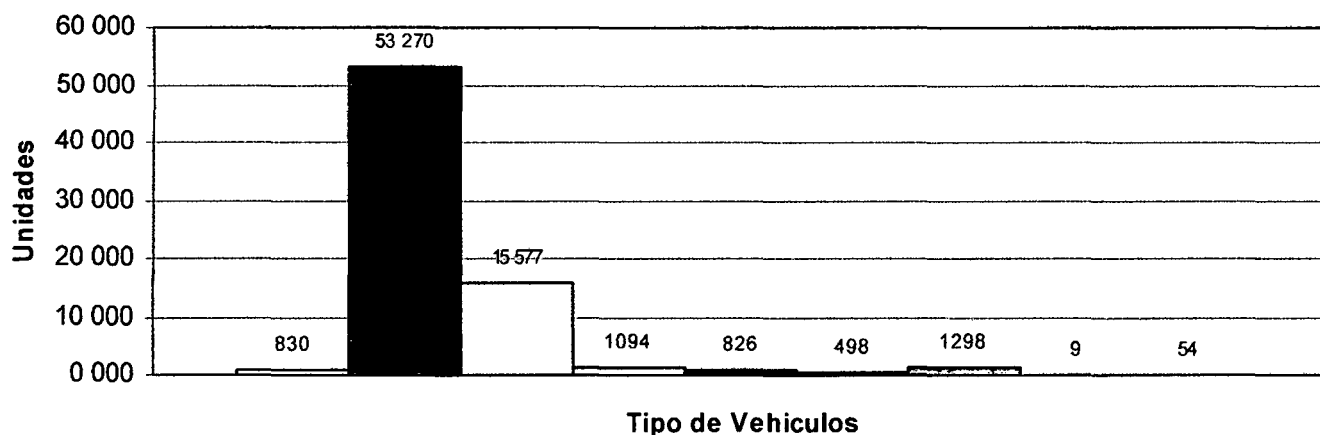
PARQUE AUTOMOTOR DE LA CIUDAD DE IQUITOS EN EL AÑO 2008

tipo de vehiculo	Cantidad (unidad)
autos y station wagon	830
Camiones	1 094
Combis	826
Omnibuses	498
pick up	1 298
Remolque	9
Panel	54
Motos	53 270
Motocarros	15 577
Total	73 456

Fuente: SUNARP – Iquitos

GRAFICO N° 02

PARQUE AUTOMOTOR DE LA CIUDAD DE IQUITOS EN EL AÑO 2008



autos y station w agon
 motos
 motocarros
 camiones
 combis
 omnibuses
 pick up
 remolque
 panel





Cuadro N° 03

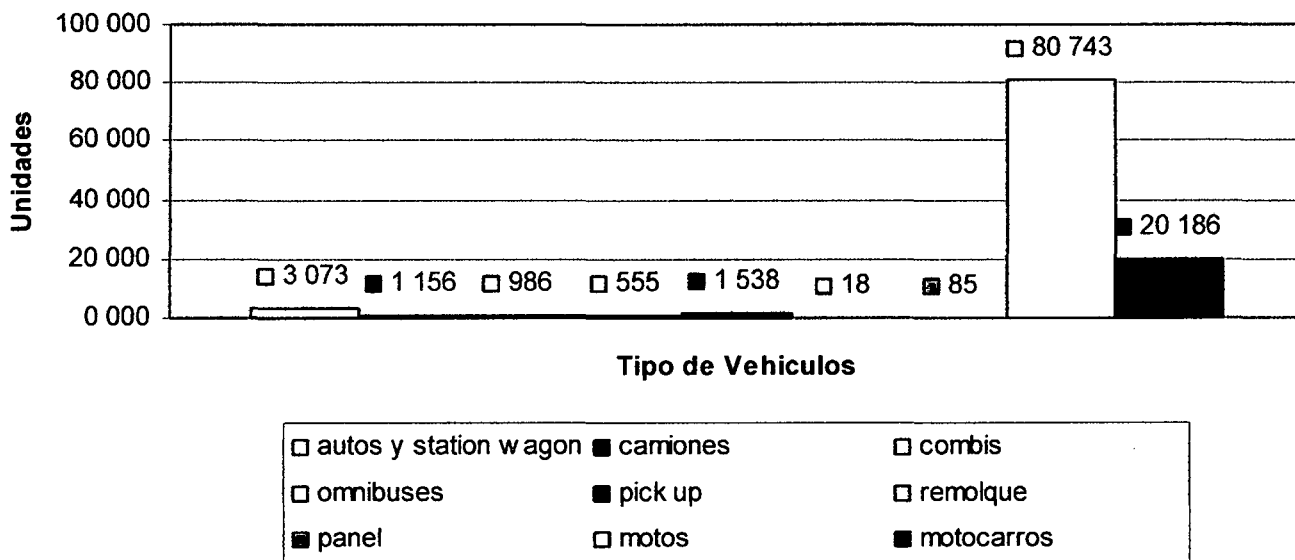
PARQUE AUTOMOTOR DE LA CIUDAD DE IQUITOS HASTA MARZO DEL 2011

tipo de vehiculo	Cantidad (unidad)
autos y station wagon	3 073
Camiones	1 156
Combis	986
Omnibuses	555
pick up	1 538
Remolque	18
Panel	85
Motos	80 743
Motocarros	20 186
Total	108 340

Fuente: SUNARP – Iquitos

GRAFICO N° 03

PARQUE AUTOMOTOR DE LA CIUDAD DE IQUITOS HASTA MARZO DEL 2011





Con la información brindada por la Superintendencia Nacional de Registros Públicos (SUNARP – IQUITOS), sobre el parque automotor de la ciudad de Iquitos, en los años 2004, 2008 y marzo del 2011, se puede calcular el Índice de Crecimiento Anual del parque automotor:

Cuadro N° 04

PARQUE AUTOMOTOR DE LA CIUDAD DE IQUITOS EN LOS AÑOS 2004, 2008 Y MARZO DEL 2011

Año	Cantidad de Vehículos (Unidad)
2004	46 537
2008	73 456
2011	108 340

➤ Periodo del año 2004 al 2008:

$$\text{Índice (2004 – 2008)} = \frac{V_{(2008)} - V_{(2004)}}{N}$$

Donde: $V_{(2008)}$ = Cantidad de Vehículos en el año 2008

$V_{(2004)}$ = Cantidad de Vehículos en el año 2004

N = Cantidad de años entre 2004 – 2008

$$\text{Índice (2004 – 2008)} = \frac{73\ 456 - 46\ 537}{4}$$

$$\text{Índice (2004 – 2008)} = \frac{26\ 919}{4}$$

$$\text{Índice (2004 – 2008)} = 6\ 729,75$$

$$\text{Índice (2004 – 2008)} = \boxed{6\ 730}$$





➤ Periodo del año 2008 al 2011:

$$\text{Índice (2008 - 2011)} = \frac{V_{(2011)} - V_{(2008)}}{N}$$

Donde: $V_{(2011)}$ = Cantidad de Vehículos en el año 2011.

$V_{(2008)}$ = Cantidad de Vehículos en el año 2008.

N = Cantidad de años entre 2008 - 2011

$$\text{Índice (2008 - 2011)} = \frac{108\ 340 - 73\ 456}{3}$$

$$\text{Índice (2008 - 2011)} = \frac{34\ 884}{3}$$

$$\text{Índice (2008 - 2011)} = \boxed{11\ 628}$$





Se presenta un índice de crecimiento anual de **6 730 (14,46 %)** vehículos aproximadamente, del año 2004 al año 2008 y a partir del año 2008 hasta marzo del 2011, se presenta un crecimiento anual de **11 628 (15,83%)** vehículos aproximadamente. Con esta información se puede realizar una estimación sobre la cantidad de vehículos desde el año 2004 hasta marzo del 2011, tal y cómo se muestra en el **cuadro N° 05**

Cuadro N° 05

**PARQUE AUTOMOTOR DE LA CIUDAD DE IQUITOS DESDE EL AÑO 2004
HASTA MARZO DEL 2011**

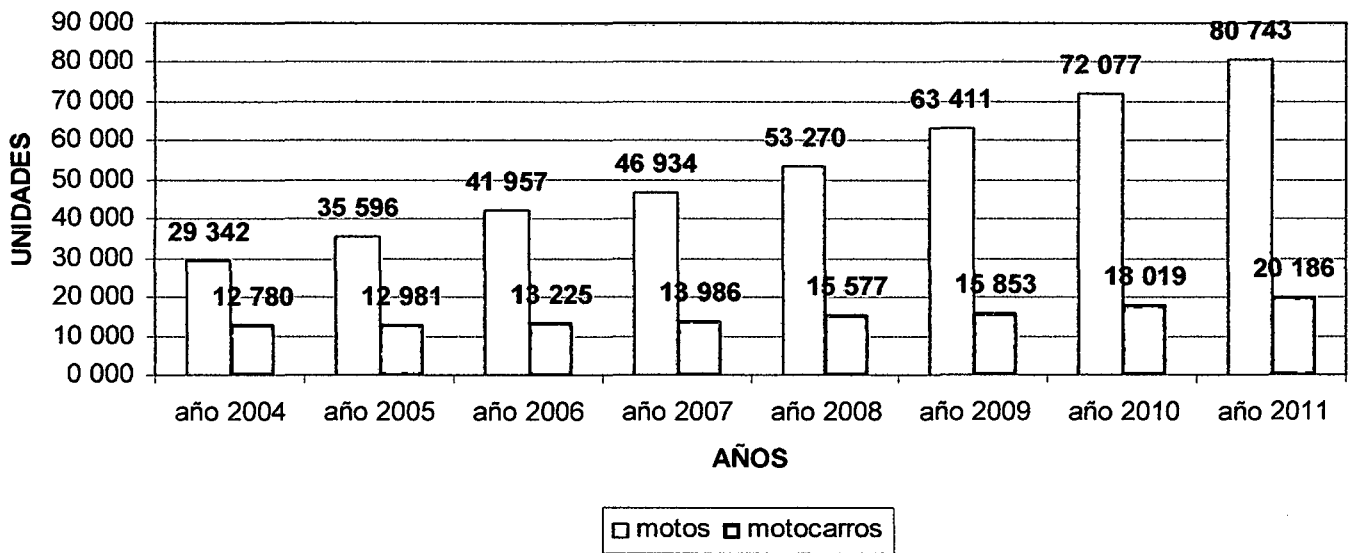
Año		Cantidad de Vehículos (Unidad)
2004		46 537
2005	46 537 + 6 730	53 267
2006	53 267 + 6 730	59 997
2007	59 997 + 6 730	66 727
2008		73 456
2009	73 456 + 11 628	85 084
2010	85 084 + 11 628	96 712
2011		108 340





GRAFICO N° 04

**PARQUE AUTOMOTOR DE LA CIUDAD DE IQUITOS DESDE EL AÑO 2004
HASTA MARZO DEL 2011, (MOTOS Y MOTOCARROS)**





Según información brindada por la Municipalidad Provincial de Maynas, hasta Marzo del 2011, los vehículos registrados que se dedican al transporte público es cómo se muestra en el **cuadro N° 06**:

Cuadro N° 06
VEHICULOS DE TRANSPORTE PÚBLICO

Empresas	Vehículos (unidades)
transportes "Dorado"	70
transporte "selva"	26
transportes "San Juan"	25
Transporte "Etuisa"	21
Transportes "Doña Eva"	31
transportes "Virgen de Loreto"	34
transportes "Loreto"	7
Transportes "Iquitos"	20
Transportes "Trans Rápido"	15
Transportes "Santa Rosa"	18
transportes "Sol Amazónico"	10
Transportes "Cóndor"	6
Motocarros (empadronados)	19 227
Total	19 510

Fuente: Municipalidad Provincial de Maynas





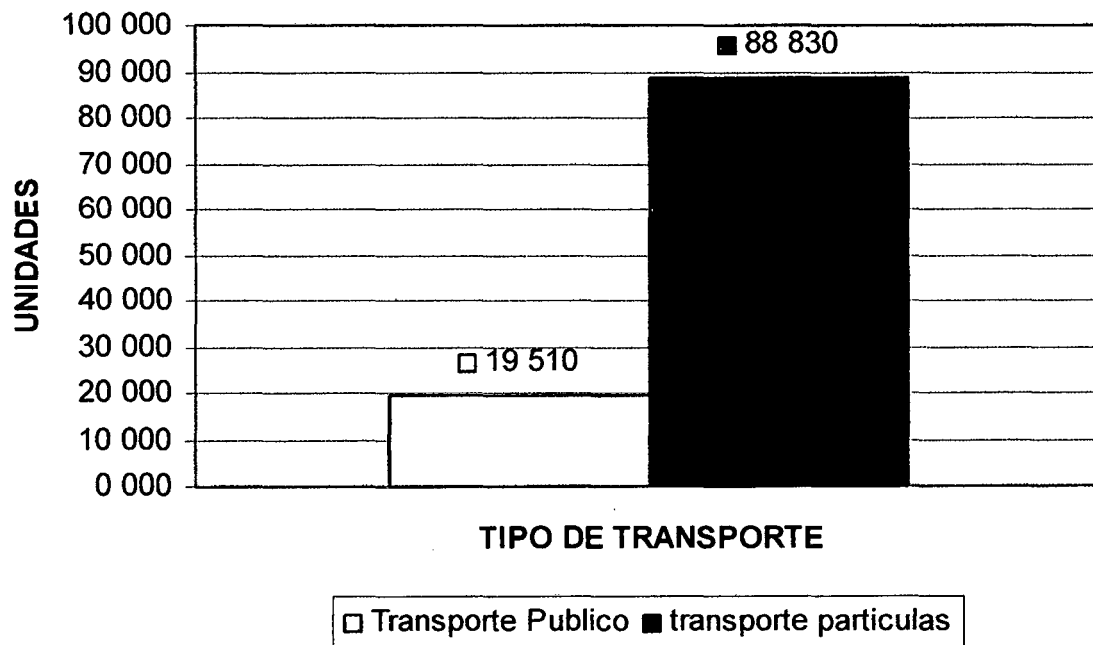
Cuadro N° 07

DISTRIBUCION DE LOS VEHICULOS REGISTRADOS (AÑO 2011).

	Vehículos (unidades)	%
Transporte publico	19 510	18,01
Transporte particular	88 830	81,99
total	108 340	100,00

GRAFICO N° 05

DISTRIBUCION DE LOS VEHICULOS REGISTRADOS (AÑO 2011)





Con lo anteriormente señalado y considerando un 80% del parque vehicular en condiciones de uso, una vida útil promedio de 3 años por batería, se estima un desecho anual de baterías del 2004 hasta el 2010, tal cómo se muestra en el **cuadro N° 08**

$$\text{Baterías Desechadas} = \frac{V_{(\text{año})} \times \%}{t}$$

Donde: $V_{(\text{año})}$ = Cantidad de Vehículos por año.

% = Porcentaje de vehículos en condiciones de uso.

t = Vida útil promedio por batería.

$$\text{Baterías Desechadas (2004)} = \frac{46\,537 \times 0.80}{3} = 12\,410$$

$$\text{Baterías Desechadas (2005)} = \frac{53\,267 \times 0.80}{3} = 14\,204$$

$$\text{Baterías Desechadas (2006)} = \frac{59\,997 \times 0.80}{3} = 15\,999$$

$$\text{Baterías Desechadas (2007)} = \frac{66\,727 \times 0.80}{3} = 17\,794$$

$$\text{Baterías Desechadas (2008)} = \frac{73\,456 \times 0.80}{3} = 19\,588$$

$$\text{Baterías Desechadas (2009)} = \frac{85\,084 \times 0.80}{3} = 22\,689$$

$$\text{Baterías Desechadas (2010)} = \frac{96\,712 \times 0.80}{3} = 25\,790$$





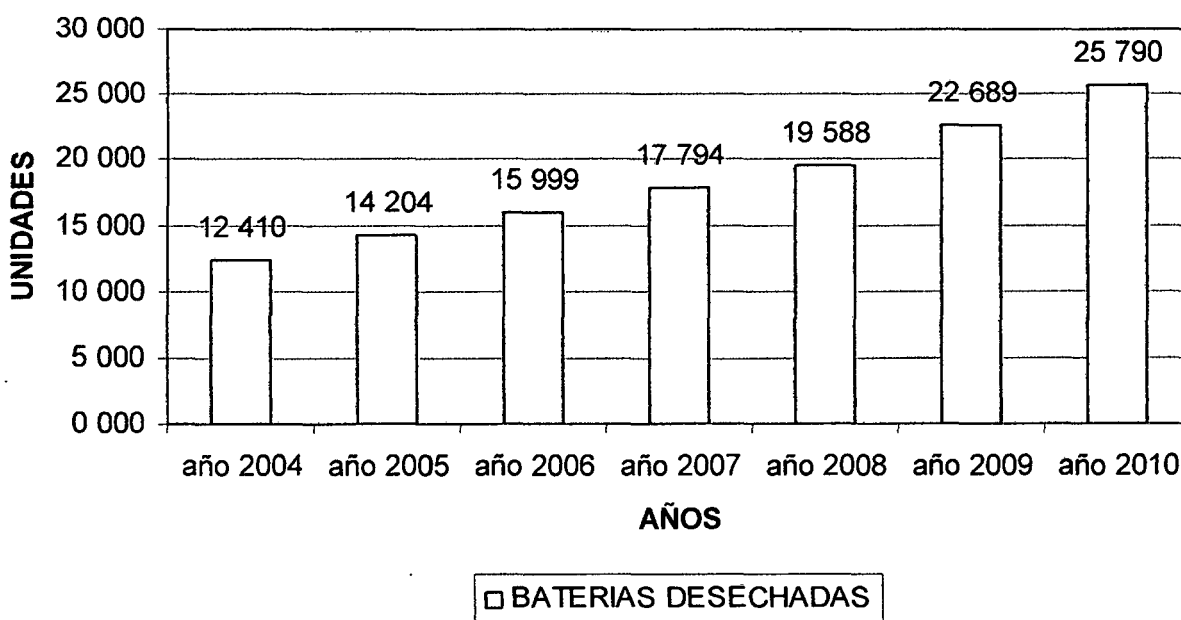
Cuadro N° 08

**ESTIMACION DE LAS BATERÍAS DESECHADAS DESDE EL AÑO 2004
HASTA EL AÑO 2010**

Año	Cantidad de Vehículos (unidades)	Baterías Desechadas (unidades)
2004	46 537	12 410
2005	53 267	14 204
2006	59 997	15 999
2007	66 727	17 794
2008	73 456	19 588
2009	85 084	22 689
2010	96 712	25 790
Total Baterías:		128 474

GRAFICO N° 06

**ESTIMACION DE LAS BATERÍAS DESECHADAS DESDE EL AÑO 2004
HASTA EL AÑO 2010**





El alto volumen de generación de las baterías automotrices desechadas en la ciudad de Iquitos, en los últimos años (128 474 unidades aproximadamente) y la composición química de naturaleza tóxica de estas, que imposibilita su biodegradación, representa un fuerte impacto para la salud y el medio ambiente de la ciudad de Iquitos, y de la amazonia en general, ya que, por ejemplo, el abandono de las baterías a espacio abierto, afecta al medio, a causa de un arrastre de contaminantes por la lluvia, tales como óxidos de plomo y electrolito ácido, afectando tanto al suelo como al agua subterránea.

También, al descargar las baterías en los diferentes ríos y cuerpos de agua, cercanas a la ciudad, puede ser emitido el contenido electrolítico de Ácido Sulfúrico, así como óxidos metálicos residuales, lo que afectaría gravemente a este medio acuático y sus diversas formas de vida.

Finalmente, al estar dispuestas en un basurero, las baterías son propensas a quemarse los materiales combustibles de plástico, como la carcasa, compartimientos, separadores y material tubular. Las cuales, presentan emisiones de Monóxido de Carbono, por combustión incompleta. Además, eliminando el material de plástico, se permite que el plomo contenido en las baterías, sea liberado al ambiente, tal como el Ácido Sulfúrico, Óxido de Plomo, contaminantes de alto carácter tóxico.





6.2. Evaluación del conocimiento de las implicancias del manejo inadecuado que reciben las baterías desechadas.

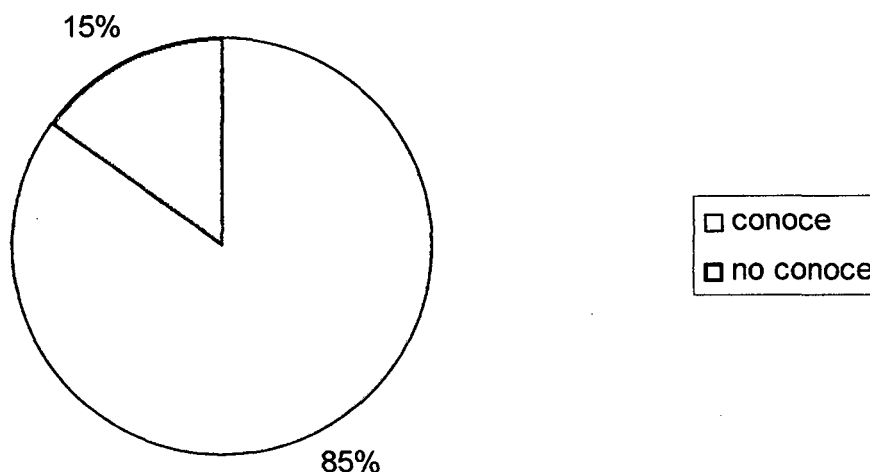
Cuestionario Para Determinar el Nivel de Conocimiento Sobre Manejo de Baterías Desechadas (ver Anexo 03)

Encuesta realizada a 200 personas de la ciudad de Iquitos, de los 04 distritos del área metropolitana, que son usuarios de vehículos que utilizan baterías Acido – Plomo.

1. ¿Conoce Usted Cómo esta Compuesta una Batería Ácido – Plomo?

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	170	85%
No	30	15%
TOTAL	200	100.00%

- De los encuestados el **85%** tienen algunas nociones de cómo está compuesta una batería, ya que reconoce solo los principales componentes como el Plomo, Ácido, Polipropileno, etc. Mientras que el **15%** asegura no conocer cómo esta compuesta una batería.





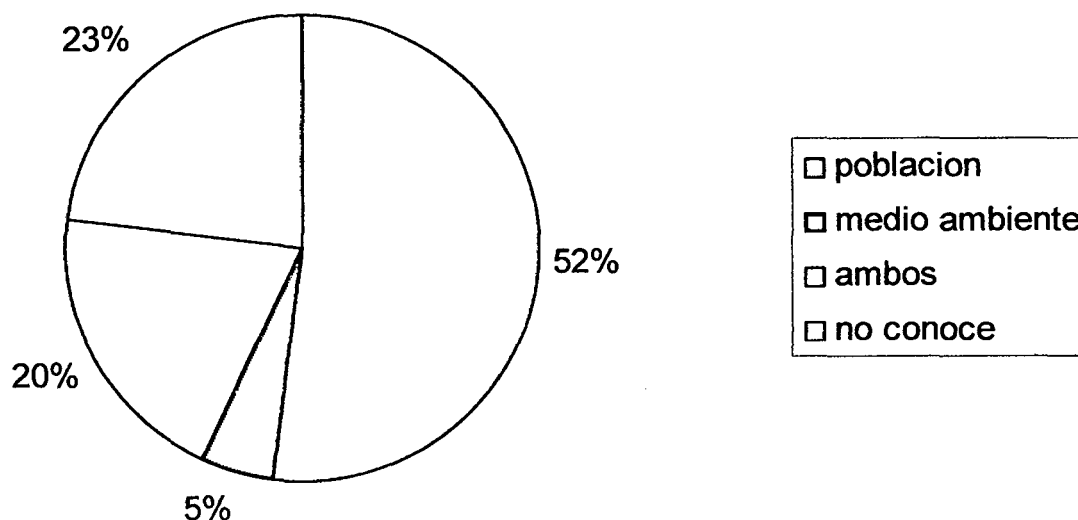
2. ¿Sabe cuáles son los efectos del Plomo en:

a) el medio ambiente

b) La población

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
La Población	104	52%
Medio Ambiente	10	5%
Ambos	40	20%
No Sabe	46	23%
TOTAL	200	100.00%

- Por los resultados obtenidos, se puede notar, que un **52%** de los entrevistados conoce los efectos del Plomo en la población, **5%** conoce o ha escuchado sobre los efectos del Plomo en el medio ambiente, **20%** sabe un poco de los efectos en la población y en el medio ambiente y un **23%** asegura no saber nada sobre este tema.

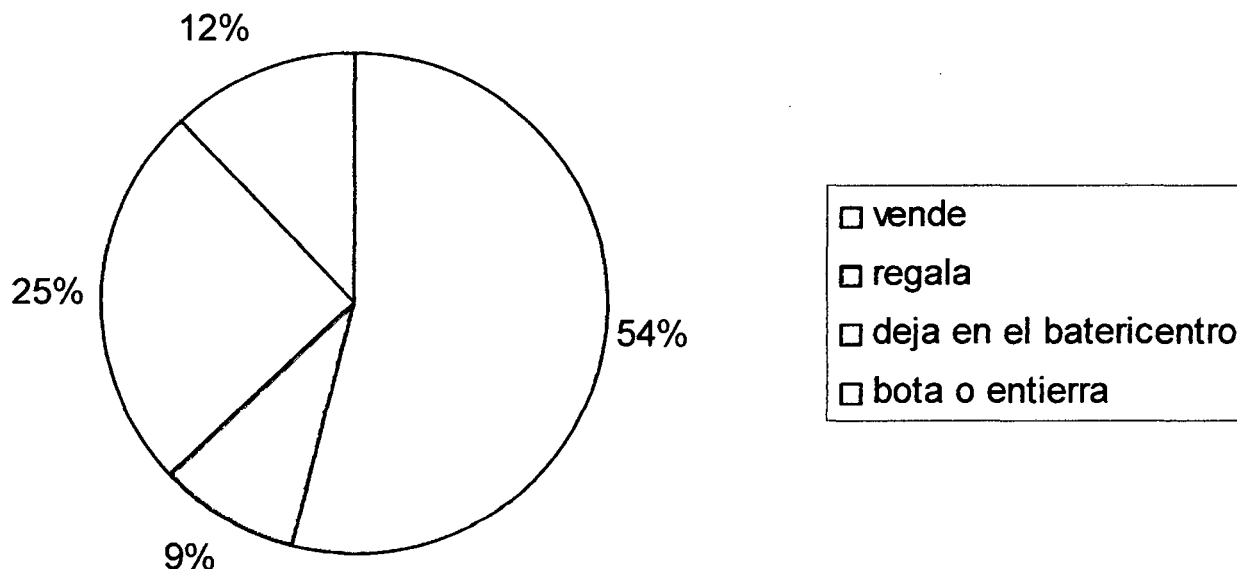




3. ¿Qué hace con las baterías Ácido-Plomo usadas?

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Vende	108	54%
Regala	18	9%
Deja en Batericentros	50	25%
Desecha en la Basura	24	12%
TOTAL	200	100.00%

- De los encuestados el **54%** vende sus baterías desechadas a los centros de compra y venta de chatarra; en cambio el **9%** regala a otras personas la batería usada, los mismos que a su vez, venden las baterías a otros centros de compra y venta de chatarra. Por otro lado, un **25%** lo deja en los batericentros cuando realizan el cambio de las baterías. Finalmente, un **12%** no sabe que hacer con la batería usada y la deposita en la basura o lo entierra.

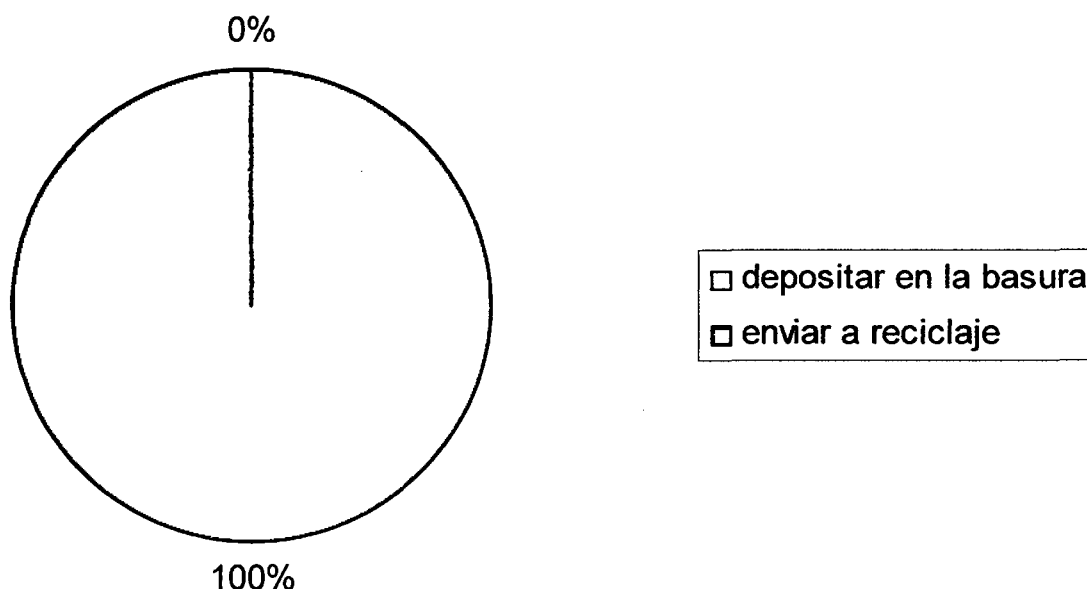




4. En su opinión, ¿Qué se debe hacer con las baterías ácido-Plomo usadas?

REPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Reciclar	200	100%
Desechar en la Basura	0	0%
TOTAL	200	100.00%

- El **100%** de los encuestados coincide que la forma más adecuada de manejar las baterías Ácido-Plomo desechadas, es enviarlas a procesos de reciclaje a un lugar que reúna todos los requisitos para tratarlas adecuadamente. Aunque, se refleja un alto grado de conciencia, no todas las personas están convencidas que sea la solución única, ya que muchas de las personas encuestadas dependen del trabajar en los centros de compra y venta de chatarra, en el cual se venden las baterías a los mayoristas.





6.3. Estudio de alternativas para el reciclaje de baterías desechadas.

6.3.1. Reciclado de materia orgánica pesada.

La parte correspondiente a materia orgánica pesada, está formada por separadores de placas y ebonita, y 50% de su masa consiste en carbono, lo que significa que la materia orgánica pesada puede usarse como agente reductor en el horno. Pese a las precauciones especiales que hay que tomar para impedir la contaminación, la utilización de materia orgánica pesada como agente reductor disminuye la cantidad de otros agentes reductores y el volumen de desechos que, de otro modo, requerirán un manejo racional.

6.3.2. Reciclado Del Polipropileno.

El polipropileno es un producto tan valioso que por sí solo podría costear la apertura de acumuladores de Plomo. Por lo tanto, el reciclado de los componentes plásticos debería considerarse una actividad rentable que, lamentablemente no se ha generalizado en el mundo.

6.3.3. Destino Adecuado De Los Desechos No Recuperables.

Algunos desechos producidos durante el reciclado del Plomo no pueden volver a reciclarse o utilizarse, lo que hace necesario darles un destino adecuado. Cabe subrayar que generalmente tienen un contenido de Plomo de hasta 2% a 5% y corresponde tratarlos como desechos peligrosos aunque ese Plomo no sea lixiviable y haya que eliminarlos en vertederos de desechos peligrosos. ⁽⁷⁾

(7): CONVENIO DE BASILEA.





6.3.4. Triturado Y Separación De Componentes.

Es la etapa inicial de casi todos los procesos de reciclaje de baterías de Plomo – Ácido usados (en algunas plantas todavía se introducen en el horno todos los componentes de las baterías). La fase de triturado y separación de componentes permite aislar los diferentes materiales que componen las baterías usadas, para su posterior depósito o reciclaje. Dicho proceso se realiza en las siguientes etapas:

- **Extracción del Ácido Sulfúrico del electrolito:** en primer lugar se procede a la rotura parcial de la batería, con la finalidad de extraer el ácido. Dicha rotura puede llevarse a cabo manualmente. A continuación, el ácido se almacena en un depósito de gran tamaño y se neutraliza mediante una base fuerte, normalmente una disolución concentrada de sosa cáustica (NaOH), carbonato de sodio (Na₂CO₃) o cal viva (CaO).
- **Triturado de las baterías:** una vez se ha separado el ácido de las baterías, estas son trituradas mediante un proceso corriente de molienda en un triturador rotativo. El método más habitual es el uso de un molino de bolas, un depósito cilíndrico, en el que el impacto de las esferas provoca la fragmentación de las baterías usadas.
- **Cribado de la pasta de Plomo:** cuando las baterías se encuentran fragmentadas, se separa en primer lugar la pasta de Plomo, mediante una criba. Se trata de un mecanismo similar a un tamiz, que consta de una superficie plana o pantalla, que está atravesada por orificios de tamaño y forma característicos. Para separar la pasta del resto de materiales, a los que suele estar adherida, se requiere que el cribado sea realizado en húmedo. Para ello se envía agua a presión contra la superficie plana, que humedece la pasta convirtiéndola en una arenilla que atraviesa los orificios de la pantalla.
- **Separación hidrodinámica del polipropileno (PP):** para aislar el polipropileno del resto de materiales, se introducen todos ellos en un depósito lleno de agua. El polipropileno puede separarse por flotación en agua, pues su densidad es menor a la del agua.
- **Separación hidrodinámica de PVC, ebonita y Plomo metálico y sus aleaciones:** la gran diferencia entre las densidades de PVC y ebonita por un lado, y





las del Plomo metálico y sus aleaciones por otro, facilita que puedan aislarse unos de otros mediante un procedimiento común de separación hidrodinámica.

De los aproximadamente 15 kg que pesa una batería usada, unos 12 kg, la masa compuesta por el PP, la pasta de Plomo, el Plomo metálico y sus aleaciones son siempre tratados en procesos de reciclaje. La masa restante, formada por el ácido del electrolito, el PVC y la ebonita, unos 3 kg por batería usada, son finalmente depositados en vertederos en la mayoría de los casos. El PVC y la ebonita, por las condiciones en las que se extraen, son difíciles de recuperar, por lo que la única manera de aprovecharlos sería extraer energía mediante su combustión. Aunque se realiza en algunas plantas, no parece una elección ecológica, por los gases que se desprenden (SO_2 y gases clorados especialmente). En cambio, la reutilización o valorización del electrolito, reduciría a menos de la mitad la generación de residuos no reciclados y podría aportar algún beneficio económico. ⁽³⁾

(3): BAÑERES SORINAS, MANUEL. 2003.





En la figura puede apreciarse la estructura de la unidad de triturado y separación.

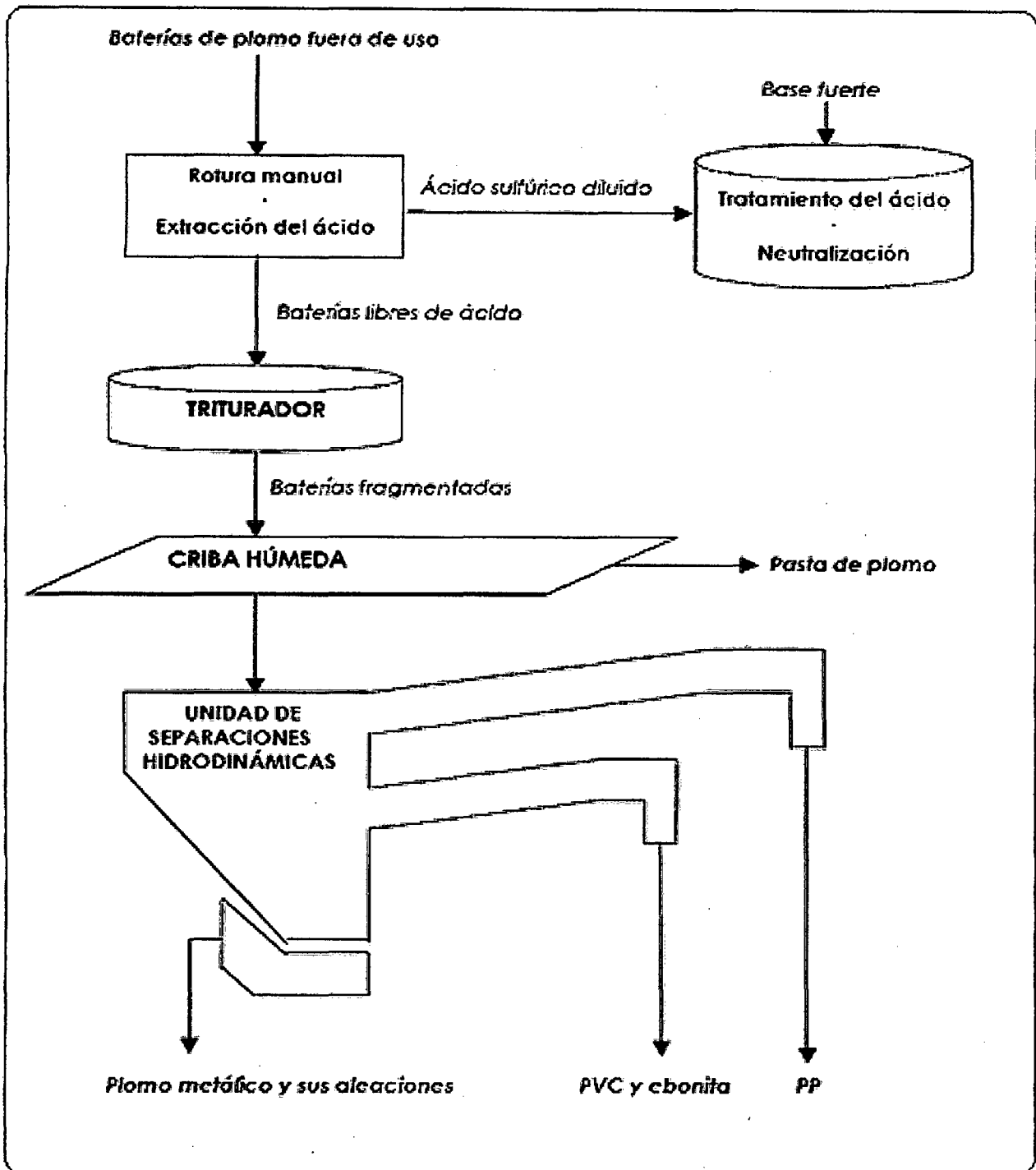


FIGURA 6.4.1: Esquema de la unidad de triturado y separación de componentes de una planta de reciclaje de baterías de Plomo fuera de uso





6.3.5. Procesos Pirometalúrgicos Tradicionales.

NO SALE A DOMICILIO

La figura 6.4.2. describe los procesos de recuperación llevados a cabo mediante métodos pirometalúrgicos tradicionales:

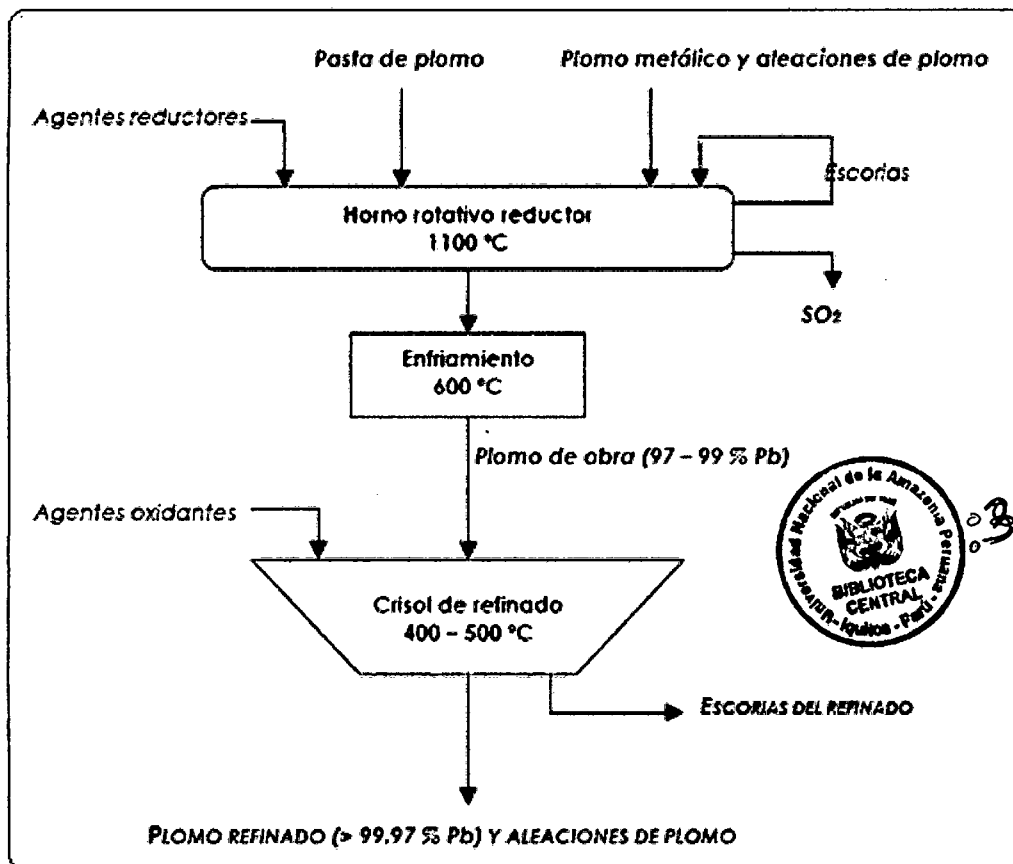


Figura 6.4.2.: Esquema del funcionamiento de un proceso pirometalúrgico tradicional para el reciclaje de baterías usadas

En el horno rotativo, además de la pasta, el Plomo metálico y sus aleaciones, se añaden compuestos con la finalidad de formar escorias que retengan el azufre de la pasta (en forma de $\text{FeS} - \text{Na}_2\text{S}$), minimizando así la generación de SO_2 , y de provocar la reducción química de los óxidos y el sulfato de Plomo de la pasta, a Plomo en estado de oxidación 0.

Dichos agentes son mezclas de carbón en polvo o coque, hierro, azufre, carbonato de sodio (Na_2CO_3), cal viva (CaO) y sílice (SiO_2). También suele añadirse Plomo metálico en polvo como agente reductor.





La aplicación en el primer horno de altas temperaturas –alrededor de 1100 °C- sobre el Ácido Sulfúrico que ha quedado impregnado en la pasta y sobre los productos de la reducción, en especial sobre el Na_2SO_4 , conlleva la generación grandes cantidades de SO_2 .

Las escorias suelen ser recirculadas al mismo horno, pues contienen una cantidad considerable de Plomo. Del horno reductor, una vez separadas las escorias, se extrae el Plomo y se enfría Plomo a unos 600 °C. Tras el enfriado se obtiene Plomo de obra, cuya pureza está entre el 97 % y el 99 % en peso de Plomo. Este Plomo no tiene demasiada salida comercial, por lo que se introduce en un segundo horno, el de refinado. En este horno, denominado crisol, se separan las impurezas metálicas presentes en el Plomo de obra mediante la oxidación de dichas impurezas. Para ello suele introducirse inicialmente sosa cáustica (NaOH), que retiene las impurezas. A continuación, para provocar su oxidación, se aplica una corriente de aire y se añaden agentes oxidantes, principalmente, nitrato de sodio (NaNO_3). Las impurezas metálicas (estaño, arsénico, zinc y antimonio), forman sales metálicas con el sodio, de forma que pueden ser aisladas. El Plomo refinado resultante, de alta pureza (> 99.97 % Pb), se utiliza para la fabricación de lingotes de Plomo refinado, aleaciones o productos de Plomo.⁽³⁾

6.3.6. Alternativas Tecnológicas En El Reciclaje De Baterías De Plomo – Acidas usadas.

Los inconvenientes ecológicos, así cómo la baja rentabilidad que acompañan a muchos de los procesos empleados para el reciclaje de baterías usadas en la actualidad justifican la búsqueda de alternativas.

La fusión del Plomo metálico y sus aleaciones, que provienen de las placas y las rejillas de las baterías, se puede llevar a cabo en un horno común, sin emisiones considerables ni la necesidad de alcanzar grandes temperaturas (con unos 400 °C es suficiente). El problema medioambiental del reciclaje de baterías usadas proviene fundamentalmente de la recuperación del Plomo de la pasta.

(3): BAÑERES SORINAS, MANUEL. 2003.





El sulfato de Plomo ($PbSO_4$), que supone aproximadamente la mitad del peso de la pasta, conduce a la generación de SO_2 si se introduce en un horno sin tratamiento previo. Por este motivo, algunas plantas que trabajan con procesos pirometalúrgicos han decidido proceder a un tratamiento de la pasta de Plomo, antes de introducirla en el horno reductor, denominado desulfurización. Muchas plantas de reciclaje de baterías usadas son reticentes a llevar a cabo la desulfurización de la pasta, ya que tiene los siguientes inconvenientes:

- Es un proceso lento (la desulfurización dura aproximadamente una hora)
- La conversión es incompleta (el rendimiento es de un 92 %)
- El equipo necesario es caro, pues para la desulfurización se emplean bases fuertes y corrosivas (sosa cáustica o carbonato de sodio)

Aunque es cierto que la desulfurización de la pasta supone un gasto añadido considerable, las plantas que no proceden a dicha desulfurización se ven obligadas a utilizar potentes filtros para el SO_2 , que también resultan costosos. Además, a partir de la desulfurización casi siempre se integra un proceso paralelo de producción de sulfato de sodio cristalino (Na_2SO_4) de alta pureza, que puede ser vendido, por ejemplo, a la industria del detergente, disminuyendo así los costes. ⁽³⁾

6.3.6.1. Mejora De Los Procesos Pirometalúrgicos Tradicionales

6.3.6.1.1. Desulfurización De La Pasta Y Producción De Sulfato De Sodio.

Muchas de las plantas de reciclaje de baterías usadas de reciente construcción incorporan en sus procesos una unidad de desulfurización y producción paralela de cristales sulfato de sodio anhidro de alta pureza (Na_2SO_4). La significativa reducción en las emisiones de SO_2 y los ingresos que supone la venta del Na_2SO_4 son el gran aliciente de este sistema. La figura 6.4.3. ilustra esquemáticamente su funcionamiento.

La pasta de Plomo, aislada del resto de componentes de las baterías usadas tras el proceso de triturado y separación, se trata mediante un proceso de desulfurización, para minimizar casi totalmente la generación posterior de SO_2 en el horno reductor.

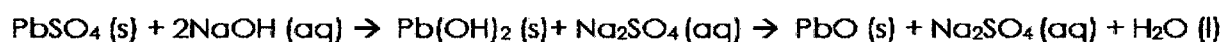
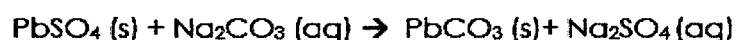
(3): BAÑERES SORINAS, MANUEL. 2003.





Este hecho se explica por la reacción del sulfato de Plomo (PbSO_4) con un reactivo, que conduce a la extracción del ion sulfato de la pasta. Los óxidos de Plomo y el Plomo esponjoso, también presentes en la pasta, no sufren ninguna alteración debido a la desulfurización.

La pasta de Plomo se introduce en un tanque reactor agitado en el que se mezcla con el reactivo elegido. Las especies químicas utilizadas para la desulfurización de la pasta son soluciones de carbonato de sodio (Na_2CO_3) o sosa cáustica (NaOH) que conducen a las siguientes reacciones:



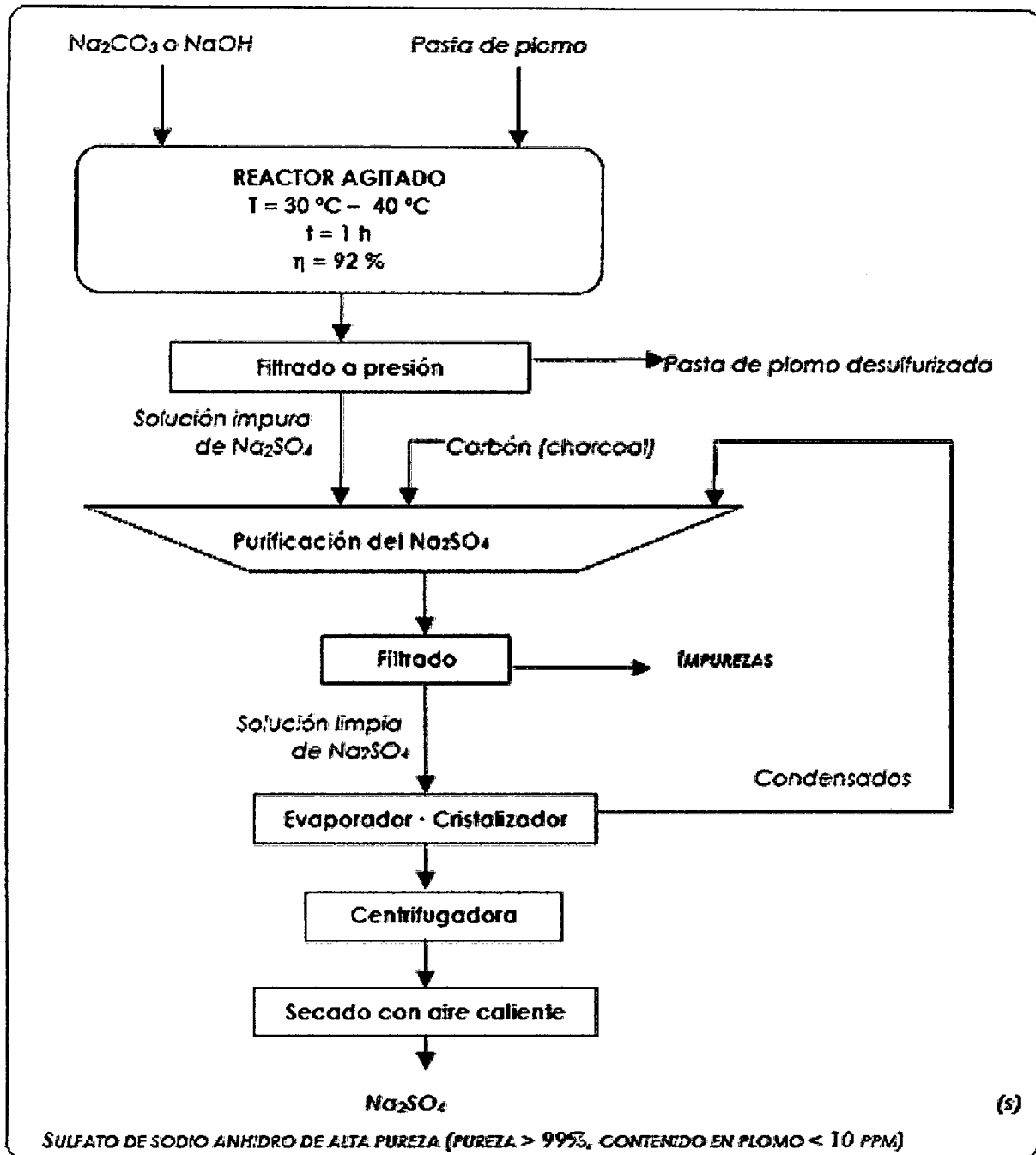


Figura 6.4.3.: Esquema del proceso de desulfuración de la pasta de Plomo y del proceso paralelo de producción de sulfato de sodio cristalino

La temperatura adecuada para estas reacciones está entre 30 °C y 40°C, ya que en ese rango, la solubilidad del sulfato de sodio es máxima y se favorece también la floculación y separación de los compuestos de Plomo de la pasta. Cómo además de provocar la desulfuración de la pasta, este proceso también supone el primer paso para la producción de cristales de sulfato de sodio, es aconsejable que se introduzca





una cantidad cercana a la estequiométrica del reactivo (Na_2CO_3 o NaOH), evitando así un exceso de alcalinidad en los cristales que se producirán con posterioridad. Una vez ha terminado la reacción se lleva a cabo un filtrado a presión, separando por una parte la pasta desulfurizada y por otra la solución de sulfato de sodio. A continuación la pasta ya puede introducirse en el horno reductor. La desulfurización permite eliminar casi completamente la generación de SO_2 , pero no propicia la disminución de la temperatura del horno. De hecho, en el caso de la carbonatación (desulfurización con carbonato de sodio), la temperatura del horno reductor debe aumentar hasta $1450\text{ }^\circ\text{C}$, lo que significa un inconveniente, por el incremento del gasto de energía.

La solución de sulfato de sodio resultante se trata con carbón y se vuelve a filtrar para eliminar las impurezas. El resultado es una solución incolora, que se introduce en el evaporador, obteniéndose así los cristales de sulfato de sodio. Éstos son centrifugados y secados mediante una corriente de aire caliente, obteniéndose como producto cristales de sulfato de sodio anhidro de alta pureza (pureza $> 99\%$, contenido en Pb $< 10\text{ ppm}$). A pesar de que el rendimiento de la desulfurización no es completo ($\eta = 92\%$), la cantidad de sulfato de sodio cristalino que puede llegar a producirse equivale aproximadamente a un 10% del peso de baterías usadas que se procesan en una planta ($1,5\text{ kg}$ de Na_2SO_4 por batería procesada). Este compuesto tiene una buena salida comercial, especialmente en la industria del detergente, pero también en los sectores farmacéutico, textil y agroquímico. ⁽³⁾

6.3.6.1.2. Reciclaje Del SO_2 Y Producción De Sulfato De Sodio.

Para los procesos pirometalúrgicos que optan por no llevar a cabo la desulfurización, por los inconvenientes comentados de lentitud, elevado coste o conversión incompleta, existe la posibilidad de reciclar el SO_2 generado, para utilizarlo como reactivo en la síntesis de sulfato de sodio anhidro (Na_2SO_4). En este proceso, puede reutilizarse directamente el Ácido Sulfúrico del electrolito, lo que significa que además de los ingresos que conlleva la venta del sulfato de sodio producido, se eliminaría el costo de la gestión del ácido.

(3): BAÑERES SORINAS, MANUEL. 2003.





Se trata de un procedimiento óptimo para aquellas plantas que introducen el Plomo metálico, sus aleaciones y la pasta simultáneamente en el horno reductor, pues elimina por completo la emisión a la atmósfera de SO_2 , a la vez que supone un ingreso extra por la producción de Na_2SO_4 y la reutilización del ácido del electrolito.

El método, descrito en la figura 6.4.4 no anula la emisión de SO_2 , sino que la aprovecha para la producción de sulfato de sodio anhidro de gran pureza, al mismo tiempo que reduce la generación de escorias en el horno reductor.

El proceso comienza con el filtrado en un depósito de los gases resultantes de la fusión llevada a cabo en el horno reductor del Plomo metálico, sus aleaciones y la pasta. Gracias al filtrado, pueden separarse del Dióxido de azufre (SO_2) las partículas sólidas. Estas partículas se recirculan al horno reductor, pues tras varios ciclos se acaba recuperando gran parte del Plomo y los metales pesados que contienen. A continuación, se hace pasar el SO_2 por una torre de lavado de gases. En este mecanismo, el SO_2 reacciona con especies químicas básicas, formando una disolución de sulfito de sodio (Na_2SO_3), mientras que los gases restantes son separados, para su posterior depuración. Entre los compuestos que reaccionan con el gas SO_2 para formar soluciones del sulfito mencionado, están disoluciones de sosa cáustica (NaOH), carbonato de calcio (Na_2CO_3), hidróxido de sodio (KOH) o carbonato de amonio ($(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$).



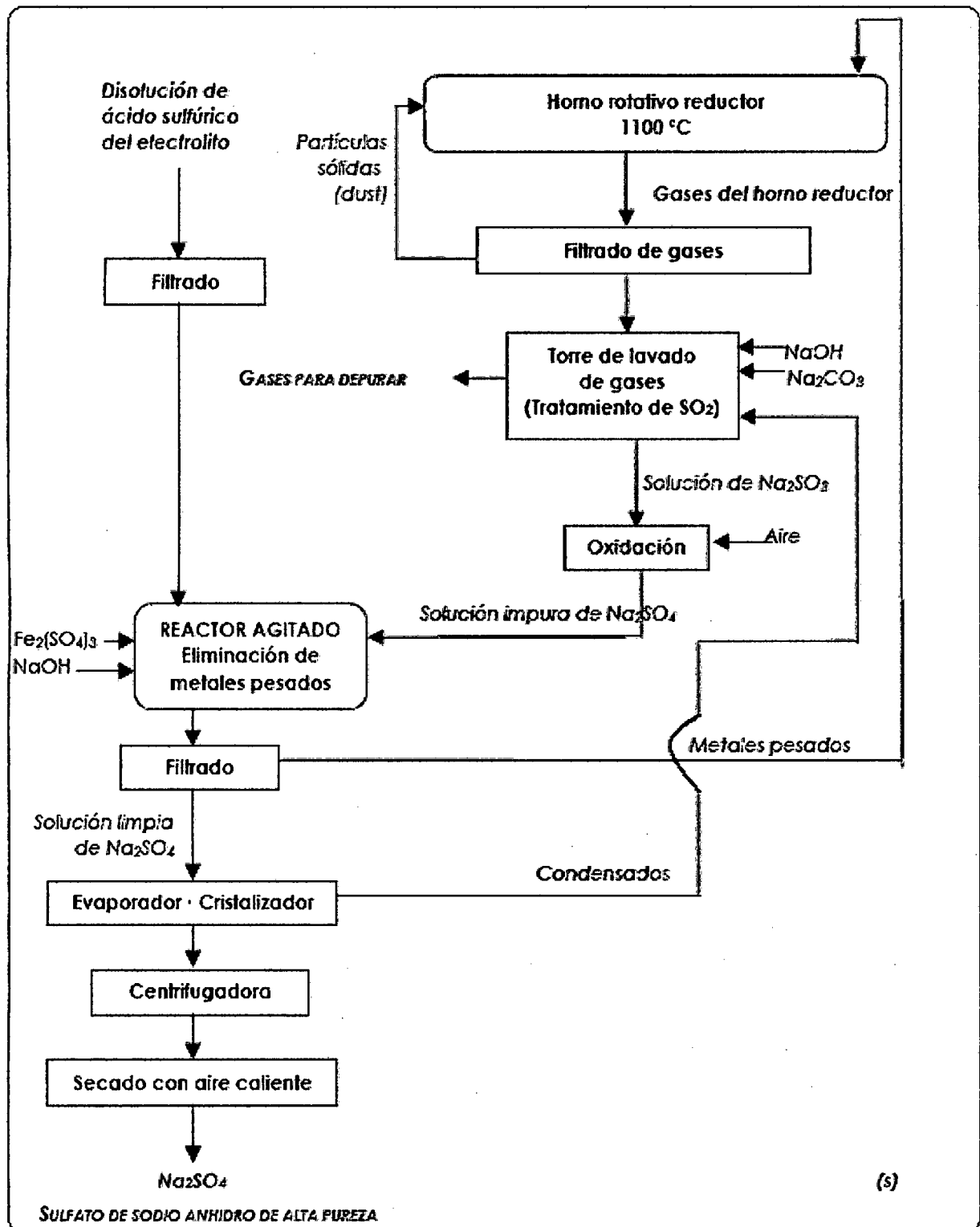


Figura 6.4.4 : Esquema del proceso de reciclaje del SO₂ producido en el horno reductor, reutilización del Ácido Sulfúrico diluido del electrolito y producción de sulfato sodio cristalino



El producto de la torre de lavado de gases es una disolución de Na_2SO_3 que contiene aún impurezas que no han sido separadas, en especial metales pesados (Plomo, estaño, zinc y antimonio principalmente). La siguiente etapa consiste en la oxidación mediante una corriente de aire del sulfito de sodio (Na_2SO_3) a sulfato de sodio (Na_2SO_4). Tras la oxidación del sulfito, se procede a la purificación de la solución impura de Na_2SO_4 . En esta fase aparece una de las ventajas del proceso: en el mismo reactor agitado en el que se purifica el sulfato de sodio, puede introducirse el Ácido Sulfúrico diluido del electrolito (H_2SO_4). Éste es previamente filtrado, resultando una disolución impura de Ácido Sulfúrico. Como las impurezas del H_2SO_4 son metales pesados, al igual que las del sulfato de sodio, pueden tratarse en el mismo reactor. El ácido disminuye considerablemente el pH de la mezcla, que seguidamente se va aumentando en etapas gracias a la adición dosificada de sosa cáustica (NaOH). Los diversos metales pesados van precipitando a diferentes valores de pH, debido a la adición del sulfato de hierro, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$. Tras separar los precipitados metálicos resulta una solución de sulfato de sodio (Na_2SO_4) de alta pureza. Al igual que en el proceso del apartado 6.4.6.1.1, la solución pura de Na_2SO_4 se somete a un proceso de evaporación, cristalización, centrifugado y secado con el objetivo de obtener cristales de sulfato de sodio anhidro de alta pureza. Los condensados del evaporador se recirculan a la torre de lavado de gases. ⁽³⁾

La eficacia de este método es muy alta, pues se presume que se extrae un 99.7 % de todo el azufre presente inicialmente en las baterías usadas, formando parte tanto del PbSO_4 de la pasta como del H_2SO_4 del electrolito. Por tanto, la producción de Na_2SO_4 es de cerca de 2 kg por batería procesada, ligeramente superior a la del proceso del punto 6.3.6.1.1., con lo que los ingresos por la venta de los cristales serían mayores. Habría que sumarse además el ahorro del gasto que supone la gestión del ácido en los procesos tradicionales.

(3): BAÑERES SORINAS, MANUEL. 2003.





Este proceso supone una alternativa muy práctica, especialmente para las plantas con fuertes emisiones de SO₂. Por tanto, está dirigido más bien a aquellos procesos en los que no se procede a la desulfurización. Eliminando las emisiones a la atmósfera de SO₂, reduciendo la generación de escorias y reutilizando el Ácido Sulfúrico del electrolito, se minimiza en gran manera el impacto ambiental del proceso de reciclaje de baterías usadas, aumentando al mismo tiempo la rentabilidad.

6.3.6.2. Métodos Hidrometalúrgicos.

Los procesos hidrometalúrgicos para el tratamiento de la pasta de Plomo tienen una estructura común. En primer lugar se procede a una lixiviación de la pasta, gracias a la cual se obtiene una disolución con algunas impurezas. A continuación, algunos procesos hidrometalúrgicos incluyen una fase en que se purifica dicha disolución, mediante su filtrado o la adición de reactivos. Tras la purificación, llega la etapa propia de la hidrometalurgia: la electrodeposición (*electrowinning*). Los diferentes métodos ideados, proponen condiciones y materiales propios para la electrodeposición, buscando siempre el mayor rendimiento de la manera más económica. El Plomo metálico es el producto de la electrodeposición y debe ser fundido en el horno de la unidad pirometalúrgica para la fabricación de lingotes de Plomo refinado de alta pureza. ⁽⁷⁾

La pirometalurgia es ideal para el reciclaje de los compuestos metálicos, pero ha demostrado ser poco viable para el tratamiento de la pasta de Plomo. Los procesos hidrometalúrgicos son más exactos, limpios y controlados, y ya están apareciendo métodos que resultan incluso más económicos que el uso de hornos para la recuperación del Plomo de la pasta. El objetivo de los procesos hidrometalúrgicos es el de complementar a los pirometalúrgicos, sustituyéndolos en el tratamiento de la pasta, logrando un proceso combinado más ecológico y rentable.

(7): CONVENIO DE BASILEA.



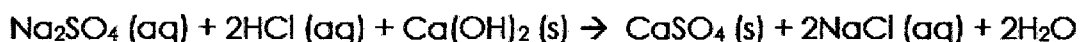


6.3.6.2.1. Método PLACID.

El método PLACID es uno de los procesos hidrometalúrgicos más completos ya que en él, además de la pasta de Plomo, pueden ser tratados también los gases y escorias de la unidad pirometalúrgica e incluso suelos contaminados con Plomo. La lixiviación se lleva a cabo por disolución del Plomo en ácido clorhídrico (HCl) diluido en salmuera. El método incorpora además una etapa de desulfurización en la que, paralelamente, se produce yeso anhidro (CaSO_4), que puede ser vendido.

La figura 6.4.5 ofrece un esquema del funcionamiento del método PLACID combinado con una unidad pirometalúrgica. La primera etapa del proceso consiste en la lixiviación ácida (*acidic leaching*) de la pasta de Plomo. El objetivo de la lixiviación es disolver todo el Plomo posible. Para ello se introduce la pasta en un reactor en el que se añade ácido clorhídrico (HCl) diluido en salmuera (solución de agua con sal, NaCl). La eficiencia en la disolución de Plomo es muy alta, alcanzándose valores de entre un 99.4 % y un 99.7 %.

El ácido clorhídrico puede ser regenerado posteriormente en la celda electrolítica utilizada posteriormente en la etapa de electrodeposición, por lo que no debe consumirse una nueva dosis en cada lixiviación. Antes de proceder a la purificación, debe separarse el sulfato de sodio (Na_2SO_4) generado en la lixiviación. Para ello se introduce cal ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), que reacciona con el ácido clorhídrico de la solución y con el Na_2SO_4 produciendo yeso (CaSO_4). Este producto, con una buena salida comercial en el sector de la construcción. La reacción de producción de yeso es la siguiente:



La siguiente etapa del proceso es la de purificación (*cementation*). Se trata de oxidar las impurezas metálicas para separarlas posteriormente. Dichas impurezas se encuentran en forma de cloruros de cobre, bismuto, estaño, plata, arsénico y antimonio. Para conseguir dicha oxidación, se inyecta polvo de Plomo, produciéndose la siguiente reacción:





Me simboliza los átomos de los distintos metales (cobre, hierro, zinc...). La presencia de estos se debe a que en ocasiones se emplean aleaciones de Plomo y no Plomo refinado puro para la fabricación de las placas y rejillas de las baterías de Plomo. Como el objetivo de este proceso hidrometalúrgico es el de producir Plomo refinado de alta pureza ($\text{Pb} > 99.99 \%$), el resto de metales debe ser separado. Dichos metales forman el denominado cemento, una fase sólida en la que una fracción del Plomo de la pasta es arrastrada. De hecho, un 90% en peso del cemento es Plomo, por lo que puede ser introducido directamente en el horno de la unidad pirometalúrgica.

Tras la fase de purificación, queda en el reactor una salmuera en la que hay disuelto cloruro de Plomo (PbCl_2). Para extraer el Plomo en forma de Plomo en estado de oxidación 0, se pasa a la etapa de la electrodeposición. La celda electrolítica utilizada es uno de los avances tecnológicos más significativos de este método. La existencia de una membrana permeable exclusivamente a los protones H^+ propicia que en una misma celda, haya un electrolito anódico o anolito (agua) y otro catódico o catolito (HCl). En el cátodo, el PbCl_2 es desposeído de su átomo de Plomo, dejando libres en la disolución dos iones cloruro Cl^- . Éstos, a su vez, se combinan con los protones H^+ que han pasado por la membrana, formando una disolución de ácido clorhídrico (HCl), que puede ser reutilizada en la lixiviación. ⁽³⁾

Las reacciones electroquímicas de este proceso son las siguientes:



(3): BAÑERES SORINAS, MANUEL. 2003.



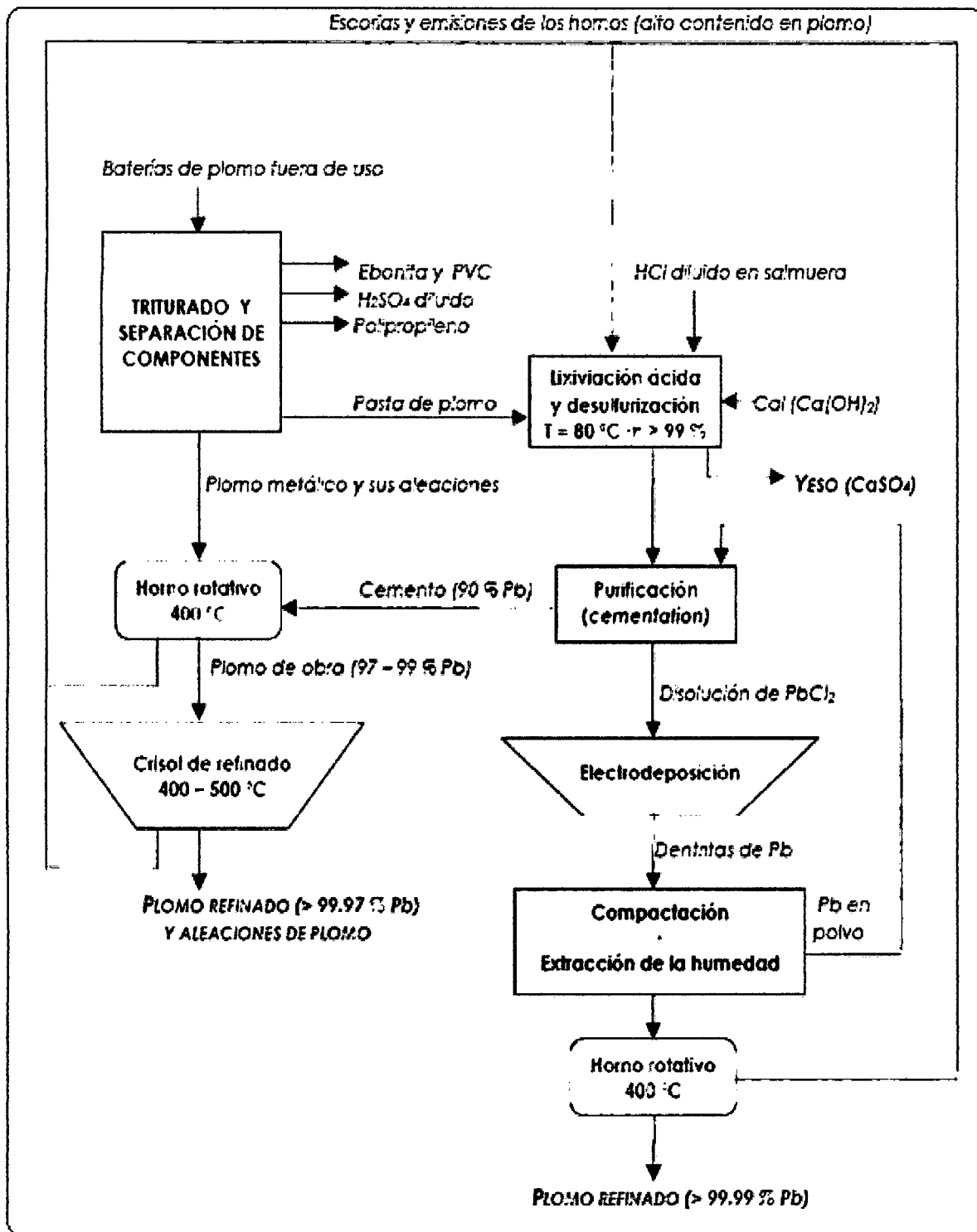


Figura 6.4.5: Esquema del Proceso combinado del metodo hidrometalurgico PLACID con una unidad pirometalurgica.





El Plomo que se va formando se deposita en forma de dentritas en el fondo de la celda, donde hay una cinta transportadora que lo lleva al exterior. Este sistema tiene una gran ventaja sobre aquellos en que el Plomo se deposita en los electrodos: el proceso no tiene que interrumpirse para extraer el Plomo, lo que supone una ganancia de tiempo. Además, este moderno procedimiento para la electrodeposición del Plomo, permite trabajar con una corriente de unos 1 200 A/m², de 4 a 10 veces mayor que en otros procesos hidrometalúrgicos, lo que propicia que pueda reducirse considerablemente el número de celdas electrolíticas.

Inmediatamente después de salir al exterior, se extrae la humedad de las dentritas aplicando presión, lo que provoca su compactación. El Plomo seco se introduce en un horno para alcanzar la fusión y a continuación producir Plomo refinado de alta pureza (Pb > 99.99%).

El método se complementa de una manera muy productiva con una unidad pirometalúrgica, en la que se fundirían los compuestos metálicos de las baterías usadas y las dentritas de Plomo producidas hidrometalúrgicamente, además de las impurezas metálicas filtradas en la etapa de purificación. Este funcionamiento complementario de ambas unidades permite alcanzar elevadísimos niveles de recuperación del Plomo. Además el calor residual del horno puede utilizarse para secar el yeso producido, así como para mantener la temperatura óptima, de unos 80 °C, a lo largo de la lixiviación.

Aunque el costo relativo de operación es más bajo que en las plantas exclusivamente pirometalúrgicas, el elevado precio de los rectificadores y transformadores eléctricos indispensables para el método PLACID hace que el equipo resulte bastante más caro. Por ello, se trata de una tecnología que conviene especialmente a aquellas plantas con una alta producción de Plomo refinado, en la que la amortización del equipo se produciría más rápidamente.

La generación de residuos a lo largo del proceso propuesto por el método PLACID es sumamente baja. De hecho, tan solo se generarían algunos de ellos en forma de sólidos no disueltos en el proceso de lixiviación. Por tanto el avance en los aspectos



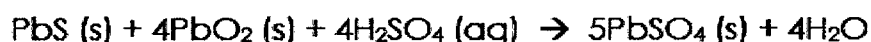


medioambientales es espectacular. Si además se tiene en cuenta que una vez amortizados los costos de equipo, el proceso resulta más barato que los empleados en plantas exclusivamente pirometalúrgicas, queda claro que las plantas de reciclaje de baterías usadas que se edifiquen en el futuro deberían plantearse esta alternativa. ⁽³⁾

6.3.6.2.2. Método CLEANLEAD.

El método CLEANLEAD es uno de los más recientes propuestos por la hidrometalurgia para el reciclaje de baterías usadas. La característica más innovadora de este proceso es que la lixiviación se lleva a cabo en medio básico (*alkaline leaching*). Este hecho es muy novedoso, pues la inmensa mayoría de los procesos hidrometalúrgicos ideados hasta hoy disuelven la pasta en medio ácido (mediante Ácido Clorhídrico y Ácido Fluobórico sobre todo). Al igual que en el método PLACID, el diseño de la tecnología hidrometalúrgica está pensado para el trabajo combinado con una unidad pirometalúrgica, y también existe una actividad paralela de producción de yeso (CaSO₄). La figura 6.4.6 muestra un esquema de la tecnología ideada por el método CLEANLEAD.

Para facilitar la máxima disolución posible de la pasta de Plomo en la posterior etapa de lixiviación, el proceso comienza con la reducción del Plomo tetravalente (Pb(IV)) del Dióxido de Plomo (PbO₂) de la pasta a Plomo bivalente (Pb(II)). Como agente reductor, se utiliza sulfuro de Plomo (PbS). El pH de la reacción debe ser bajo, por lo que se añade el Ácido Sulfúrico del electrolito, previamente filtrado, que además interviene en la reacción. Esto supone una gran ventaja, porque se reducen o incluso eliminan los costos de gestión del ácido. La reacción de reducción, que tiene un rendimiento ligeramente superior al 90 %, es la siguiente:

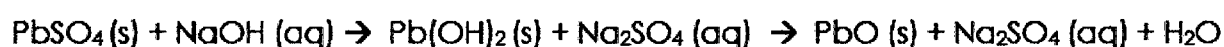


(3): BAÑERES SORINAS, MANUEL. 2003.

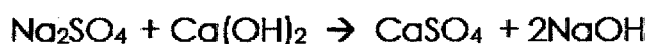




Tras la reducción, la pasta de Plomo está compuesta por óxido de Plomo (PbO), Plomo esponjoso (Pb), una pequeña parte de Dióxido de Plomo (PbO₂), pero sobre todo predomina el sulfato de Plomo (PbSO₄), que supone casi tres cuartas partes del peso. Dada la naturaleza del proceso, conviene desulfurizar la pasta. Para ello se trata con sosa cáustica (NaOH). Para obtener la máxima eficacia en la desulfurización (un 97 %), la concentración óptima en NaOH de la sosa cáustica debe ser de 0,25 M. La reacción de desulfurización, que conduce a la formación de sulfato de sodio (Na₂SO₄) es la siguiente:



A continuación, se separa el sulfato de sodio de la pasta desulfurizada mediante un procedimiento de disolución y filtrado. Para ello se añade agua con la finalidad de que se disuelva todo el Na₂SO₄, quedando una fase sólida, la pasta, que se separa mediante un filtrado. A partir de la solución de sulfato de sodio, puede producirse yeso (CaSO₄), haciendo reaccionar el Na₂SO₄ con cal (Ca(OH)₂), al igual que el método PLACID.



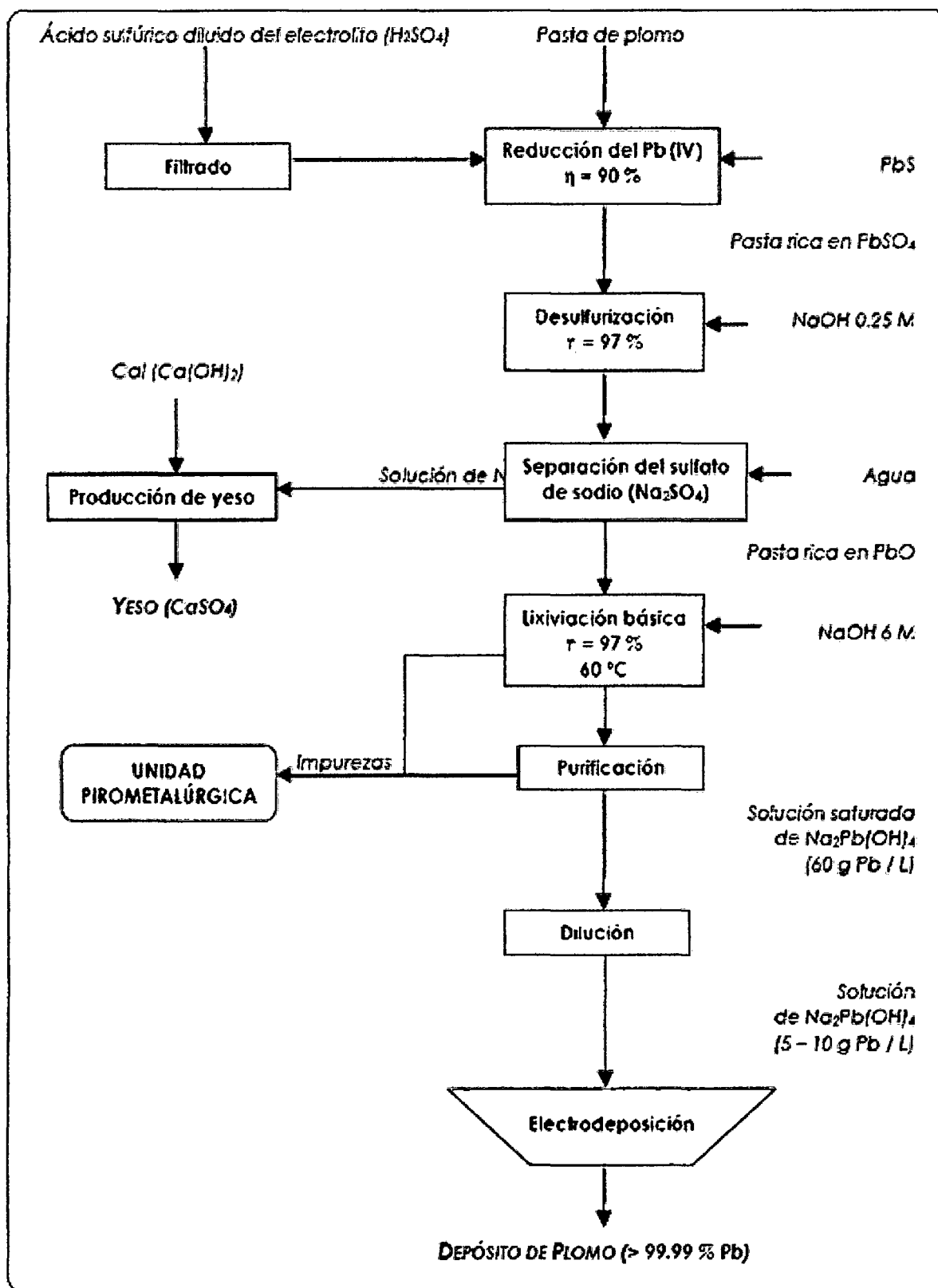
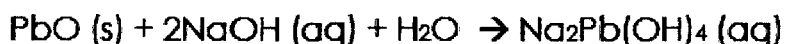


Figura 6.4.6: Esquema del método hidrometalúrgico CLEANEAD.





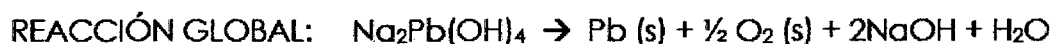
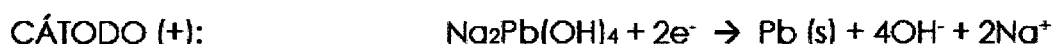
La siguiente etapa consiste en la lixiviación de la pasta de Plomo, en la que predomina el óxido de Plomo. Para disolver dicho óxido de Plomo, se hace reaccionar con sosa cáustica concentrada (NaOH)



Para obtener un máximo rendimiento en la lixiviación, aproximadamente un 97 %, la concentración de la sosa cáustica debe ser 6 M, mientras que la temperatura debe situarse sobre los 60 °C. La pequeña fracción que no es disuelta mediante la lixiviación contiene Plomo por lo que puede ser introducida en el horno de la unidad pirometalúrgica.

Tras la lixiviación, se tiene una solución líquida con un alto contenido en Plomo, que debe ser purificada por la presencia de impurezas metálicas disueltas (antimonio, cobre, arsénico, estaño). Para separarlas, se procede a una lixiviación a contracorriente, que provoca que la solución se sature en Plomo (60 g Pb/ L), lo que propicia la precipitación de las impurezas, que pueden ser separadas mediante un filtrado.

Una vez finalizada la etapa de purificación, se pasa a la electrodeposición, con la finalidad de extraer el Plomo, disuelto en la solución básica de NaOH en forma de $\text{Na}_2\text{Pb(OH)}_4$. En medio básico, el material óptimo para los electrodos de la celda, en los que se deposita el Plomo, es el acero inoxidable. Para alcanzar un máximo rendimiento, alrededor de un 90 %, se diluye la disolución de $\text{Na}_2\text{Pb(OH)}_4$ hasta concentraciones de entre 5 g Pb / L y 10 g Pb / L y se trabaja a unos 40 °C. La electrodeposición del método CLEANLEAD se lleva a cabo mediante altas corrientes eléctricas (cercas a los 1 000 A / m²), lo que permite trabajar con pocas celdas electrolíticas. Las reacciones que se producen son:





El método CLEANLEAD todavía se encuentra en fase de desarrollo, pero todo indica que se trata de uno de los procedimientos más ecológicos y baratos que existen para el reciclaje de la pasta de Plomo. El costo relativo de operación es aproximadamente un 25 % menor que en los procesos pirometalúrgicos tradicionales, mientras que la generación de residuos es prácticamente nula.

6.3.6.2.3. Método FLUOBOR.

Otro proceso hidrometalúrgico viable para el reciclaje de la pasta de Plomo es el propuesto por la prestigiosa empresa italiana ENGITEC. Se trata de un método menos innovador que los anteriores, pero que ya está en funcionamiento, en especial en procesos de extracción de Plomo puro a partir de concentrados minerales de galena (PbS).

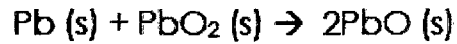
El método FLUOBOR comienza con un proceso de desulfurización de la pasta de Plomo. Para ello se hace reaccionar con carbonato de sodio (Na_2CO_3), de tal manera que el sulfato de Plomo de la pasta se transforma en carbonato de Plomo (PbCO_3). La reacción se lleva a cabo de modo óptimo entre 30 °C y 40 °C y con cantidades cercanas a las estequiométricas. Como subproducto, se genera una solución de sulfato de sodio (Na_2SO_4), que se cristaliza para la producción de cristales de Na_2SO_4 anhidro. La pasta carbonatada (desulfurizada) se separa de la solución de sulfato de sodio (Na_2SO_4) mediante un filtrado a presión y repetidos lavados con agua.

Para obtener un mayor rendimiento en la posterior lixiviación, se reduce el Pb(IV) del Dióxido de Plomo (PbO_2) a Pb(II), convirtiéndolo en óxido de Plomo (PbO). Para ello se hace reaccionar la pasta desulfurizada con peróxido de hidrógeno (H_2O_2). Llevándose a cabo la siguiente reacción:

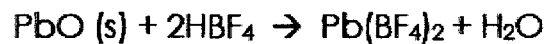


El Oxígeno desprendido en esta reacción activa físicamente al Plomo en estado de oxidación 0 presente en la pasta en forma de Plomo esponjoso, dándole un poder reductor que optimiza el proceso:





A continuación, se procede a la lixiviación. Para ello se introduce la pasta desulfurizada en un reactor en el que es disuelta por una mezcla de Fluoboruro Férrico ($\text{Fe}(\text{BF}_4)_3$) y Ácido Fluobórico (HBF_4). Dado que en la pasta solo queda una gran proporción de PbO y algo de Plomo esponjoso. Las reacciones de lixiviación son las siguientes:



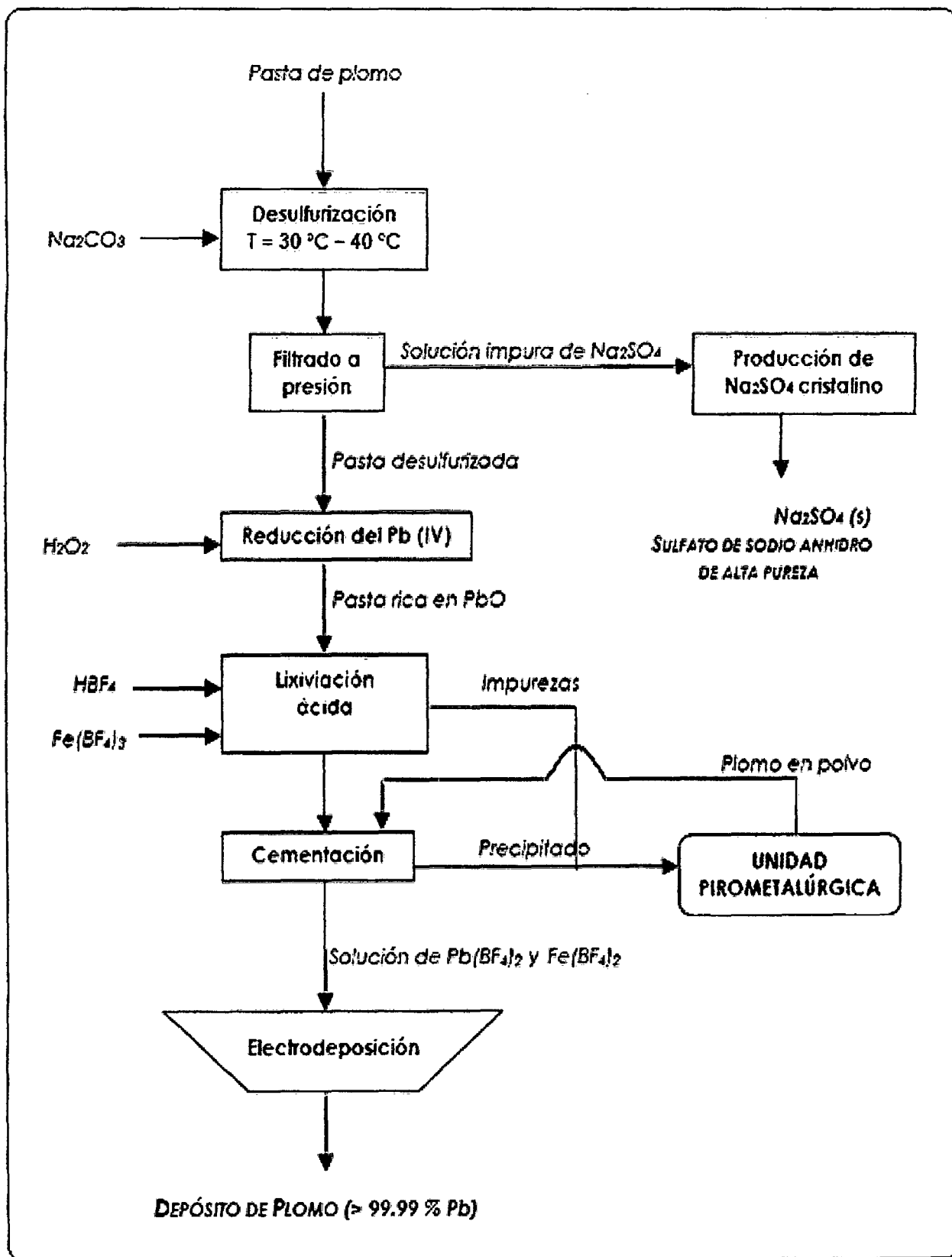


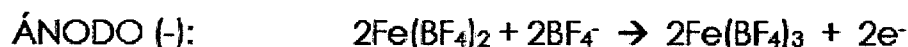
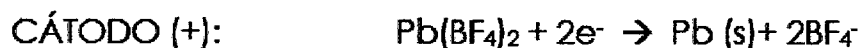
Figura 6.4.7: Esquema del metodo hidrometalurgico FLUOBOR.





La pequeña fracción no disuelta se filtra, obteniéndose una disolución obtenida de Fluoboruro de Plomo ($\text{Pb}(\text{BF}_4)_2$) y de Hierro ($\text{Fe}(\text{BF}_4)_2$) que contiene impurezas metálicas. Para separarlas, se introduce Plomo en polvo, que las oxida provocando su cementación, lo que permite su filtrado. Tanto la fracción no disuelta en la lixiviación, cómo el precipitado separado en la purificación pueden introducirse en el horno de la unidad pirometalúrgica dado su alto contenido en Plomo.

Finalmente, se lleva a cabo la electrodeposición. Se realiza en celdas electrolíticas corrientes, con ánodos de grafito y cátodos de Plomo metálico puro. En el cátodo se deposita Plomo metálico de alta pureza, mientras que en el ánodo se acumula Fluoboruro Férrico, que puede ser reutilizado en sucesivas lixiviaciones. Las reacciones electrolíticas que se producen son la siguiente:



Los cátodos con el depósito de Plomo se extraen y se introducen en un horno para la fabricación de lingotes, mientras que electrolito también puede ser reutilizado en siguientes lixiviaciones. ⁽³⁾

El método FLUOBOR refleja una de las primeras versiones mínimamente rentables que la hidrometalurgia ofreció para el reciclaje de baterías usadas. El gran inconveniente que conlleva es que, dada la baja corriente eléctrica de trabajo ($320 \text{ A} / \text{m}^2$), el número de celdas necesario es bastante alto, elevando el costo del equipo. Sin embargo, se trata de una tecnología muy limpia y eficiente, que, una vez amortizada, resulta más barata que los procesos exclusivamente pirometalúrgicos.

(3): BAÑERES SORINAS, MANUEL. 2003.





CONCLUSIONES





CONCLUSIONES.

- La clave de la gran importancia de la batería de Plomo, desde hace décadas, es ser el sistema establecido para almacenar y suministrar la energía eléctrica que consumen los vehículos de todo el mundo.
- El consumo masivo de la batería de Plomo, cómo fuente de electricidad en la totalidad de vehículos del mundo provoca que la generación de baterías usadas sea enorme. A pesar de que contiene una gran cantidad de elementos contaminantes, en especial Plomo y Ácido Sulfúrico; el bajo precio de la batería de Plomo hace muy improbable su sustitución por otro sistema más ecológico en un futuro próximo.
- Gran parte del consumo mundial de Plomo, está dedicada a la fabricación de baterías. La recuperación del Plomo, presente en las baterías, constituye una fuente fundamental de esta producción.
- Al final de su vida útil la batería, contiene la misma cantidad de Plomo, que el producto nuevo. Por esta razón la batería usada adquiere un valor comercial significativo ya que es posible reciclar el Plomo a través de un proceso de fundición.
- En la ciudad de Iquitos, la principal fuente de generación de baterías desechadas es producida por el parque vehicular, que en la actualidad cuenta con **108 340** vehículos, de los cuales **19 510 (18,01%)** corresponden al transporte publico y **88 830 (81,99%)** corresponden al transporte particular. Cabe mencionar que **80 743** son vehículos menores cómo motocicletas (**74,53%**) y **20 186** son motocarros (**18,63%**); estos vehículos son considerados cómo el principal medio de transporte en Iquitos, tanto para uso personal cómo para transporte publico y constituyen el **93,16%** del total de vehículos.





- Desde el año 2004 hasta el año 2010 se han producido aproximadamente **128 474** unidades de baterías desechadas, las cuales a falta de una reglamentación legal, terminaron en muchos casos, enterradas, en botaderos de residuos sólidos o en instalaciones clandestinas en donde se destapan sin medidas sanitarias o de control ambiental adecuadas, generando graves riesgos a la propia salud de quienes las manipulan, la salud pública y el medio ambiente. La elevada generación de un residuo tan contaminante como son las baterías usadas hace necesario un sistema de gestión eficiente.
- Las baterías usadas tienen índices de reciclaje más alto que el papel y el aluminio. El Plomo es tan bueno como el extraído de las minas o el importado. El Plomo reciclado también es empleado en la elaboración de plomadas o pesas para pesca. Además, se elaboran láminas y ladrillos de Plomo que son utilizadas en las salas de radiografía o de quimioterapia.
- No existe un programa oficial por parte del Estado, para la recuperación, manejo y reciclaje de las baterías Plomo-ácido usados. Esta actividad está en manos de microempresas formales e informales, basadas en la libre oferta y demanda.
- De acuerdo a los resultados de las encuestas realizadas, se puede observar que las personas tienen algunas nociones acerca del manejo de las baterías desechadas y del peligro al que podrían estar expuestas si no se manipula correctamente este residuo, sin embargo no se toman las preocupaciones del caso por una clara falta de interés sobre el tema.
- El mal manejo de las baterías usadas puede dispersar o transportar el Plomo de la batería a los distintos compartimentos del ambiente, ingresando al organismo por distintas vías.





- El abandono de las baterías a espacio abierto, puede afectar al medio (suelo) a causa de un arrastre de contaminantes por la lluvia, tales como óxidos de Plomo y electrolito Ácido; siendo el Plomo un contaminante muy peligroso debido a su acumulación en plantas, animales y gravemente en seres humanos.
- El proceso de reciclado es un elemento esencial del desarrollo sostenible y posibilita una utilización racional de recursos naturales escasos, o que pudieran escasear, como el Plomo. El proceso de reciclado presenta grandes ventajas como una mayor duración de los recursos naturales, un menor costo monetario y por la conservación de energía.
- La creación de una categoría oficial que distinga a los puntos de recogida adecuados, así como una legislación que estimule a los usuarios a participar activamente en la gestión, son requisitos fundamentales para sanear la gestión de baterías de Plomo fuera de uso desde un punto de vista ecológico.
- Actualmente, en la mayoría de los países los acumuladores de Plomo usados se devuelven a las industrias productoras para que se recicle el Plomo y la solución ácida. No obstante, teniendo en cuenta que un acumulador ordinario contiene también Ácido Sulfúrico y varios tipos de plásticos, es posible que el proceso de reciclado llegue a representar un peligro, si no se controla debidamente.





RECOMENDACIONES





RECOMENDACIONES.

- Es necesaria la implementación de alternativas de solución, para un manejo adecuado de los desechos sólidos para neutralizar los efectos negativos que se presentan en tanto en la salud de la población cómo en la del medio ambiente, por parte de las autoridades locales, cómo también la participación de las diferentes instituciones involucradas.
- Paralelo a la implementación de alternativas de solución a la diversa problemática de lo que hoy son desechos, deben impulsarse medidas tendientes a disminuir los volúmenes de generación o a generar recursos que puedan ser usados para impulsar de una manera mas profunda y eficiente las técnicas de tratamiento y valorización de los desechos.
- Es necesario que las autoridades competentes lleven un control adecuado acerca de las empresas que se dedican a la compra y venta de residuos sólidos (chatarra), ya que en la mayoría de los casos, estas empresas no cumplen con las normas de seguridad e higiene para e manejo de residuos.
- A efectos de recuperar el Plomo en forma ambientalmente adecuada, es esencial que exista un sistema de gestión formal, que contemple todos los pasos desde que la batería se convierte en residuo hasta el proceso de fundición.
- Evitar el vertido del electrolito, que además de ser muy corrosivo contiene alta concentración de Plomo disuelto y en forma de partículas que contaminan el suelo y las aguas.
- Evitar la descarga de las baterías automotrices en ríos y lagos, ya que puede ser emitido el contenido electrolítico de **Ácido Sulfúrico** , así cómo óxidos metálicos residuales, lo que afectaría a este medio acuático y sus formas de vida





- Evitar que la baterías desechadas estén dispuestas en un basurero, son propensas a quemarse los materiales combustibles de plástico cómo la carcasa, compartimientos, separadores y material tubular. Los cuales, presentan emisiones de monóxido de carbono por combustión incompleta. Además eliminando el material de plástico, permitirá que el contenido de la batería sea liberado al ambiente, tal cómo el Ácido Sulfúrico , oxido de Plomo, contaminantes de alto carácter toxico.

- Se recomienda a los tesistas que deseen continuar e implementar este estudio, realizar la evaluación socio – económica de la implementación del proyecto de reciclaje de baterías desechadas; teniendo en cuenta las alternativas tecnológicas propuestas en el presente; siendo necesario considerar el Estudio de Impacto Ambiental y el de Abandono de Funcionamiento, por tratarse de procesos que generan residuos sólidos peligrosos.

- **Recomendaciones para extender la vida útil de las baterías:**
 - La adición de Ácido o aguas aciduladas, dañan el balance químico interno, deteriorando drásticamente la vida de la batería.
 - Evitar colocar accesorios adicionales al vehiculo tales cómo: equipo de sonido, vidrios eléctricos, bloqueo central, alarma, aire acondicionado, luces halógenas, etc. Son sinónimo de requerir un alternador de mayor tamaño y una batería de mayor capacidad.
 - Verificar periódicamente el sistema eléctrico del vehiculo, ya que un sistema defectuosos produce pequeños corto circuitos, que disminuyen la vida útil de la batería.
 - Evitar mantener el vehiculo encendido cuando se encuentre en reposo, y con consumo eléctrico.
 - Evitar el consumo eléctrico mientras el vehiculo se encuentre apagado.
 - Verificar que la batería este correctamente fijada al chasis del vehiculo, ya que las vibraciones excesivas dañan la vida de la batería.





REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS





REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

1. AGENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL DE LOS ESTADOS UNIDOS, EPA. Guía para el Ciudadano sobre Solidificación/Estabilización. Washington: Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, EPA; Enero del 2003.
2. AGUILAR, ORLANDO. 2002. Manejo Ambientalmente Adecuado de Baterías Plomo – Ácido en la Republica de Panamá. Ministerio de Salud, Panamá. Pp. 78.
3. BAÑERES SORINAS, MANUEL. 2003. Estudio de alternativas en el Reciclaje de Baterías de Plomo Fuera de Uso. España. 2003. Pp. 102.
4. COLOMER, F.J., GALLARDO A. 2007. Tratamiento y Gestión de residuos Sólidos. Universidad Politécnica de Valencia. Ed. Limusa, México. Pp. 319.
5. COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE - COOPERACIÓN TÉCNICA ALEMANA - COOPERACIÓN INTERGUBERNAMENTAL CHILE – ALEMANIA. 2004. Guía Técnica Sobre Manejo De Baterías De Plomo Ácido Usadas. Santiago, Chile. 2004. Pp. 83.
6. CONAMA 2002. Problemática de los Residuos Sólidos.
7. CONVENIO DE BASILEA. "directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de los acumuladores de Ácido – Plomo de desecho". Chatelaine, Suiza. 2003. Pp. 67.
8. DIRECCION GENERAL DE SALUD AMBIENTAL. 2006. Manual de Difusión Técnica N° 01: Gestión de los Residuos Peligrosos en el Perú. Lima – Perú. 2008. Pp. 76.





9. FLORES W., CANAHUA H., MAMANI E. 2004. Reciclaje De Baterías Usadas De Plomo – Ácido; Para Su Aplicación En La Enseñanza de Química En La Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman De Tacna. Dado en: 3er. Congreso Peruano De Materiales. 2004. Arequipa, Universidad Nacional San Agustín De Arequipa. 13 p.

10. GOBIERNO DE CHILE. CONSEJO NACIONAL DEL AMBIENTE. 2010. Estudio De Impactos Económicos, Ambientales Y Sociales De La Implementación De La Responsabilidad Extendida Del Productor En Chile. Informe Final. Diagnostico Sobre Baterías Fuera De Uso (Bfus). Santiago, Chile. Pp. 19 – 33.

11. GONZÁLEZ FRANCISCO. 2001. Todo Sobre Baterías. Guatemala. 2001. Pp. 7

12. LACASAÑA NAVARRO M, ROMIEU I. SANIN AGUIRRE L.H. 1996. EL PROBLEMA DE ESPOSICION AL PLOMO EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. (1 – 33).

13. Ley General de Residuos Sólidos, Ley N° 27314 promulgada el 20 de julio del 2000 y publicada en el Diario Oficial "El Peruano" el 21 de julio del 2000.

14. MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE MAYNAS. 2011.

15. OJEDA BURBANO, EDUARDO ORLANDO. 2002. "Tecnologías Existentes y Desarrolladas En Colombia Para El Manejo De Los residuos: Pilas, Lubricantes, Baterías Y Envases De Plaguicidas". Panamá, 2002. Pp. 12 – 40.

16. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. 2009. Enfoque Estratégico para la Gestión de los Productos Químicos a Nivel Internacional. Dado en: 62ª ASAMBLEA MUNDIAL DE LA SALUD.2009. (Pp. 5). 7p.





17. Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos, D.S. N° 057-2004/PCM, promulgada el 22 de julio del 2004 y publicada en el diario oficial "El Peruano" el día 24 de julio del 2004.

18. REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA, MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES. 2002. Proyecto Nacional de Manejo Ambientalmente Seguro de Baterías Usadas de Ácido-Plomo en Venezuela. Caracas, Venezuela. 18 p.

19. REPUBLICA DEL PERU, DEFENSORIA DEL PUEBLO. Pongamos La Basura En Su Lugar: Propuestas para la gestión de los Residuos sólidos municipales. 2007. Pp. 144.

20. REPUBLICA DEL PERÚ. MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN. 2008. Republicación: Proyecto de Reglamento Sobre el Manejo de Baterías de Plomo Ácido Usadas. 2008. 34 p.

21. SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE REGISTROS PUBLICOS (SUNARP). 2011.

22. UNIÓN TEMPORAL OCADE LTADA. (COLOMBIA), SANIPLAN (RJ. – BRASIL), AMBIENTAL S.A. (ARGENTINA). "diagnostico ambiental sobre el manejo actual de baterías usadas generadas por el mantenimiento del parque automotor de Bogotá – resumen ejecutivo". 15 p.

23. UNIVERSIDAD DON BOSCO, DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE. 2004. Baterías Automotrices: Estudio Para La Evaluación Mercadologica De Los Desechos Industriales En El Salvador. El Salvador. 33p.

24. UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU. 2008. I Seminario Taller 2008: "Técnicas Para el Manejo y Aprovechamiento de Residuos Sólidos en la Ciudad de Iquitos". Iquitos. 2008.





ANEXOS





ANEXO 01

Reglamento de Ley General de Residuos Sólidos, (D.S. N° 057-2004/PCM) Anexo 4

Lista A: Residuos Peligrosos

"Los Residuos enumerados en este anexo están definidos como peligrosos de conformidad con la Resolución Legislativa N° 26234, Convenio de Basilea, el cual no impide para que se use el anexo 6 del presente Reglamento con el fin de definir que un residuo no es peligroso".

A1.0 residuos metálicos o que contengan metales

A1.1 residuos metálicos y aquellos que contengan aleaciones de cualquiera de los elementos siguientes: Sb, As, Be, Cd, Pb, Hg, Se, Te y Tl.

A1.2 residuos que tengan como constituyentes o contaminantes, los elementos anteriores y sus compuestos.

A1.3 residuos que tengan como constituyentes: Carbonilos de metal; y, Compuestos de cromo hexavalente.

A1.4 Lodos galvánicos.

A1.5 residuos contaminados con líquidos de residuos del decapaje de metales.

A1.6 residuos de la lixiviación del tratamiento del zinc.

A1.7 residuos de zinc no incluidos en el anexo 5 del Reglamento, que contengan Plomo y cadmio en concentraciones tales que presenten características del anexo 6 del Reglamento.

A1.8 Cenizas de la incineración de cables de cobre recubiertos.

A1.9 Polvos y residuos de los sistemas de depuración de gases de las fundiciones de cobre.

A1.10 residuos contaminados con soluciones electrolíticas usadas en las operaciones de refinación y extracción electrolítica del cobre.

A1.11 Lodos residuales, excluidos los fangos anódicos, de los sistemas de depuración electrolítica de las operaciones de refinación y extracción electrolítica del cobre.

A1.12 residuos contaminados con soluciones de ácidos que contengan cobre disuelto.

A1.13 residuos de catalizadores de cloruro cúprico y cianuro de cobre.

A1.14 Cenizas de metales preciosos procedentes de la incineración de circuitos impresos no incluidos en el anexo 5 del Reglamento.

A1.15 residuos de acumuladores de Plomo enteros o triturados.

A1.16 Residuo de acumuladores sin seleccionar, excluyendo las mezclas de acumuladores citadas en el anexo 5 del Reglamento.

A1.17 residuos o restos de Montajes eléctricos y electrónicos que contengan componentes como acumuladores y otras baterías incluidas en el presente anexo, interruptores de mercurio, vidrios de tubos de rayos catódicos y otros vidrios activados y capacitadores de PCB, o aquellos indicados en el anexo 5 numeral 1.11 que estén contaminados con constituyentes del anexo I del Convenio de Basilea, en tal grado que posean alguna de las características del anexo 6 del Reglamento.

A2.0 residuos que contengan principalmente constituyentes orgánicos, que puedan contener metales o materia orgánica

A2.1 residuos de vidrio de tubos de rayos catódicos y otros vidrios activados.

A2.2 residuos de compuestos inorgánicos de flúor en forma de lodos, con excepción de los residuos de ese tipo especificados en el anexo 5 del Reglamento.





A2.3 residuos de catalizadores, con excepción de los residuos de este tipo especificados en el anexo 5 del Reglamento.

A2.4 Yeso de residuo procedente de procesos de la industria química, si contiene constituyentes del anexo I del Convenio de Basilea, en tal grado que presenten una característica peligrosa del anexo 6 del Reglamento.

A2.5 residuos de amianto sean éstos en polvo o fibras.

A2.6 Cenizas volante de centrales eléctricas de carbón que contengan sustancias que están señaladas en el anexo I del Convenio de Basilea, en concentraciones tales que presenten características del anexo 6 del Reglamento.

A3.0 residuos que contengan principalmente constituyentes orgánicos, que puedan contener metales y materia inorgánica

A3.1 residuos resultantes de la producción o el tratamiento de coque de petróleo y asfalto.

A3.2 residuos de aceites minerales no aptos para el uso al que estaban destinados.

A3.3 residuos que contengan, estén integrados o estén contaminados por lodos de compuestos antidetonantes con Plomo.

A3.4 residuos contaminados con líquidos térmicos (transferencia de calor)

A3.5 residuos resultantes de la producción, preparación y utilización de resinas, látex, plastificantes o colas adhesivos, excepto los residuos especificados en el anexo 5 del Reglamento.

A3.6 residuos de nitrocelulosa.

A3.7 Residuo de fenoles, compuestos fenólicos, incluido el clorofenol en forma de lodo.

A3.8 residuos contaminados con éteres excepto los especificados en el anexo 5 del Reglamento

A3.9 residuos de cuero en forma de polvo, cenizas, lodos y harinas que contengan compuestos de Plomo hexavalente o biocidas.

A3.10 residuos de cuero regenerado que no sirvan para la fabricación de artículos de cuero, que contengan compuestos de cromo hexavalente o biocidas.

A3.11 residuos del curtido de pieles que contengan compuestos de cromo hexavalente o biocidas o sustancias infecciosas.

A3.12 Pelusas - fragmentos ligeros resultantes del desmenuzamiento.

A3.13 residuos de compuestos de fósforo orgánicos.

A3.14 residuos contaminados con disolventes orgánicos no halogenados pero con exclusión de los residuos especificados en el anexo 5 del Reglamento.

A3.15 residuos contaminados con disolventes orgánicos halogenados

A3.16 residuos resultantes de desechos no acuosos de destilación halogenados o no halogenados derivados de operaciones de recuperación de disolventes orgánicos.

A3.17 residuos resultantes de la producción de hidrocarburos halogenados alifáticos, como el clorometano, dicloroetano, cloruro de vinilo, cloruro de alilo, epicloridrina, entre otros.

A3.18 residuos 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 igual o superior a 50 mg/kg.

A3.19 residuos de desechos alquitranados, con exclusión de los cementos asfálticos, resultantes de la refinación, destilación o cualquier otro tratamiento pirolítico de materiales orgánicos.

A4.0 residuos que pueden contener constituyentes inorgánicos u orgánicos

A4.1 residuos resultantes de la producción, preparación y utilización de productos farmacéuticos, pero con exclusión de los residuos especificados en el anexo 5 del Reglamento.

A4.2 residuos de establecimientos de atención de salud y afines; es decir residuos





resultantes de práctica médica, enfermería, dentales, veterinaria o actividades similares, y residuos generados en hospitales u otras instalaciones durante actividades de investigación o el tratamiento de pacientes, o de proyecto de investigación.

A4.3 residuos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de biocidas y productos fitofarmacéuticos, con inclusión de residuos de plaguicidas y herbicidas que no respondan a las especificaciones, caducados, o no aptos para el uso previsto originalmente.

A4.4 residuos resultantes de la fabricación, preparación y utilización de productos químicos para la preservación de la madera.

A4.5 residuos que contienen, consisten o están contaminados con algunos de los productos siguientes:

- i. Cianuros inorgánicos, con excepción de los residuos que contienen metales preciosos, en forma sólida, con trazas de cianuros inorgánicos; y,
- ii. Cianuros orgánicos.

A4.6 residuos contaminados con mezclas y emulsiones de aceite y agua o de hidrocarburos y agua.

A4.7 residuos que contiene desechos de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices, con exclusión de los residuos especificados en el anexo 5 del Reglamento.

A4.8 residuos de carácter explosivo, con exclusión de los residuos especificados en el anexo 5 del Reglamento.

A4.9 residuos contaminados con soluciones ácidas o básicas, distintas de las especificadas en el anexo 5 del Reglamento.

A4.10 residuos resultantes de la utilización de dispositivos de control de la contaminación industrial para la depuración de los gases industriales, pero con exclusión de los residuos especificados en el anexo 5 del Reglamento.

A4.11 residuos que contienen, consisten o están contaminados con algunos de los productos siguientes:

- i. Cualquier sustancia del grupo de los dibenzofuranos policlorados; y,
- ii. Cualquier sustancia del grupo de las dibenzodioxinas policloradas.

A4.12 residuos que contienen, consisten o están contaminados con peróxidos.

A4.13 Envases y contenedores de residuos que contienen sustancias incluidas en el anexo I del Convenio de Basilea, en concentraciones suficientes como para mostrar las características peligrosas del anexo 6 del Reglamento.

A4.14 residuos consistentes o que contienen productos químicos que no responden a las especificaciones o que ya caducaron, según a las categorías del anexo I del Convenio de Basilea, y a las características de peligrosidad señalada en el anexo 6 del Reglamento.

A4.15 residuos contaminados con sustancias químicas nuevas o no identificadas, resultantes de investigación o de actividades de enseñanza, cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan.

A4.16 Carbón activado consumido no incluido en el anexo 5 del Reglamento.



Anexo 5

Lista B: Residuos no Peligrosos

"Son aquellos residuos que no están definidos cómo peligrosos de acuerdo a la Resolución Legislativa N° 26234, Convenio de Basilea, a menos que contengan materiales o sustancias, que son establecidos en el anexo I del Convenio de Basilea, en una cantidad tal que les confiera una de las características del anexo 6 del Reglamento".

Residuos no Peligrosos

B.1.0 residuos de metales y residuos que contengan metales

B.1.1 Residuos de metales y de aleaciones de metales, en forma metálica y

B.1.2 Chatarra de metal limpia, no contaminada, incluidas las aleaciones en forma acabada o en bruto, cómo las láminas, chapas, vigas, barras, entre otras.

B.1.3 Metales refractarios que contengan residuos;

B.1.4 Chatarra resultante de la generación de energía eléctrica no contaminada con aceite de lubricante, PBC o PCT en una cantidad que la haga peligrosa.

B.1.5 Fracción pesada de la chatarra de mezcla de metales no ferrosos que no contenga materiales del anexo I del Convenio de Basilea, en una concentración suficiente cómo para mostrar las características del anexo 6 del Reglamento.

B.1.6 residuos de selenio y telurio en forma metálica elemental, incluido el polvo de estos elementos.

B.1.7 residuos de cobre y de aleaciones de cobre en forma dispersable, a menos que contengan constituyentes del anexo I del Convenio de Basilea, en una cantidad tal que les confiera alguna de las características del anexo 6 del Reglamento.

B.1.8 Ceniza y residuos de zinc, incluidos los residuos de aleaciones de zinc en forma dispersable, que contengan constituyentes del anexo I del Convenio de Basilea, en una concentración tal que les confiera alguna de las características del anexo 6 del Reglamento o características peligrosas del numeral 4 del anexo 6 del Reglamento.

B.1.9 Baterías de desecho que se ajusten a una especificación, con exclusión de los fabricados con Plomo, cadmio o mercurio.

B.1.10 residuos que contienen metales resultantes de la fusión, refundición y refinación de metales:

B.1.11 Montajes eléctricos y electrónicos:

B.1.12 Catalizadores agotados, con exclusión de líquidos utilizados cómo catalizadores, que contengan alguno de los elementos mencionados en el D.S. N° 057-2004/PCM.

B.1.13 Catalizadores agotados limpios que contengan metales preciosos.

B.1.14 residuos que contengan metales preciosos en forma sólida, con trazas de cianuros inorgánicos.

B.1.15 residuos de metales preciosos y sus aleaciones, cómo el oro, la plata, el grupo de platino, excluyendo el mercurio, en forma dispersable, no líquida, con un embalaje y etiquetado adecuados.

B.1.16 Cenizas de metales preciosos resultantes de la incineración de circuitos impresos.

B.1.17 Cenizas de metales preciosos resultantes de la incineración de películas fotográficas.

B.1.18 residuos de películas fotográficas que contengan haluros de plata y plata metálica.

B.1.19 residuos de papel para fotografía que contengan haluros de plata y plata metálica.

B.1.20 Escoria granulada resultante de la fabricación de hierro y acero.





B1.21 Escoria resultante de la fabricación de hierro y acero, con inclusión de escorias que sean una fuente del TiO₂ y vanadio.

B.1.22 Escoria de la producción de zinc, químicamente estabilizada, con un elevado contenido de hierro (más de 20%) y elaborado de conformidad con las especificaciones industriales, sobre todo con fines de construcción.

B1.23 Escamas de laminado resultantes de la fabricación de hierro y acero.

B1.24 Escamas de laminado del óxido de cobre

B2.0 residuos que contengan principalmente constituyentes inorgánicos que a su vez puedan contener metales y materiales orgánicos

B2.1 residuos resultantes de actividades mineras, en forma no dispersable:

B2.2 residuos de vidrios en forma no dispersable:

B2.3 residuos de cerámica en forma no dispersable:

B2.4 Otros desperdicios que contengan principalmente constituyentes inorgánicos:

B2.5 Cenizas volantes eléctricas a carbón, no incluidas en el anexo 4.

B2.6 Carbón activado consumido, resultante del tratamiento del agua potable y de procesos de la industria alimentaria y de la producción de vitaminas.

B2.7 Fango de fluoruro de calcio.

B2.8 residuos de yeso resultante de procesos de la industria química no incluidos en el anexo 4 del Reglamento.

B2.9 residuos de ánodos resultantes de la producción de acero o aluminio, hechos de coque o alquitrán de petróleo y limpiados con arreglo a las especificaciones normales de la industria, con exclusión de los residuos de ánodos resultantes de la electrólisis de álcalis de cloro y de la industria metalúrgica.

B2.10 residuos de hidratos de aluminio y residuos de alúmina, y residuos de la

producción de alúmina, con exclusión de los materiales utilizados para la depuración de gases, o para los procesos de floculación o filtrado.

B2.11 residuos de bauxita "barro rojo", con pH moderado a menos de 11,5.

B2.12 residuos contaminados con soluciones ácidas o básicas con un pH superior a 2 o inferior a 11,5, que no muestren otras características corrosivas o peligrosas

B3.0 residuos que contengan principalmente constituyentes orgánicos, que pueden contener metales y materiales inorgánicos

B3.1.1 residuos de material plástico de polímeros y copolímeros no halogenados, con inclusión de los siguientes, pero sin limitarse a ellos:

B3.1.2 residuos de resinas curadas o productos de condensación, con inclusión de los siguientes:

B3.1.3 Los residuos de polímeros fluorados

B3.2. residuos de papel, cartón y productos del papel

B3.3.1 residuos de seda (con inclusión de cocuyos inadecuados para el devanado, residuos de hilados y de materiales en hilachas);

B3.3.2 residuos de lana o de pelo animal, fino o basto, con inclusión de residuos de hilados pero con exclusión del material en hilachas)

B3.3.3 residuos de algodón, (con inclusión de los residuos de hilados y material en hilachas)

B3.3.4 Estopa y residuos de lino.

B3.3.5 Estopa y residuos (con inclusión de residuos de hilados y de material deshilachado) de cáñamo verdadero (Cannabis sativa L.)

B3.3.6 Estopa y residuos (con inclusión de residuos de hilados y de material deshilachado) de yute y otras fibras textiles bastas (con exclusión del lino, el cáñamo verdadero y el ramio)

B3.3.7 Estopa y residuos (con inclusión de residuos de hilados y de material





deshilachado) de sisal y de otras fibras textiles del género Agave.

B3.3.8 Estopa, borras y residuos (con inclusión de residuos de hilados y de material deshilachado) de coco.

B3.3.9 Estopa, borras y residuos (con inclusión de residuos de hilados y de material deshilachado) de abaca (cáñamo de Manila o Musa textilis Nee).

B3.3.10 Estopa, borras y residuos (con inclusión de residuos de hilados y material deshilachado) de ramio y otras fibras textiles vegetales, no especificadas o incluidas en otra parte

B3.3.11 residuos (con inclusión de borras, residuos de hilados y de material deshilachado) de fibras no naturales

B3.3.12 Ropa usada y otros artículos textiles usados

B3.3.13 Trapos usados, bramantes, cordelería y cables de desecho y artículos usados de bramante, cordelería o cables de materiales textiles

B3.4 residuos de caucho

B3.5 residuos de corcho y de madera no elaborados:

B3.6 residuos resultantes de las industrias agroalimentarias siempre que no sean infecciosos:

B3.7 Los siguientes residuos: residuos de pelo humano; y, Paja de desecho. Micelios de hongos desactivados resultantes de la producción de penicilina para su utilización como piensos

B3.8 residuos y recortes de caucho.

B3.9 Recortes y otros residuos de cuero o de cuero aglomerado, no aptos para la fabricación

de artículos de cuero, con exclusión de los fangos de cuero que no contengan biocidas o compuestos de cromo hexavalente.

B3.10 Polvo, cenizas, lodos o harinas de cueros que no contengan compuestos de cromo hexavalente ni biocidas.

B3.11 residuos de curtido de pieles que no contengan compuestos de cromo hexavalente ni biocidas ni sustancias infecciosas

B3.12 residuos consistentes en colorantes alimentarios.

B3.13 Éteres polímeros de desecho y éteres monómeros inocuos de desecho que no puedan formar peróxidos.

B3.14 Cubiertas neumáticas de desecho, excluidas las destinadas a las operaciones del anexo IV.A del Convenio de Basilea.

B4.0 residuos que puedan contener componentes inorgánicos u orgánicos

B4.1 residuos integrados principalmente por pinturas de látex y/o con base de agua, tintas y barnices endurecidos que no contengan disolventes orgánicos, metales pesados ni biocidas en tal grado que los convierta en peligrosos.

B4.2 residuos procedentes de la producción, formulación y uso de resinas, látex, plastificantes, colas/adhesivos, que no figuren en el anexo 4 del Reglamento, sin disolventes ni otros contaminantes en tal grado que no presenten características del anexo 6 del Reglamento, por ejemplo, con base de agua, o colas con base de almidón de caseína, dextrina, éteres de celulosa, alcoholes de polivinilo.

B4.3 Cámaras de un solo uso, con baterías no incluidas en el anexo 4 del Reglamento.





Anexo 6

Lista de Características Peligrosas

1. Explosivos

Por sustancia o residuo explosivo se entiende toda sustancia o residuo sólido o líquido (o mezcla de sustancias o residuos) que por sí misma es capaz, mediante reacción química, de emitir un gas a una temperatura, presión y velocidad tales que puedan ocasionar daño a la zona circundante.

2. Sólidos Inflamables

Todo material sólido o residuos sólidos, distintos a los clasificados como explosivos, que en las condiciones prevalecientes durante el transporte son fácilmente combustibles o pueden causar un incendio o contribuir al mismo, debido a la fricción.

3. Sustancias o residuos susceptibles de combustión espontánea

Sustancias o residuos susceptibles de calentamiento espontáneo en las condiciones normales del transporte, o de calentamiento en contacto con el aire, y que pueden entonces encenderse.

4. Sustancias o residuos que en contacto con el agua, emiten gases inflamables

Sustancias o residuos que por reacción con el agua, son susceptibles de inflamación espontánea o de emisión de gases inflamables en cantidades peligrosas.

5. Oxidantes

Sustancias o residuos que, sin ser necesariamente combustibles, pueden, en general, al ceder Oxígeno, causar o favorecer la combustión de otros materiales.

6. Peróxidos Orgánicos

Las sustancias o los residuos orgánicos que contienen la estructura bivalente -O-O- son sustancias inestables térmicamente que pueden sufrir una descomposición autoacelerada exotérmica.

7. Tóxicos (Venenos) Agudos

Sustancias o residuos que pueden causar la muerte o lesiones graves o daños a la salud humana, si se ingieren o inhalan o entran en contacto con la piel.

8. Sustancias Infecciosas

Sustancias o residuos que contienen microorganismos viables o sus toxinas, agentes conocidos o supuestos de enfermedades en los animales o en el hombre.

9. Corrosivos

Sustancias o residuos que, por acción química, causan daños graves en los tejidos vivos que tocan, o que en caso de fuga, pueden dañar gravemente, o hasta destruir, otras mercaderías o los medios de transporte; o pueden también provocar otros peligros.

10. Sustancias que liberan gases tóxicos en contacto con el aire o el agua Sustancias o residuos que, por reacción con el aire o el agua, pueden emitir gases tóxicos en cantidades peligrosas.

11. Sustancias tóxicas (con efectos retardados o crónicos)

Sustancias o residuos que, de ser aspirados o ingeridos, o de penetrar en la piel, pueden entrañar efectos retardados o crónicos, incluso la carcinogenia.

12. Ecotóxicos

Sustancias o residuos que, si se liberan, tienen o pueden tener efectos adversos inmediatos o retardados en el medio ambiente, debido a la bioacumulación o los efectos tóxicos en los sistemas bióticos.

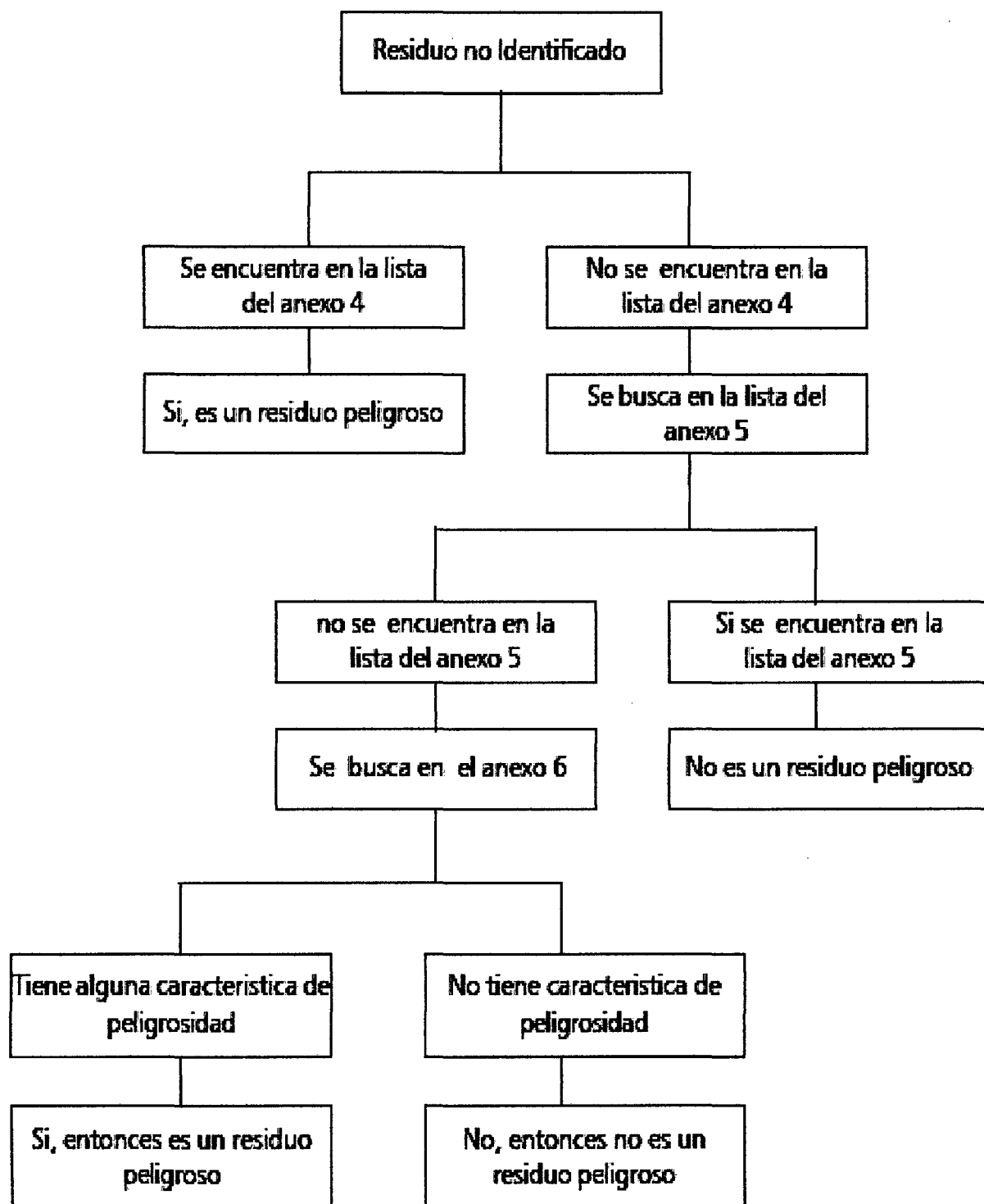
13. Sustancias que pueden, por algún medio, después de su eliminación, dar origen a otra sustancia, por ejemplo, un producto de lixiviación, que posee alguna de las características arriba expuestas.





ANEXO 02

Diagrama de Flujo para la Identificación de un Residuo Peligroso (D.S. N° 057-2004/PCM)





ANEXO 03

ENCUESTA SOBRE MANEJO DE BATERÍAS ÁCIDO – PLOMO USADAS

A. Cuestionario Para Determinar el Nivel del Conocimiento de las Personas Sobre el Manejo de Baterías Ácido – Plomo Usadas

I. Datos Generales:

Sexo: M () F () Edad:

Grado de instrucción: Primaria () Secundaria () Superior ()

Tipo de vehículo que conduce:

Ocupación:

II. Responda las siguientes preguntas:

1. ¿Conoce usted cómo esta compuesto una batería Ácido – Plomo?

SI () NO ()

Si su respuesta es afirmativa, mencione por lo menos tres de sus principales componentes:

- a.
- b.
- c.

2. ¿Conoce los efectos negativos que ocasiona el Plomo en:

- a. El medio ambiente: SI () NO ()
- b. La población: SI () NO ()

3. ¿Cada cuanto tiempo realiza el cambio de la batería de su vehículo?

.....

4. ¿Qué hace usted con la batería que desecha de su vehículo?

.....

5. En su opinión, ¿Qué se debe hacer con las baterías de Ácido – Plomo usadas?

.....

6. ¿Cómo cree usted que se podría disminuir el problema de la contaminación del medio ambiente por efecto de las baterías desechadas?

.....

7. ¿Considera usted que se debería crear un centro de reciclaje de baterías desechadas?

SI () NO ()

¿Por Qué?.....

