

**DIAGNOSTICO AMBIENTAL DE LAS BATERIAS USADAS DE
VEHICULOS TERRESTRES EN EL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA**

JAVIER REY CASTELLANOS

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICO-QUIMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA
ESPECIALIZACION EN INGENIERIA AMBIENTAL
BUCARAMANGA**

2004

**DIAGNOSTICO AMBIENTAL DE LAS BATERIAS USADAS DE
VEHICULOS TERRESTRES EN EL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA**

JAVIER REY CASTELLANOS

**Monografía presentada como requisito para optar al título de
Especialista en Ingeniería Ambiental**

**DIRECTOR :
WALTER PARDAVÉ LIVIA
Magister en Ingeniería Metalúrgica
Especialista en Ing. Ambiental
Master en Ecoauditorias**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICO-QUIMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA
ESPECIALIZACION EN INGENIERIA AMBIENTAL
BUCARAMANGA
2004**

DEDICATORIA

A Dios, quien en cada instante de la vida me da fortaleza para solucionar las dificultades.

A mis queridos padres, hermanos y muy especialmente a mi madre María Natividad Castellanos, quien con su amor incondicional ha sido animadora y formadora constante en la consecución de mis metas.

Con todo amor y cariño para mis sobrinas Diana Lizeth y Meiby Nalley, quienes con sus palabras de ternura me han dado ánimo para conseguir este triunfo

JAVIER

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

Doctor, Carlos Fernando Guerra Hernández coordinador de la Especialización en Ingeniería ambiental de la Universidad Industrial de Santander.

Ingeniero, Walter Pardave Livia, por su dirección, orientación, y apoyo en el desarrollo de la monografía.

Laboratoristas, Ambrosio carrillo y Javier Gaitan por sus aportes en los ensayos realizados al el electrolito de las baterías.

Profesores, compañeros y personal de la especialización por sus valiosos aportes y su gran manifestación de compañerismo con este servidor.

A los señores: Orlando Villamizar, José Edgar Hernández y Julio Enrique Amorocho, propietarios de los talleres (baterías la Chispa, Energy y Dimac respectivamente) de reconstrucción de baterías, por permitir sus instalaciones para el desarrollo de la presente monografía.

La Universidad Industrial de Santander por permitirme participar en este programa.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. ASPECTOS GENERALES	3
1.1 ACUMULADORES O BATERÍAS	3
1.1.1 Definición	3
1.1.2 Componentes de un acumulador, tipo plomo – ácido y sus Funciones	4
1.1.3 Accesorios complementarios	6
1.1.4 Funcionamiento de un acumulador	10
2. DISEÑO METODOLÓGICO	14
2.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	14
2.2 POBLACIÓN DE ESTUDIO	14
2.3 TAMAÑO DE LA MUESTRA	15
2.4 MÉTODO DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	16
2.5 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO	19
3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS	20
3.1 ENCUESTA A CONDUCTORES DE VEHÍCULOS PARTICULARES PÚBLICOS Y OFICIALES	20
3.2 ENCUESTA A LOS CENTROS DE ACOPIO	26
3.3 PROCESO DE RECOLECCIÓN, TRATAMIENTO Y RECUPERACIÓN DE LAS BATERÍAS ÁCIDO-PLOMO EN LA CIUDAD	31
3.3.1 Proceso de recolección de las baterías	31

	pág.
3.3.2 Proceso de tratamiento y recuperación	32
3.3.3 Qué hacen con las partes del desguace que no se utilizan en La reconstrucción de la batería	36
4. IMPACTO AMBIENTAL DE LAS BATERÍAS USADAS	42
4.1 EL PLOMO Y SU RELACIÓN AMBIENTAL	43
5. LEGISLACIÓN ESTABLECIDA POR EL CONSEJO INTERNACIONAL DE BATERÍAS (BCI) Y POR LA AGENCIA PROTECCIÓN AMBIENTAL (EPA) SOBRE EL RECICLAJE DE LAS BATERÍAS ÁCIDAS DE PLOMO	50
5.1 BATERÍAS ÁCIDAS DE PLOMO: EVACUACIÓN TERRESTRE PROHIBIDA	50
5.2 BATERÍAS ÁCIDAS DE PLOMO; RECOLECCIÓN PARA EL RECICLAJE	51
5.3 PROVISIONES DE LA LEGISLACIÓN DEL BCI (CONSEJO INTERNACIONAL DE BATERÍAS)	52
6. PROPUESTA PARA LA RECOLECCIÓN (RECICLAJE) Y TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LAS BATERÍAS USADAS ÁCIDO – PLOMO	53
6.1 RECOLECCIÓN Y RECICLAJE DE LAS BATERÍAS ÁCIDO-PLOMO	53
6.2 TRATAMIENTO Y APROVECHAMIENTO DE LAS BATERÍAS ÁCIDO-PLOMO	57
6.2.1 Métodos para el tratamiento de baterías	58
6.2.2 Pretratamiento de las baterías	58
6.2.3 Aplicaciones del pretratamiento de las baterías	63
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68

	pág.
BIBLIOGRAFÍA	71
ANEXOS	73

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Empresas dedicadas al reciclaje	17
Cuadro 2. Parque automotor activo	18
Cuadro 3. Marca de batería utilizada	20
Cuadro 4. Tiempo de duración de la batería	21
Cuadro 5. Utilización de las baterías usadas	22
Cuadro 6. Utiliza su vehículo batería nueva o reconstruida	23
Cuadro 7. En qué sitios compra la batería de su vehículo	24
Cuadro 8. Qué tipo de combustible utiliza su vehículo	25
Cuadro 9. Se dedican al reciclaje de baterías usadas	26
Cuadro 10. Fuente primaria para la recolección de las baterías usadas	27
Cuadro 11. Promedio de recolección de baterías usadas mensualmente	28
Cuadro 12. Costo de compra por batería usada	29
Cuadro 13. Receptor final de las baterías usadas	30
Cuadro 14. Evaluación técnica – económica de generación de componentes de las baterías ácido-plomo en el municipio de Bucaramanga	39
Cuadro 15. Resumen de la generación de baterías y componentes por mes en Bucaramanga	40
Cuadro 16. Aspectos e impactos ambientales de las actividades del proceso del manejo y tratamiento de las baterías usadas	46

Cuadro 17. Propuesta de control ambiental para el reciclado de baterías (ácido-plomo) usadas de vehículos terrestres

pág.

47

LISTA DE FIGURAS

	pág
Figura 1. Partes esenciales de una celda	3
Figura 2. Componentes de un acumulador	4
Figura 3. Diferentes tipos de acumuladores	8
Figura 4. Funcionamiento del acumulador	11
Figura 5. Marca de batería utilizada	20
Figura 6. Tiempo de duración de la batería	21
Figura 7. Utilización de las baterías usadas	22
Figura 8. Utiliza su vehículo batería nueva o reconstruida	23
Figura 9. En qué sitios compra la batería de su vehículo	24
Figura 10. Qué tipo de combustible utiliza su vehículo	25
Figura 11. Se dedican al reciclaje de baterías usadas	26
Figura 12. Fuente primaria para la recolección de las baterías usadas	27
Figura 13. Promedio de recolección de baterías usadas mensualmente	28
Figura 14. Costo de compra por batería usada	29
Figura 15. Receptor final de la batería usada	30
Figura 16. Proceso de recolección de las baterías	31
Figura 17. Proceso de tratamiento y recuperación	32
Figura 18. Vaciar el ácido	33
Figura 19. Instrumentos utilizados para medir la concentración	34
Figura 20. Extracción de las celdas	35
Figura 21. Recolección de tierra negra	36
Figura 22. Cajas o cubiertas de las baterías	37
Figura 23. Plomo de las baterías	38
Figura 24. Separadores botados a las canecas	38
Figura 25. Equipos y elementos de protección	39

	pág
Figura 26. Contribución del plomo al medio ambiente	43
Figura 27. Diagrama general del tratamiento de baterías	59
Figura 28. Tratamiento de baterías por vía húmeda	64
Figura 29. Tratamiento de baterías por vía seca	65
Figura 30. Tratamiento de baterías por medios densos	67

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Encuesta a conductores de vehículos	74
Anexo B. Encuesta a centros de acopio	75
Anexo C. Ensayo al electrolito (ácido sulfúrico)	76
Anexo D. Ensayo a la tierra negra o scrap	77

GLOSARIO

El conocimiento del vocabulario más utilizado sobre el acumulador es algo esencial, por ello a continuación se presentan los términos más comúnmente usados en la industria. Dichos términos son definidos brevemente ya que de la mayor parte de ellos se hablara en este trabajo.

Amperio: unidad de medida del flujo de electrones o energía a través de un circuito.

Amperio - hora: unidad de medida de la capacidad eléctrica de almacenamiento eléctrico de la batería, obtenido de la multiplicación de la corriente o energía en amperios por el tiempo en horas de descarga.

Aplicación: selección del repuesto adecuado, comparando la capacidad eléctrica de un acumulador y su tamaño físico con los requerimientos del vehículo.

Capacidad: la habilidad de una batería completamente cargada para entregar una cantidad específica de electricidad(amp – HP) , en una proporción dada , sobre un periodo definido de tiempo. La capacidad también se define como la medida del flujo de corriente en un amperio específico, el cual se obtiene al multiplicar el flujo de corriente en amperios por él número de horas durante las cuales fluye la corriente.

Carga: cuando un acumulador recibe corriente eléctrica a partir de una fuente externa (generador / alternador o cargador), se dice que esta cargando.

Celda: es la unidad básica en una batería, productora de corriente electroquímica, consiste en un juego de placas o laminas positivas y laminas negativas, electrolito, separadores, caja, y cubierta. Hay seis celdas en una batería de plomo ácido, de 12 voltios.

Circuito: una corriente eléctrica en la trayectoria o curso de una corriente eléctrica. Un circuito cerrado tiene una trayectoria o curso desconectado o quebrado.

Circuito en serie: es un circuito que solamente tiene una trayectoria o curso para el flujo de corriente.

Circuito en paralelo: es un circuito el cual provee más de una trayectoria para el flujo de la corriente o energía:

Corriente : es la cantidad de flujo de electricidad o el movimiento de la cantidad de electrones a través del conductor. Su unidad de medida es el amperio.

Corriente alterna: (A C) es una corriente que varía periódicamente en magnitud y dirección. La batería no entrega corriente alterna.

Corriente directa: (D C): Es una corriente eléctrica que fluye en un circuito eléctrico solamente en una dirección. Una batería entrega corriente directa (d C) y debe ser recargada con corriente directa en dirección opuesta a a descarga.

Ciclos : en una batería, una descarga más una recarga es un ciclo

Corto circuito: se describe como una condición que, sin desearlo, corta o altera el paso o flujo eléctrico normal.

Corrosión : es la acción del electrolito en un material corrosivo. Los terminales de las baterías están expuestas a la corrosión.

Caída – descenso (voltaje): la diferencia neta en la potencia eléctrica (voltaje) cuando se mide a través de la resistencia o impedimento (Ohm) su relación con la corriente es descrita en la ley de Ohm

Descarga: cuando una batería esta entregando corriente, se dice que esta descargando.

Densidad: fuerza o porcentaje de ácido sulfúrico en el electrolito. Se mide según la densidad del mismo; es decir, el peso de un volumen igual de agua pura. Cuando el electrolito pesa 1026 veces mas, se dice que tiene una “ densidad” de 1260 (gr / cc) .

Desprendimientos : material activo que se ha caído de las rejillas donde originalmente se había colocado. Los desprendimientos originan una perdida en la capacidad y eventualmente cortos circuitos, debido a que la acumulación del material se pone en contacto con el fondo de las placas.

Electrolito: en una batería de plomo – ácido, el electrolito es ácido sulfúrico diluido en agua.

Estado de carga: la cantidad de energía eléctrica guardada o almacenada en una batería en un momento dado, expresado como el porcentaje de la energía cuando esta totalmente cargada.

Gravedad específica: la densidad de un líquido comparado con la densidad del agua. La gravedad específica de un electrolito es el peso del electrolito comparado con el peso de un volumen igual de agua pura.

Índice de arranque en frío: es el número de amperios que una batería a cero grados Fahrenheit (- 17.8 grados centígrados) puede entregar por 30 segundos y mantener, al menos, un voltaje de 1.2 voltios por celda (plomo – ácido)

ohm : unidad para medir la resistencia eléctrica.

Resistencia eléctrica: es lo contrario al libre flujo de la corriente en un circuito. Comúnmente se mide en Ohms.

Sulfatación: es la descarga de las placas que no se han recuperado del proceso de carga.

Tamaño eléctrico: el tamaño eléctrico se conoce más a menudo como “ capacidad” y se utiliza para describir la habilidad que tiene un acumulador completamente cargado para proporcionar una cantidad específica de electricidad en un periodo definido y a una temperatura específica.

Tipo: se refiere a las dimensiones físicas del acumulador, así como a la ubicación de sus terminales. Los tipos se indican con números y en muchos casos se modifican con prefijos o sufijos de letras. Los números de los tipos son asignados por el consejo internacional de acumuladores: (BCI).

Valor de la capacidad de reserva: es el tiempo en minutos en el que una batería entrega 25 amperios a 80 grados farenhey. Este valor representa el tiempo en que una batería hace que accesorios esenciales continúen durante la noche o en una conducción de mal tiempo, sin el alternador o el generador fallan.

Voltios : unidad de medida para potencia eléctrica. el voltaje en el circuito abierto de una celda completamente cargada es de 2 voltios.

Voltaje de circuito abierto (V C A) es el voltaje de una batería cuando no esta entregando o recibiendo poder. Es 2.1 – 2.2 voltios para una celda completamente cargada de una batería.

Wattios : unidad de medida para el poder o fuerza eléctrica.

Wattios – Hora: unidad para medir energía eléctrica el cual es igual a vatios * hora.

RESUMEN

TITULO: DIAGNOSTICO AMBIENTAL DE LAS BATERIAS USADAS DE VEHICULOS TERRESTRES EN EL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA*¹

AUTOR: Ing. JAVIER REY CASTELLANOS*²

PALABRAS CLAVES: Ambiente, Baterías, reciclado de Baterías, recolección selectiva, tratamiento de recuperación, scrap de baterías, taller informal.

DESCRIPCIÓN

Las baterías son la forma más importante de almacenamiento barato y eficaz de electricidad. Su flexibilidad y facilidad de uso han proporcionado almacenamiento químico de electricidad una posición importante en la industria. No obstante, su manejo y tratamiento es fuente de preocupación medioambiental y sanitaria, debido a que ellas contienen metales pesados como el plomo, siendo este metal el más peligrosos utilizado en las baterías. El presente estudio monográfico, fue realizado con el objeto de hacer un diagnostico ambiental de la situación actual en los procesos de manejo, recolección, transporte, tratamiento y aprovechamiento y recuperación de las baterías (ácido – plomo) usadas de los vehículos terrestres en el municipio de Bucaramanga.

Para el diagnostico se elaboró una matriz causa – efecto para analizar los efectos ambientales derivados de las baterías, así como una propuesta para el manejo y control ambiental de las baterías usadas de vehículos terrestres. También se planteo una propuesta técnica en la cual se describen métodos y aplicaciones para el pretratamiento en la recolección, tratamiento, y aprovechamiento de las baterías usadas, dado que en la ciudad solamente se encuentran talleres que utilizan métodos obsoletos para dicho manejo.

Este diagnostico intenta dejar una reflexión sobre la forma como se están tratando las baterías en la ciudad, y pretende crear una conciencia en todas las personas y en general en aquellas involucradas con la preservación del medio ambiente; así como mostrar una gran oportunidad de generar empresa en el reciclaje industrial.

¹ Monografía

² Facultad de Ciencias Físico Químicas, Escuela de ingeniería Química, Especialización en Ingeniería Ambiental. Walter Pardavé Livia.

SUMMARY

TITLE: I DIAGNOSE ENVIRONMENTAL OF THE USED BATTERIES OF TERRESTRIAL VEHICLES IN THE MUNICIPALITY DE BUCARAMANGA *

AUTHOR: CASTILIAN Engineer JAVIER KING**

KEY WORDS: Set, Batteries, recycled of Batteries, selective gathering, recovery treatment, scrap of batteries, informal shop.

DESCRIPTION

The batteries are the most important form in cheap and effective storage of electricity. Their flexibility and use easiness have provided chemical storage of electricity an important position in the industry. Nevertheless, their handling and treatment is source of environmental and sanitary concern, because they contain heavy metals as the lead, being this metal the most dangerous used in the batteries. The present studies monográfico, it was carried out in order to making an I diagnose environmental of the current situation in the handling processes, gathering, transport, treatment and use and recovery of the batteries (acid - lead) used of the terrestrial vehicles in the municipality of Bucaramanga.

For the I diagnose a womb it was elaborated it causes - effect to analyze the derived environmental effects of the batteries, as well as a proposal for the handling and environmental control of the used batteries of terrestrial vehicles. You also outlines a technical proposal in which methods and applications are described for the pretratamiento in the gathering, treatment, and use of the used batteries, since in the city they are only shops that use obsolete methods for this handling.

This diagnoses he/she tries to leave a reflection on the form like they are being the batteries in the city, and it seeks to create a conscience in all the people and in general in those involved with the preservation of the environment; as well as to show a great opportunity to generate company in the industrial reciclaje.

* Monograph .

** Ability of Chemical Sciences Physique, School of Chemical engineering, Specialization in Environmental Engineering. Walter Pardavé Livia

INTRODUCCIÓN

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.

Para muchas personas, un acumulador o batería (cualquiera de los dos nombres es aceptable), es un paquete compacto de energía de amplia confiabilidad que suministra potencia eléctrica para infinidad de usos pero es silencioso, no tiene piezas móviles ni hay señales visibles de su funcionamiento.

Sus aplicaciones abarcan todas las fases de nuestra vida. Son parte vital del sistema eléctrico de un aeroplano e impulsan el submarino bajo el mar. Ponen en marcha millones de vehículos automotores todas las mañanas y controlan los sistemas de generación de corriente que dan luz y calor a nuestros hogares.

La presente monografía busca constituirse en una herramienta de seguimiento y consulta sobre el manejo, recolección, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de las baterías (ácido – plomo) usadas de vehículos terrestres en la ciudad de Bucaramanga. Pretende además crear una conciencia en todas las personas y en general de aquellas involucradas con la preservación del medio ambiente.

El trabajo que se presenta a continuación hace referencia, en el primer capítulo, los aspectos generales de los acumuladores o baterías; en el segundo al diseño metodológico utilizado para el desarrollo de la presente

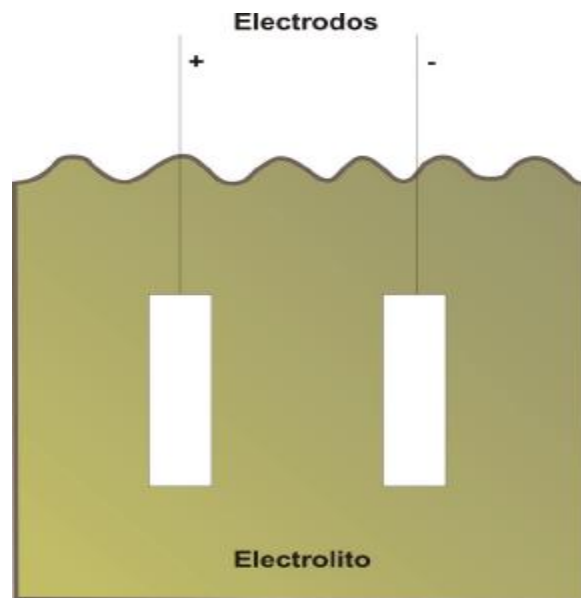
monografía. En el tercer capítulo hace referencia al análisis de los resultados obtenidos, en el cuarto capítulo se describe el impacto ambiental, para la cual se elaboró una matriz relacionada con el impacto ambiental y una propuesta para el control ambiental de las baterías, en el Quinto capítulo se habla legislación de las baterías y en el último hace referencia a una propuesta técnica para la recolección (reciclaje) , tratamiento, aprovechamiento y disposición final de las batería (ácido – plomo) usadas de vehículos terrestres en la ciudad de Bucaramanga.

1. ASPECTOS GENERALES

1.1 ACUMULADORES O BATERÍAS

1.1.1 Definición . El acumulador es un deposito para electricidad. Este dispositivo recibe, almacena y suministra energía eléctrica según sea necesario. Se trata de un mecanismo electroquímico que almacena, en forma de química, energía que se libera como electricidad cuando se requiera. La función primordial de un acumulador es proporcionar energía eléctrica suficiente para arrancar la marcha que, a su vez, pondrá a funcionar el motor. (Figura 1)

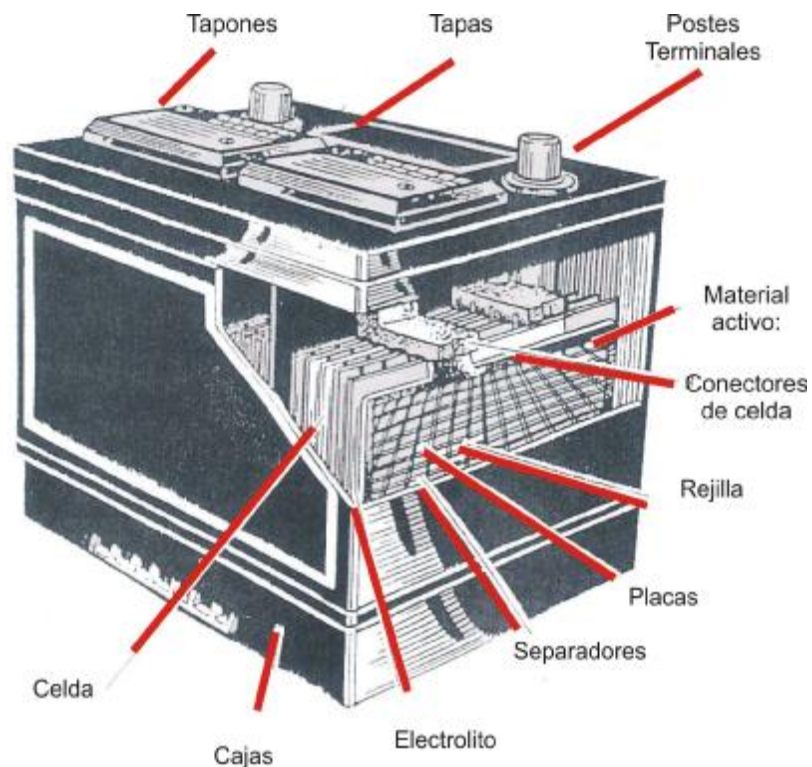
Figura 1. Partes esenciales de una celda



Unidad básica del acumulador. Un acumulador eléctrico consiste en dos o más celdas conectadas que convierten la energía química en energía eléctrica. La celda es la unidad mínima de la batería o acumulador, también se usa la palabra batería para designar a una sola celda. las partes esenciales de una celda son dos electrodos sumergidos en un electrolito que se hallan en un recipiente adecuado. Ejemplos conocidos de electrodos son las placas de cobre y de zinc de una celda primaria sencilla, o las placas de plomo de un acumulador. El electrolito es una disolución acuosa de ciertos ácidos, alcalis o sales que se adaptan para este fin. (Ver figura 1.)

1.1.2 Componentes de un acumulador, tipo plomo – ácido, y sus funciones. Las principales partes de un acumulador se muestran en la Figura 2.

Figura 2. Componentes de un acumulador



Rejillas. Es la estructura metálica (esqueleto) de las placas del acumulador. Sirve como soporte para los materiales activos; y conducen la corriente hacia (cargando) y (descargando) los materiales activos de las placas negativas y positivas.

Las rejillas están hechas de una mezcla de plomo y pequeñas cantidades de otros metales, todo lo cual crea una aleación que le suministra características específicas a la rejilla.

Placas. Las placas son rejillas, impregnadas de una pasta o material activo; que producen la energía. Esta pasta es una mezcla de óxido de plomo con otros elementos químicos. En todo acumulador se tienen placas positivas y placas negativas que se diferencian los componentes químicos que acompañan el óxido de plomo.

* **Placa positiva.** Compuesta de dióxido de plomo, cumple la función en el producto final de almacenar la energía.

* **Placa negativa.** Compuesta por plomo esponjoso, actúa como masa en el trabajo normal de la batería.

Separadores. Son elementos delgados y micro porosos que se colocan entre las placas alternas positivas y negativas de los acumuladores, permitiendo la creación de baterías compactas portátiles. El objetivo primordial de los separadores es impedir el contacto metálico entre las placas de polaridad opuesta, al mismo tiempo permiten la conducción electrolítica libre.

Entre los principales tipos de separadores están los PVC, plásticos micro porosos, películas de celulosa, fibra de vidrio y de materiales vítreos porosos.

Los separadores son colocados en las baterías de tres maneras: en forma de placas, en forma de sobres y en forma de sobres envolventes.

Electrolito. El electrolito de los acumuladores de plomo es una solución de ácido sulfúrico en agua desmineralizada. Su función es servir como medio conductor de energía entre los componentes internos de la batería.

La energía eléctrica se origina por medio de una reacción química entre el material activo de las placas y el ácido sulfúrico en el electrolito.

1.1.3 Accesorios complementarios

Tapones de seguridad. Los tapones están diseñados especialmente para evitar que se introduzca polvo en las celdas, disipar gases que se forman cuando el acumulador se está cargando, evitar que el electrolito se derrame y permitir un acceso a las celdas para llevar a cabo pruebas o introducir agua.

Postes terminales. Después de que se han conectado en serie todas las celdas, los postes terminales positivo y negativo se prolongan a través de la parte superior o lateral del acumulador para permitir la conexión del acumulador al sistema eléctrico del vehículo por medio de cables.

Tapas. Generalmente esta hecha de una sola pieza. Se adhiere permanentemente a la caja debido a la fusión en caliente o por medio de una resina epóxica especial.

Caja. El recipiente que contiene y protege todos los componentes internos. Esta moldeada de una sola pieza. La caja incluye las paredes intermedias de las celdas, así como los descansos de los elementos.

Celda. Es un ensamble de placas positivas y negativas con separadores entre ellas, que cuando se sumergen en el electrolito producen una reacción química de la que resulta el voltaje.

Conectores de celda. Conectores de plomo soldados de la terminal negativa de una celda a la terminal positiva de la celda adjunta hasta que todas las celdas queden unidas en serie.

Estos conectores que pasan a través de las paredes de la celda (pared interna que se muestra en la ilustración reducen el recorrido de la corriente y dan como resultado un mayor – voltaje terminal)

Material activo. Es el material que produce la energía y que se coloca sobre rejillas para formar una placa. Deben ser dos materiales distintos para cada placa. Peróxido de plomo es el material activo de la placa positiva y plomo esponjoso es el material activo de la placa negativa.

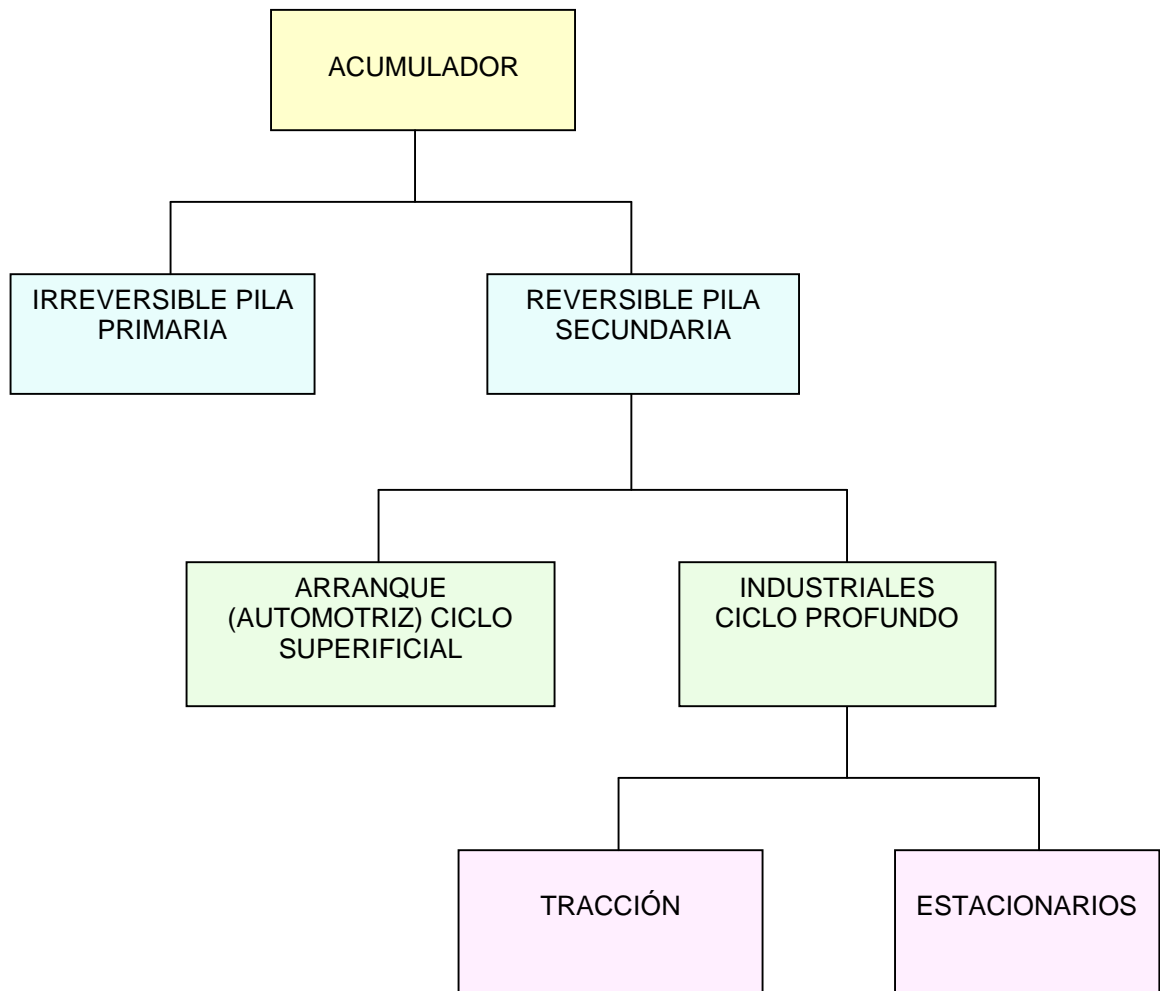
Tipos de acumuladores. Los rápidos avances de la tecnología de acumuladores en años recientes han traído consigo la comercialización de acumuladores de diferentes aspectos y características. A continuación se presenta una breve descripción de las clases más comunes de acumuladores que hoy se encuentran en el mercado.

Acumuladores primarios o irreversibles. El más conocido de los acumuladores primarios es la “ pila seca”

* Los acumuladores primarios o irreversibles, convierten la energía química en energía eléctrica y al hacerlo se agotan, desechándose.

* **Acumuladores secundarios o reversibles:** los acumuladores secundarios o reversibles reciben también el nombre de baterías. La principal diferencia entre los acumuladores primarios y secundarios se basa en la naturaleza de las reacciones químicas que ocurren en ellas cuando se usan.

Figura 3. Diferentes tipos de acumuladores



Fuente: MAC. Manual de Mantenimiento y servicio técnico de baterías

Los acumuladores secundarios convierten la energía química en energía eléctrica por medio de reacciones que son especialmente reversibles; es decir, pueden ser cargados por una corriente eléctrica que pase por ello en la dirección opuesta a la descarga, durante este proceso la energía eléctrica se convierte en energía química, que puede usarse como energía eléctrica. Este proceso de carga y descarga se conoce comúnmente como ciclo.

Principales tipos de acumuladores secundarios

Acumuladores de arranque (automotrices): los acumuladores de arranque, del tipo plomo – ácido, son aquellos que entregan una energía o fuerza para impulsar o poner en funcionamiento un motor de arranque. Las descargas ocasionadas a este tipo de acumuladores deben ser como máximo de quince segundos. Luego el sistema eléctrico envía nuevamente energía al acumulador. Este ciclo es conocido como ciclo superficial.

Esta clase de acumulador de arranque, se aplica fundamentalmente al parque vehicular, plantas eléctricas y en forma general a toda clase de equipos provistos de un motor de arranque que requieran grandes cantidades de energía en tiempos cortos (segundos), cumpliendo su principal objetivo entregar elevados regímenes instantáneos de energía. Este tipo de acumuladores es conocido desde hace mucho tiempo, los cuales se han establecido finalmente en la industria: conservan su importancia entre otros tipos de acumuladores menos familiares, como los de cadmio – níquel, ferroníquel, óxido de plata, etc.

Acumuladores industriales : tiene la característica de almacenar mayor cantidad de energía. El diseño para acumuladores industriales está relacionado con el tiempo específico del trabajo. Su principal objetivo es entregar energía en forma constante, sin interesar la magnitud, por periodos

altos; luego de cumplirse la primera etapa se alimentará nuevamente con una cargador especial, acondicionado para cada equipo. El proceso anterior es conocido como ciclo profundo

Acumulador industrial estacionario: son aplicables a equipos de laboratorio, computadoras, electromedicina, centrales telefónicas, sistemas de telecomunicación, etc. La ubicación de estos acumuladores debe ser en un sitio fijo.

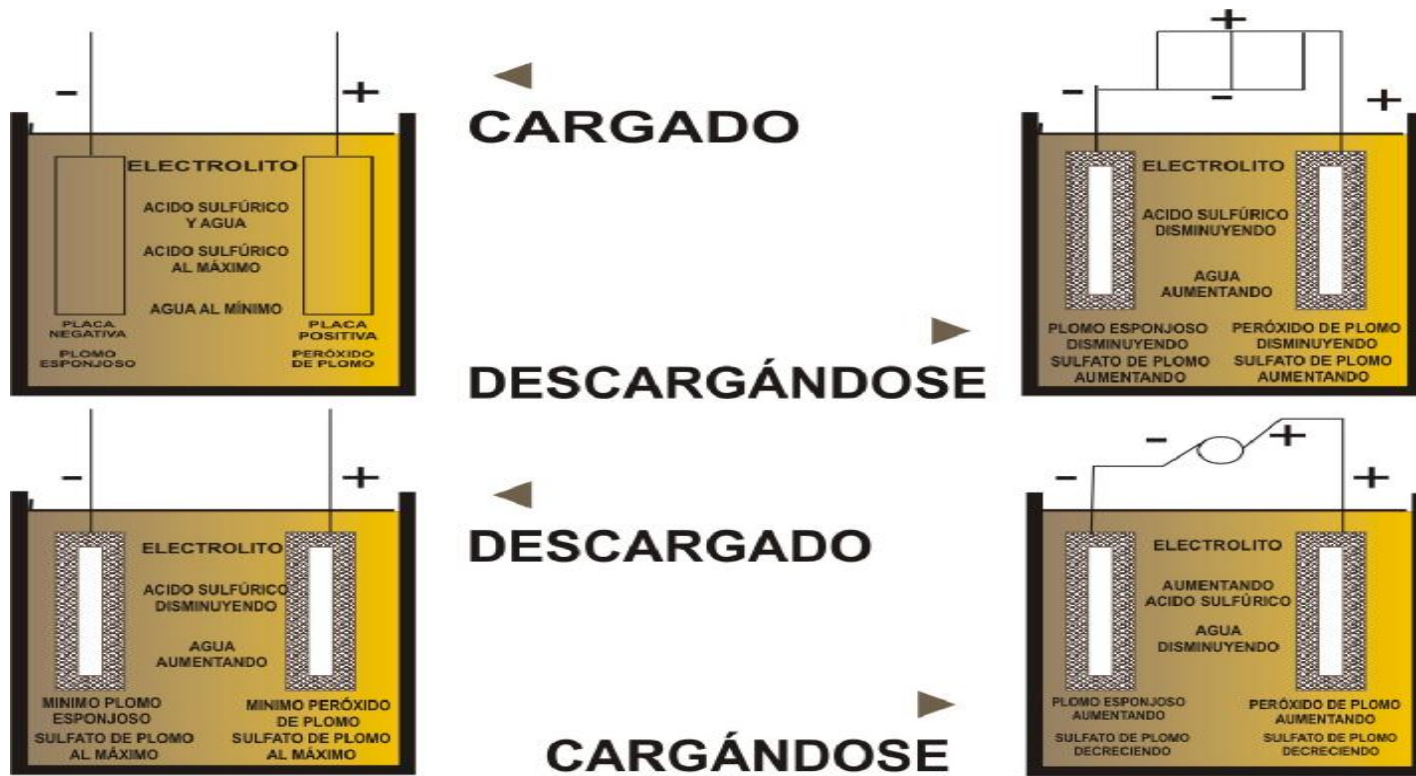
Los acumuladores industriales estacionarios entregan pequeñas cantidades de energía por periodos prolongados, de acuerdo con el tiempo de respaldo requerido por el equipo.

Acumulador industrial de tracción: aplicables principalmente en montacargas eléctricos, elevadores, barredoras, remolcadores, trenes. Algunos de estos vehículos eléctricos se utilizan principalmente en recintos o sitios donde se requiera que el medio ambiente tenga una mínima contaminación, o en lugares en los cuales las concentraciones de elementos o explosivos sean altos.

Los acumuladores industriales de tracción entregan grandes cantidades de energía de forma constante por tiempos prolongados, estos tiempos pueden ser aproximadamente de seis, ocho, o diez horas de descarga continua.

1.1.4 Funcionamiento de un acumulador. El diagrama de acción química ilustra de manera simplificada el ciclo de carga - descarga - recarga de un acumulador en operación.

Figura 4. Funcionamiento del acumulador



El acumulador plomo – ácido consiste de una o más celdas, cada una de las cuales contiene dos grupos de placas (placas positivas y placas negativas) hechas de materiales distintos y sumergidas en una solución llamada electrolito que reacciona con ellas químicamente.

Cada una de las celdas produce aproximadamente dos voltios. El voltaje terminal de un acumulador se determina por el número de celdas. así un acumulador de 12 voltios contiene 6 celdas, uno de 6 voltios consta de tres celdas.

Como se ha señalado el material activo en la placa negativa consiste de plomo esponjoso (materiales distintos). Cuando las placas positivas y negativas se sumergen en el electrolito se produce el voltaje y si el circuito esta completo, la corriente fluye.

Durante la descarga (cuando el acumulador esta entregando electricidad) , el ácido sulfúrico en el electrolito se combina con los materiales activos de ambas placas, y gradualmente cambia las dos placas a sulfato de plomo.

En un acumulador completamente descargado, el material activo de las placas negativas y positivas se ha convertido en sulfato de plomo. Debido a que ambas placas son de un material igual, ya no contamos con materiales distintos (requerimiento para un acumulador) y la corriente deja de fluir.

Para recargar un acumulador descargado, se aplica corriente directa de una fuente externa a las terminales del acumulador, lográndose que la corriente fluya hacia dentro del acumulador en dirección opuesta al flujo de corriente cuando se esta descargando (o entregando electricidad) , a esto se le llama “cargar“ proceso que restaura el acumulador a su estado original de materiales distintos. Las placas positiva y negativa cambian de sulfato de

plomo (materiales iguales) a peroxido de plomo esponjoso (materiales distintos) y el electrolito regresa a su concentración original. A hora nos encontramos en la condición inicial de dos materiales distintos en una solución ácida, por lo que se puede obtener nuevamente corriente del acumulador.

2. DISEÑO METODOLOGICO

2.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Se realizó una investigación descriptiva y experimental para conocer la problemática ambiental en las operaciones de recolección, tratamiento, aprovechamiento y disposición de las baterías.

Este tipo de investigación permitió analizar factores fundamentales de la investigación de mercados como precios, canales de comercialización a utilizar, haciendo uso del análisis sistemático, para formular predicciones que conduzcan a la toma de decisiones. En la recolección de información, se observó la problemática que vive la ciudad de Bucaramanga por la contaminación del medio ambiente generadas por el inadecuado manejo en la recolección y tratamiento de los residuos sólidos específicamente las baterías usadas.

2.2 POBLACIÓN DE ESTUDIO

La población estudio fueron las empresas o centros de acopio, fabricas, y talleres informales que actualmente realizan labores primarias de recolección y tratamiento. Así como también los usuarios (conductores) del parque automotor de la ciudad.

Por fábrica formal se considera como aquella empresa que tiene una infraestructura tecnológica, en la cual sus empleados están afiliados a un sistema de seguridad social y a una administradora de riesgos profesionales. Por fábrica informal se considera aquella empresa pequeña donde sus

trabajadores en su mayoría son miembros de una misma familia y se dedican a la reconstrucción de las baterías y la empresa no cuenta con maquinarias especializadas.

2.3 TAMAÑO DE MUESTRA

Se utilizo el método estadístico de las proporciones (probabilidad) con muestreo aleatorio simple considerando un nivel de significación (error de estimación) del 5% y con un nivel de confianza $(1 - Z)$ y constante de confiabilidad de la investigación del 95%, que es el recomendado por los textos para este tipo de muestreo.

Para el caso de la población infinita (conductores a encuestar), la muestra se calculó teniendo en cuenta el método estadístico de muestreo aleatorio simple, de la siguiente manera:

$$n = \frac{n_o}{1 + \frac{n_o}{N}}$$

Pero $n_o = \frac{z^2 p \cdot q}{d^2}$

n: tamaño de la muestra

n_o = primera aproximación cuando la población es finita

p = probabilidad de que el evento ocurra

q = probabilidad de que el evento no ocurra $(1 - p) = 1 - 0.9 = 0.1$

d = error de estimación

N = tamaño poblacional

Z = con un nivel de confianza o riesgo de 95 .0 % = 1.96

Total vehículos: 108.926 = 108.926

$$n_0 = \frac{(1.96)^2(0.9)(0.1)}{(0.05)^2} = 138$$

$$n = \frac{n_0 * N}{n_0 + (N - 1)} = \frac{(138)(108926)}{138 + (108925)} = \frac{15031788}{109063} = 138$$

n = 138 encuestas

2.4 MÉTODO DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Fuentes primarias. Como fuentes primarias se aplicaron encuestas y la observación directa al sitio de disposición de las baterías usadas en la ciudad (Anexos A y B).

La información fue recolectada a través de un formulario (encuestas) que se aplicó a las empresas formales, e informales (centros de acopio) dedicados a esta actividad, como también a los conductores del parque automotor de la ciudad.

Fuentes secundarias. Como fuentes secundarias se consultaron la cámara de comercio de Bucaramanga, la cual suministra información sobre las empresas dedicadas a la comercialización del reciclaje de las baterías en Bucaramanga (Cuadro 1).

La corporación autónoma regional para la defensa de la meseta de Bucaramanga, (CDMB) la cual suministra información sobre la normatividad de los residuos sólidos.

Cuadro 1. Empresas dedicadas al reciclaje

EMPRESA	DIRECCIÓN	TELÉFONO
C.I. METÁLICO	Carrera 15 No. 6-74	671 01 92
COOPRESER LTDA.	Calle 19 No. 20-46	6323351- 6333886
DEPÓSITO SAN JOSÉ	Calle 28 No. 13-49	6338803- 6522991
DEPÓSITO LA 19	Carrera 19 No. 22-50	6335313
RECICLAJE ROQUE JULIO GUERRERO	Calle 15 No. 13-15	6710630- 6704260
RECICLAJE MOTTA	Autopista a Girón Km 3.	6410371
RESUR LTDA.	Carrera 11 No. 30-61	6339242-6339248
REDDIN LTDA.	Carrera 14 No. 28-50	6427233
REPRESANDER LTDA.	Vía Girón Km 7	6468737
RECICLAJE LOS SOCIOS	Carrera 18 No. 51-48	6426908
RECICLAJE CIUDAD BONITA	Carrera 11 entre calles 27 y 28	6426261
RECOL	Calle 60 No. 17A-47	6445138
DESCONT	Calle 35 No. 35-26	6322497
RECURSOS Y SUMINISTROS	Calle 17 No. 27-44	6426908
DEPÓSITO ALVARO DÍAZ	Calle 24 No. 16-22	6334246
MESAN LTDA	Carrera 14 No 28-52	6422839

Fuente: Cámara de Comercio de Bucaramanga

La Dirección de Tránsito de Bucaramanga, suministró información sobre el parque automotor (Cuadro 2).

Cuadro 2. Parque automotor activo

SERVICIO	CLASE DE VEHÍCULO	TOTAL	% EN GRUPO	% EN TOTAL
OFICIAL	01-Automovil	78	6,24%	0,07%
	02-Campero	266	21,30%	0,24%
	03-Camioneta	256	20,50%	0,24%
	04-Microbus	7	0,56%	0,01%
	05-Buseta	3	0,24%	0,00%
	06-Bus	16	1,28%	0,01%
	07-Camión	116	9,29%	0,11%
	08-Volqueta	141	11,29%	0,13%
	09-Tracto Camión	3	0,24%	0,00%
	10-Motocicleta	363	29,06%	0,33%
	11-Maq. Agrícola	0	0,00%	0,00%
	12-Maq. Industrial	0	0,00%	0,00%
	13-Motocarro	0	0,00%	0,00%
		TOTAL OFICIALES	1249	100,00%
PÚBLICO	01-Automovil	4891	37,42%	4,49%
	02-Campero	66	0,50%	0,06%
	03-Camioneta	1257	9,62%	1,15%
	04-Microbus	294	2,25%	0,27%
	05-Buseta	585	4,48%	0,54%
	06-Bus	1384	10,59%	1,27%
	07-Camión	3394	25,97%	3,12%
	08-Volqueta	230	1,76%	0,21%
	09-Tracto Camión	962	7,36%	0,88%
	10-Motocicleta	0	0,00%	0,00%
	11-Maq. Agrícola	1	0,01%	0,00%
	12-Maq. Industrial	0	0,00%	0,00%
	13-Motocarro	6	0,05%	0,01%
		TOTAL PUBLICOS	13070	100,00%
PARTICULAR	01-Automovil	47723	3820,90%	43,81%
	02-Campero	8960	717,37%	8,23%
	03-Camioneta	14262	1141,87%	13,09%
	04-Microbus	169	13,53%	0,16%
	05-Buseta	64	5,12%	0,06%
	06-Bus	360	28,82%	0,33%
	07-Camión	2557	204,72%	2,35%
	08-Volqueta	809	64,77%	0,74%
	09-Tracto Camión	14	1,12%	0,01%
	10-Motocicleta	19661	1574,14%	18,05%
	11-Maq. Agrícola	4	0,32%	0,00%
	12-Maq. Industrial	2	0,16%	0,00%
	13-Motocarro	22	1,76%	0,02%
		TOTAL PARTICULARES	94607	7574,62%
TOTAL VEHICULOS		108926	100,00%	100%

Fuente: Dirección de Tránsito de Bucaramanga

2.5 ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO

Se realizaron ensayos físico – químico de los residuos vertidos (ácido sulfúrico), así como al material orgánico (tierra negra o “SCRAP”) de las baterías usadas con el objetivo de comprobar su concentración en el ácido y también para analizar que otros elementos contaminantes diferentes al plomo se encuentra en dicha tierra negra (Anexos C Y D)

Diagnostico de efectos ambientales de las actividades, para la cual se realizó una matriz causa – efecto y una propuesta para el control ambiental de las baterías (ácido – plomo) usadas.

Propuesta del manejo adecuado. En esta etapa se realizó un esquema para la recolección, tratamiento, aprovechamiento, y disposición final de las baterías usadas (ácido – plomo).

3. ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

3.1 ENCUESTA A CONDUCTORES DE VEHÍCULOS PARTICULARES, PUBLICOS Y OFICIALES (Anexo A)

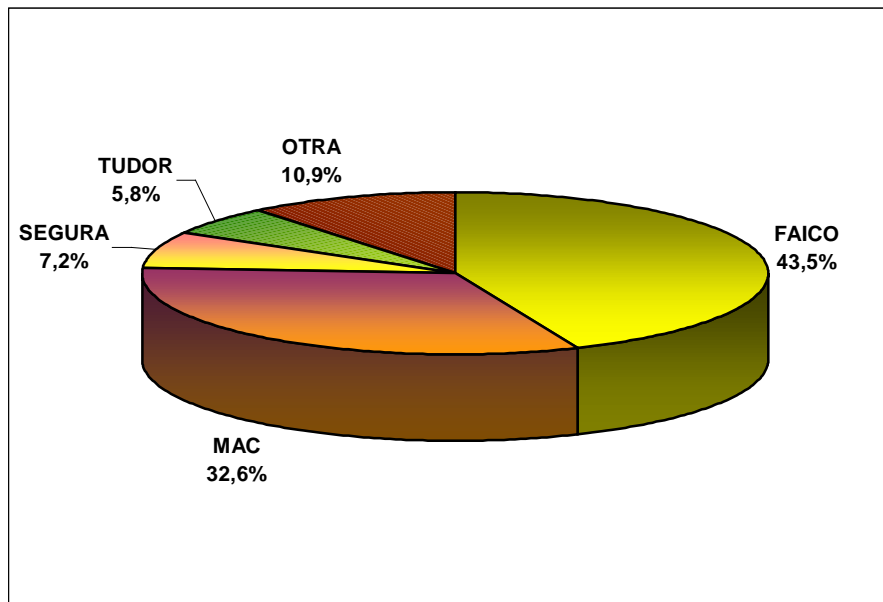
¿Qué marca de batería utiliza su vehículo?

Cuadro 3. Marca de batería utilizada

MARCA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
FAICO	60	43.5
MAC	45	32.6
SEGURA	10	7.2
TUDOR	8	5.8
OTRA	15	10.9
TOTAL	138	100

Fuente: Autor del proyecto

Figura 5. Marca de batería utilizada



Las respuesta dadas por los conductores del parque automotor (servicio particular, publico y oficial) respecto a la marca de batería usada en su vehículo son muy diversas, as: el 43, 50 % utiliza batería marca Faico, el 32.60 % utiliza la batería marca mac; el 7.24. % segura; el 5.80 % marca tudor y el 10.9 % utiliza otro tipo de batería (Figura 5)

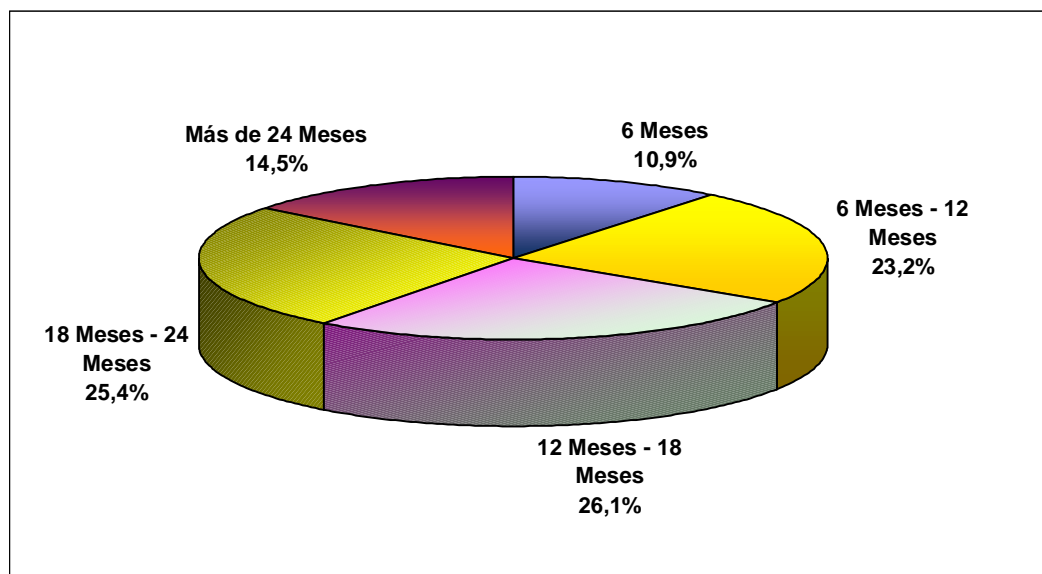
¿Qué tiempo le dura la batería de su vehículo?

Cuadro 4. Tiempo de duración de la batería

TIEMPO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
6 Meses	15	10.9
6 Meses – 12 Meses	32	23.2
12 Meses – 18 Meses	36	26.0
18 Meses – 24 Meses	35	25.4
Más de 24 Meses	20	14.5
TOTAL	138	100

Fuente: Autor del proyecto

Figura 6. Tiempo de duración de la batería



De acuerdo con las respuestas dadas por los conductores del parque automotor activo, respecto a la pregunta que tiempo le dura la batería de su vehículo, son muy diversa, así: el 10.90 % asegura que le dura 6 meses, el 23.20% le dura 12 meses, el 26.00 % le dura 18 meses; el 25,4% le dura 24 meses y el 14.5 % asegura que su batería de su vehículo le dura más de 24 meses. (figura 6)

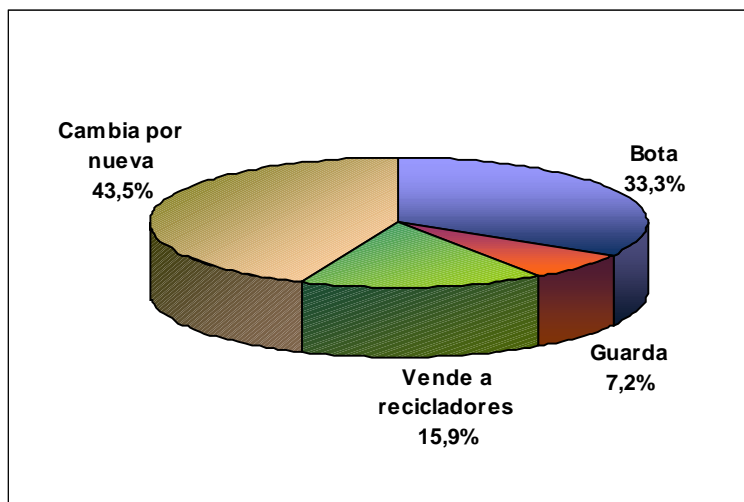
¿Qué hace con las baterías usadas de su vehículo?

Cuadro 5. Utilización de las baterías usadas

UTILIZACIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Bota	46	33.3
Guarda	10	7.3
Vende a recicladores	22	15.9
Cambia por nueva	60	43.5
TOTAL	138	100

Fuente: Autor del proyecto

Figura 7. Utilización de las baterías usadas



De acuerdo con la anterior pregunta los conductores del parque automotor respondieron de la siguiente manera: el 33.3 % bota las baterías, el 7.3 % las guarda, el 15.9 % vende a los recicladores y el 43.5 % la deja en el lugar donde compra la batería nueva.(figura 7)

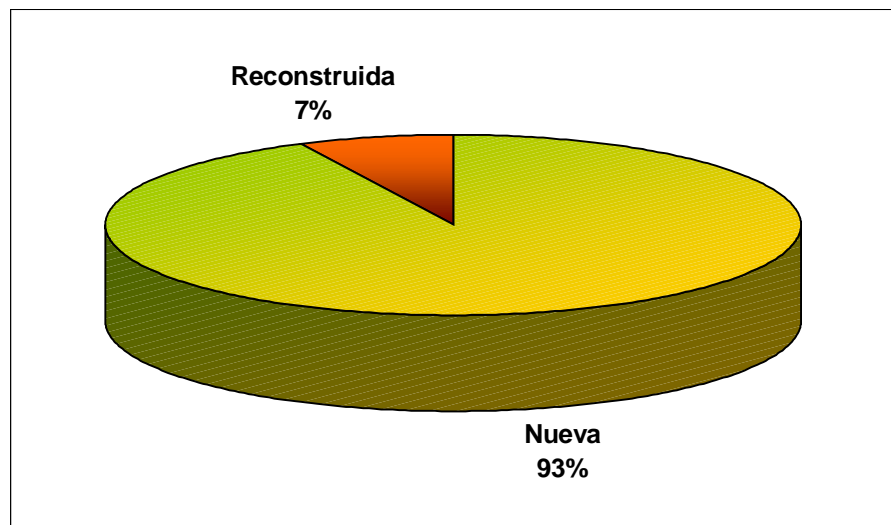
¿ Utiliza su vehículo batería?

Cuadro 6. Utiliza su vehículo batería nueva o reconstruida

UTILIZACIÓN BATERIA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Nueva	128	93
Reconstruida	10	7
TOTAL	138	100

Fuente: Autor del proyecto

Figura 8. Utiliza su vehículo batería nueva o reconstruida



Las repuestas dadas por los conductores, respecto a la pregunta utiliza su vehículo batería nueva o reconstruida, fueron las siguientes: el 93 % afirman que su vehículo utiliza batería nueva; y el 7 % utiliza batería reconstruida. (figura 8)

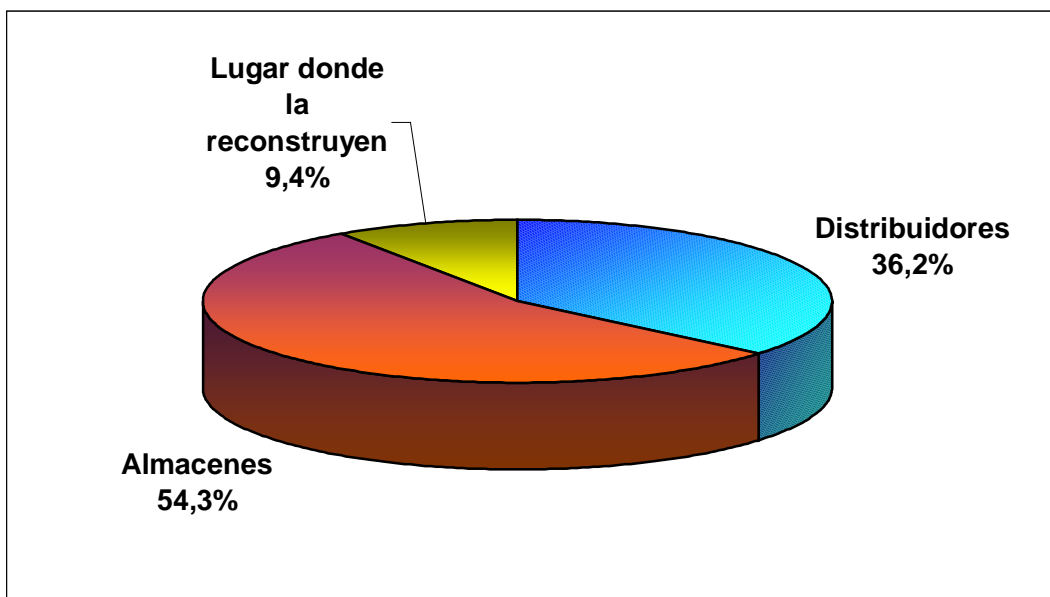
¿En qué sitios compra la batería de su vehículo?

Cuadro 7. En qué sitios compra la batería de su vehículo

SITIOS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Distribuidores	50	36.2
Almacenes	75	54.3
Lugar donde la reconstruyen	13	9.5
TOTAL	138	100

Fuente: Autor del proyecto

Figura 9. En qué sitios compra la batería de su vehículo



De acuerdo a las respuestas dadas por los conductores del parque automotor activo de la ciudad, con respecto a la anterior pregunta están distribuidas de la siguiente manera: el 36.2 % las compra a los distribuidores mayoristas, el 54.3 % en los almacenes y locales de distribución y el 9.5 % en el lugar donde la reconstruyen. (figura 9)

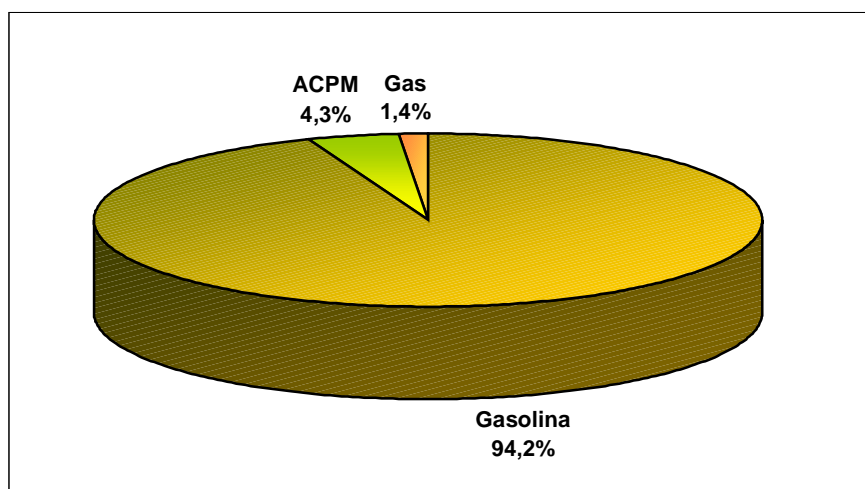
¿ Qué tipo de combustible utiliza su vehículo?

Cuadro 8. Qué tipo de combustible utiliza su vehículo

TIPO DE COMBUSTIBLE	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Gasolina	130	94.2
ACPM	6	4.3
Gas	2	1.5
TOTAL	138	100

Fuente: Autor del proyecto

Figura 10. Qué tipo de combustible utiliza su vehículo



El parque automotor de la ciudad de Bucaramanga utiliza como combustible: el 94.2 % gasolina, el 4.3 % A.C.P.M. y el 1.5 % su vehículo utiliza el gas. (figura 10)

Los propios vehículos automovilísticos crean graves problemas de contaminación del medio ambiente. La fuente principal de metales pesados proviene del motor de gasolina ya que este combustible contiene tetraetil de plomo como antidetonante.

3.2 ENCUESTA A LOS CENTROS DE ACOPIO (Anexo B)

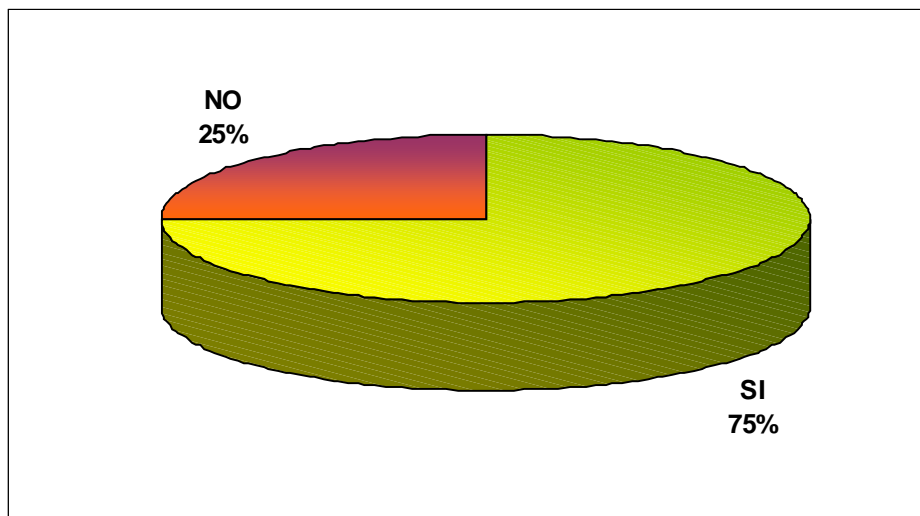
¿ Se dedican al reciclaje de baterías usadas?

Cuadro 9. Se dedican al reciclaje de baterías usadas

DEDICACIÓN AL RECICLAJE DE BATERÍAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	12	75
NO	4	25
TOTAL	16	100

Fuente: Autor del proyecto

Figura 11. Se dedican al reciclaje de baterías usadas



Las respuestas dadas por las empresas (centros de acopio) dedicadas al reciclaje específicamente a las baterías usadas respecto a la anterior pregunta están distribuidas así: el 75 % si se dedican al reciclaje de baterías usadas y el 25 % no se dedican al reciclaje de baterías usadas.(figura 11)

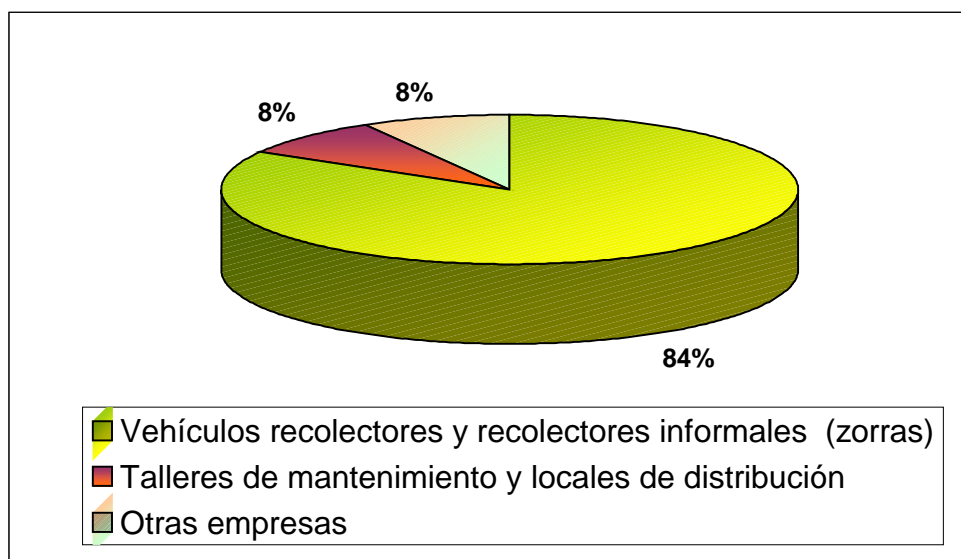
¿Cuál es la fuente primaria para la recolección de las baterías usadas?

Cuadro 10. Fuente primaria para la recolección de las baterías usadas

FUENTE PRIMARIA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Vehículos recolectores y recolectores informales (zorras)	10	84
Talleres de mantenimiento y locales de distribución	1	8
Otras empresas	1	8
TOTAL	12	100

Fuente: Autor del proyecto

Figura 12. Fuente primaria para la recolección de las baterías usadas



De acuerdo con la anterior pregunta, el 84 % de los centros de acopio su fuente primaria de recolección son los vehículos recolectores y los recolectores informales (zorreros) , el 8 % su fuente de recolección son los talleres de mantenimiento y locales de distribución y el 8 % afirma que su fuente de recolección son otras empresas. (figura 12)

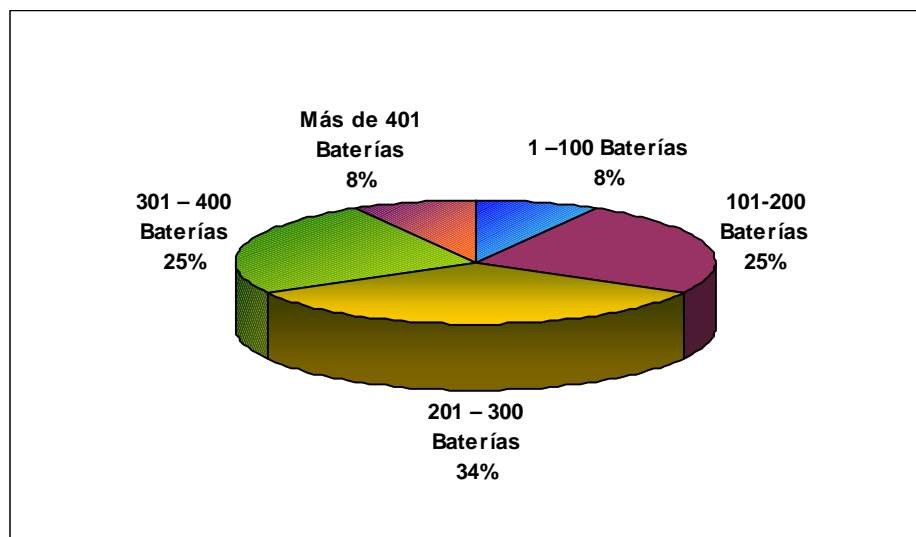
¿Cuál es el promedio de recolección de baterías usadas mensualmente?

Cuadro 11. Promedio de recolección de baterías usadas mensualmente

PROMEDIO RECOLECCIÓN DE BATERÍAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1 –100 Baterías	1	8
101-200 Baterías	3	25
201 – 300 Baterías	4	34
301 – 400 Baterías	3	25
Más de 401 Baterías	1	8
TOTAL	12	100

Fuente: Autor del proyecto

Figura 13. Promedio de recolección de baterías usadas mensualmente



Las respuestas dadas por los centros de acopio respecto a la anterior pregunta son muy diversas, así: el 8.33 afirma recolectar aproximadamente unas 100 baterías, el 25 % recolectan 150 baterías, el 33.34 % afirma recolectar 250 unidades, el 25 % afirma recolectar 350 baterías y el 8.33 % de los centros de acopio afirma recolectar más de 400 baterías. (figura 13)

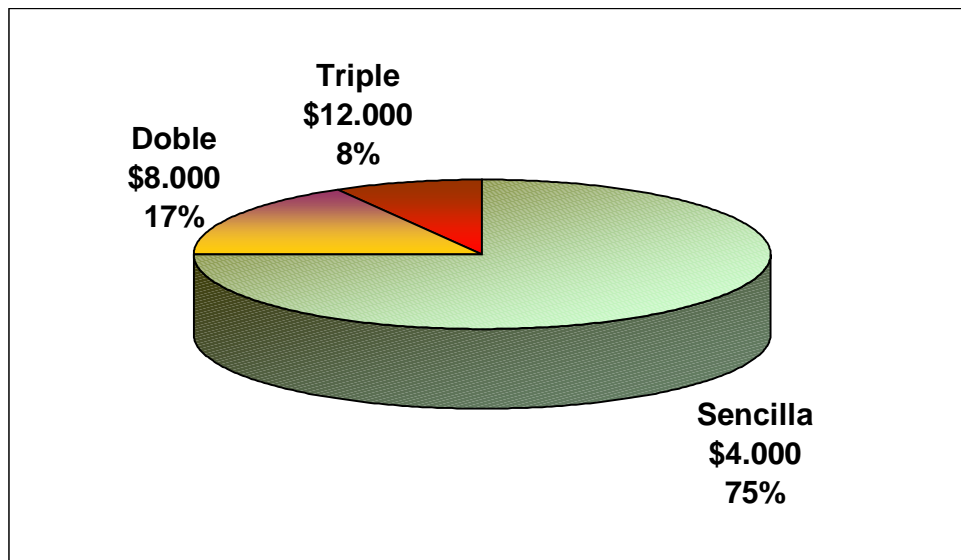
¿Cuál es el costo de compra por batería usada?

Cuadro 12. Costo de compra por batería usada

COSTO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Sencilla \$4.000	9	75
Doble \$8.000	2	17
Triple \$12.000	1	8
TOTAL	12	100

Fuente: Autor del proyecto

Figura 14. Costo de compra por batería usada



El costo de compra por batería usada, depende del tipo de batería, es decir : el 75 % de las baterías recolectadas son sencillas y por unidad se compra a un costo de \$ 4000 pesos , el 17 % son dobles y por unidad se compra \$ 8000 pesos y el 8 % que corresponde a baterías triples se compra a un precio de 12000 pesos la unidad. (figura 14)

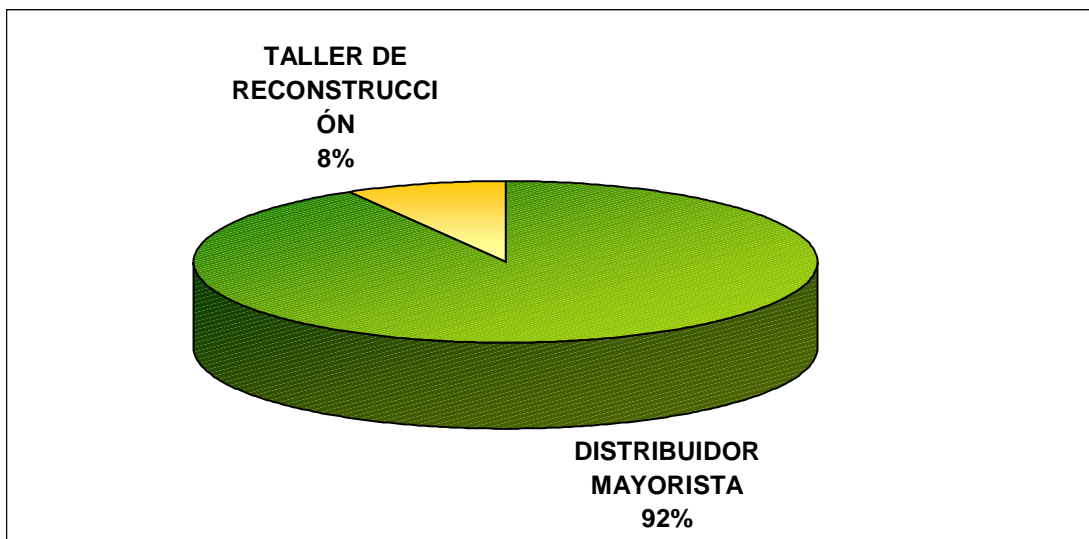
¿ Quien es el receptor final de las baterías usadas?

Cuadro 13. Receptor final de las baterías usada

FUENTE PRIMARIA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
DISTRIBUIDOR MAYORISTA	11	92
TALLER DE RECONSTRUCCIÓN	1	8
TOTAL	12	100

Fuente: Autor del proyecto

Figura 15. Receptor final de las baterías usadas



Las respuestas dadas por los centros de acopio a la pregunta quien es el receptor final de las baterías usadas fueron las siguientes: el 92 % afirma que

su destino final son los distribuidores mayoristas, el cual las transporta a las fabricas ubicadas en las ciudades de Cali, Barranquilla y Medellín, para su posterior reconstrucción. El 8 % sostiene que las venden a los talleres informales de la ciudad ubicados específicamente en el barrio Girardot, que se dedican a la reconstrucción de las mismas, dado que la batería es recuperable en un 95 % de sus partes.(figura 15)

3.3 PROCESO DE RECOLECCION, TRATAMIENTO, Y RECUPERACION DE LAS BATERIAS ACIDO - PLOMO EN LA CIUDAD

3.3.1 Proceso de recolección de las baterías. El proceso de recolección de baterías en la ciudad se fundamenta principalmente en los centros de acopio, talleres mecánicos, así como en los locales y distribuidores en cargados de vender baterías nuevas. El 80 % de las baterías recolectadas en la ciudad son transportadas por los distribuidores mayoristas hacia las ciudades de Cali, Medellín y Barranquilla, para su posterior recuperación y tratamiento.

Figura 16. Proceso de recolección de las baterías



De acuerdo a los resultados obtenidos en las encuestas realizadas y estadísticas de la cámara de comercio, en la ciudad se encuentran 16 empresas dedicadas como centros de acopio de reciclaje.

Actualmente no existen programas locales para la recolección de las baterías ácido - plomo, establecidos por autoridades ambientales, tampoco por las empresas dedicadas a la recolección de residuos sólidos. Por lo tanto, es difícil determinar el número de baterías que están siendo recolectadas en la ciudad.

3.3.2 Proceso de tratamiento y recuperación. En la ciudad no se encuentran empresas formales dedicadas al tratamiento y reconstrucción de las baterías, solamente se encuentran talleres informales que utilizan técnicas y métodos rudimentarios (manuales); siendo un riesgo para el trabajador como para el medio ambiente. Las baterías en este “ámbito cultural” son clasificadas como sencillas, dobles y triples. (figura 17)

Figura 17. Proceso de tratamiento y recuperación



Una vez que llegan las baterías a los talleres informales para su reconstrucción se realiza un proceso denominado “desguace de la batería” cuya función principal es la separación de sus componentes principales para su posterior reconstrucción.

El desguace de las baterías en los talleres informales sigue los siguientes pasos:

Vaciar el ácido. Esta operación consiste en quitar los tapones de la batería y posteriormente proceder a vaciar el ácido sulfúrico sobre unos recipientes (canecas) de plástico. La cantidad de ácido sulfúrico obtenido depende del tipo de batería, es decir de una batería sencilla se obtiene aproximadamente 2 litros, de la doble se obtiene 4 litros y de la triple se obtiene 6 litros de ácido.

El ácido es almacenado en canecas plásticas para posteriormente ser reutilizado utilizando un ácido puro que viene de fabrica aproximadamente a una concentración de 1900 gr / cc. . Este ácido es diluido con el ácido obtenido en los recipientes (canecas) para obtener una concentración (densidad) de 1250 gr / cc en la nueva batería reconstruida. (figura 18)

Figura 18. Vaciar el ácido



Las baterías, aun después de vaciadas de ácido sulfúrico, conservan algo de humedad que, al principio, puede llegar al 10 % del peso total. Tal humedad hay que tenerla en cuenta en el taller, ya que dará origen a vapor que se incorporara a los gases de salida.

El instrumento utilizado para medir la concentración (densidad) del ácido es el acidometro el cual viene dividido entres partes de colores así: color verde: indica que la batería tiene una densidad muy alta. Color blanco: indica que la densidad de la batería es la normal (1250 gr / cc) y el color rojo: indica una densidad por debajo de lo normal. (figura 19)

Figura 19. Instrumentos utilizados para medir la concentración



Taladrar: esta operación consiste en el rompimiento de la batería por la parte superior de la misma con el objeto de romper la batería.

Calentar: esta operación tiene como objetivo el calentamiento de la batería para derretir y extraer la brea presente en ella. El equipo utilizado es un soplete cuyo combustible es el gas propano. Esta operación dura

aproximadamente 15 minutos y es la más larga del proceso de desguace (Figura 19).

Extracción de las celdas: en esta operación se extraen los elementos y partes internas de la batería como son: los separadores o aislantes, las placas tanto positivas como negativas, conectores de celda, rejillas y el material activo. (figura 20)

Figura 20. Extracción de las celdas



Lavar: consiste en el lavado de las placas, caja de propileno (carcasa) con el objetivo de quitar partículas de plomo, brea, y material activo que se ubican en el fondo de la caja en forma de lodos. Para el lavado se utiliza agua.

Armar : después de haber pasado por las operaciones anteriores se procede a armar nuevamente la batería.

Solo el 20 % del total de las baterías recicladas o recolectadas en la ciudad son tratadas en estos talleres informales, su motivación principal de reconstrucción y tratamiento radica en las ganancias obtenidas por la venta y utilización del plomo.

3.3.3 Qué hacen con las partes del desguace que no se utilizan en la reconstrucción de la batería

Tierra negra o “scrap” de la batería: Es un lodo que queda en el fondo de la batería, contiene plomo y otros elementos contaminantes del medio ambiente. De una batería se extraen aproximadamente 5 kilogramos de tierra, si la batería es sencilla, de una doble 12 kilogramos y de la triple 15 kilogramos. La tierra negra es recolectada en sacos de polietileno y es vendida a los distribuidores mayoristas a razón de \$ 600 el kilogramo y tiene como recepción final las plantas ubicadas en las ciudades anteriormente mencionadas. (figura 21)

Figura 21. Recolección de tierra negra



Las cajas o cubiertas de las baterías: son reutilizadas y para ello se someten a un proceso de lavado. Aquellas que fueron maltratadas en el proceso de desguace son recicladas y vendidas a empresas que se dedican a la fabricación de botas de caucho. El costo de venta es de \$ 400 el kilogramo. (figura 22)

Figura 22. Cajas o cubiertas de las baterías



Plomo: El plomo extraído de las placas, bornes, y conexiones es fundido en el mismo taller artesanal, obteniéndose aproximadamente 8 kilogramos de plomo por batería, que posteriormente es fundido, para obtener materias primas como espigas, bornes, puentes y barras que se utilizan para el proceso de reconstrucción. (Figura 23)

Figura 23. Plomo de las baterías



Separadores: los separadores en mal estado no son reciclables, ellos son botados a las canecas de la basura. (figura 24)

Figura 24. Separadores de desecho



Algunas de las herramientas utilizadas para este trabajo son: taladro, machete, segueta, gancho, lima, soplete, cocina para fundir, El desguace de una batería se realiza, batería por batería debido a que en estos talleres no tiene equipos y técnicas avanzadas para este trabajo.

Los equipos de protección personal utilizados por los operarios son: guantes, mascarilla, lentes, delantal de cuero, y botas. (figura 25)

Figura 25. Equipos y elementos de protección



Cuadro 14. Evaluación técnica - económica de generación de componentes de las baterías ácido - plomo en el municipio de Bucaramanga

TIPO DE BATERIA	SENCILLA	DOBLE	TRIPLE	PROMEDIO
Peso de la Batería (Kg.)	25	40	60	42
Plomo contenido (Kg.)	6	8	10	8
Tierra Negra O "SCRAP" (Kg.)	5	12	15	11
Ácido contenido (lo)	2	4	6	4
Bornes (Kg.)	2	3.2	4.8	3.3
Plástico (pvc) contenido (gr.)	250	375	750	458
Placas, rejillas (Kg.)	15	24	36	25
Unidades recolectadas / mensualmente	2250	510	240	3000
Precio de compra (\$ / Batería)	4000	8000	12000	8000

Fuente: Autor del proyecto

De acuerdo a la tabla anterior el número de baterías recolectadas mensualmente en la ciudad de Bucaramanga es aproximadamente de 3000 correspondiendo a 126 toneladas de baterías, de las cuales se extraen 33 toneladas de tierra negra o “scrap”, 24 toneladas plomo, 12000 litros de ácido sulfúrico (electrolito) que equivalen a 2400 galones, y 1374 kilogramos de plástico (pvc) lo que equivale a 1.374 toneladas.

El costo de compra por kilogramo de plástico es de \$ 400, lo cual indica que los 1374 kilogramos tienen un costo de \$549600 pesos.

El 80 % de las baterías recolectadas en la ciudad son transportadas a otras ciudades y el 20 % son tratadas y reconstruidas en los talleres informales de la ciudad. El costo de compra promedio por batería en la ciudad es de \$ 8000 / unidad.

De las 126 toneladas recolectadas mensualmente, 40 toneladas son transportadas mensualmente a las ciudades Cali, 35 a Barranquilla y 25 toneladas a Medellín. (Cuadro 15)

Cuadro 15. Resumen de Generación de Baterías y Componentes por mes en Bucaramanga

	Unidades	Toneladas	Galones
Baterías recolectadas / mensualmente	3000	126	
Cantidad de plomo		24	
Cantidad de ácido obtenido / mes			2400
Cantidad de plástico		1.374	
Cantidad de tierra negra o “scrap”		33	
Costo / unidad	8000 \$ / unidad		
Transportadas a Cali, Barranquilla, y Medellín	2400	40, 35 y 25 respectivamente 100.8	
Tratadas en Bucaramanga	600	25.2	

Fuente : autor del proyecto

Nota: Cabe resaltar que los datos obtenidos en la tabla anterior es un promedio, dado que mensualmente estos valores están expuestos a variaciones.

4. IMPACTO AMBIENTAL DE LAS BATERIAS USADAS ACIDO - PLOMO

Las baterías usadas no son un residuo cualquiera. Por su composición son especialmente tóxicas y peligrosas para el medio ambiente, especialmente aquellas que contienen cadmio, níquel y plomo aunque también son preocupantes otros metales como el magnesio, níquel y cinc.

Cuando una batería es arrojada a la basura, como consecuencia, el plomo contenida en ella y el ácido sulfúrico pueden mezclarse con aguas llegando a ocasionar daños ambientales. Es por tanto imprescindible proceder a separar del resto de los residuos y llevarlas a contenedores dispuestos para su recogida selectiva.

En cuanto a los vertederos, es imprescindible asegurar su estanqueidad con el ácido para evitar filtraciones indeseables tanto al suelo como a las aguas, mediante impermeabilizables, sistemas de recolección de filtraciones. no obstante la elevada concentración de elementos tóxicos junto con la dificultad de conseguir la estanqueidad total, eleva la gravedad de las consecuencias en caso de fallo del sistema de control.

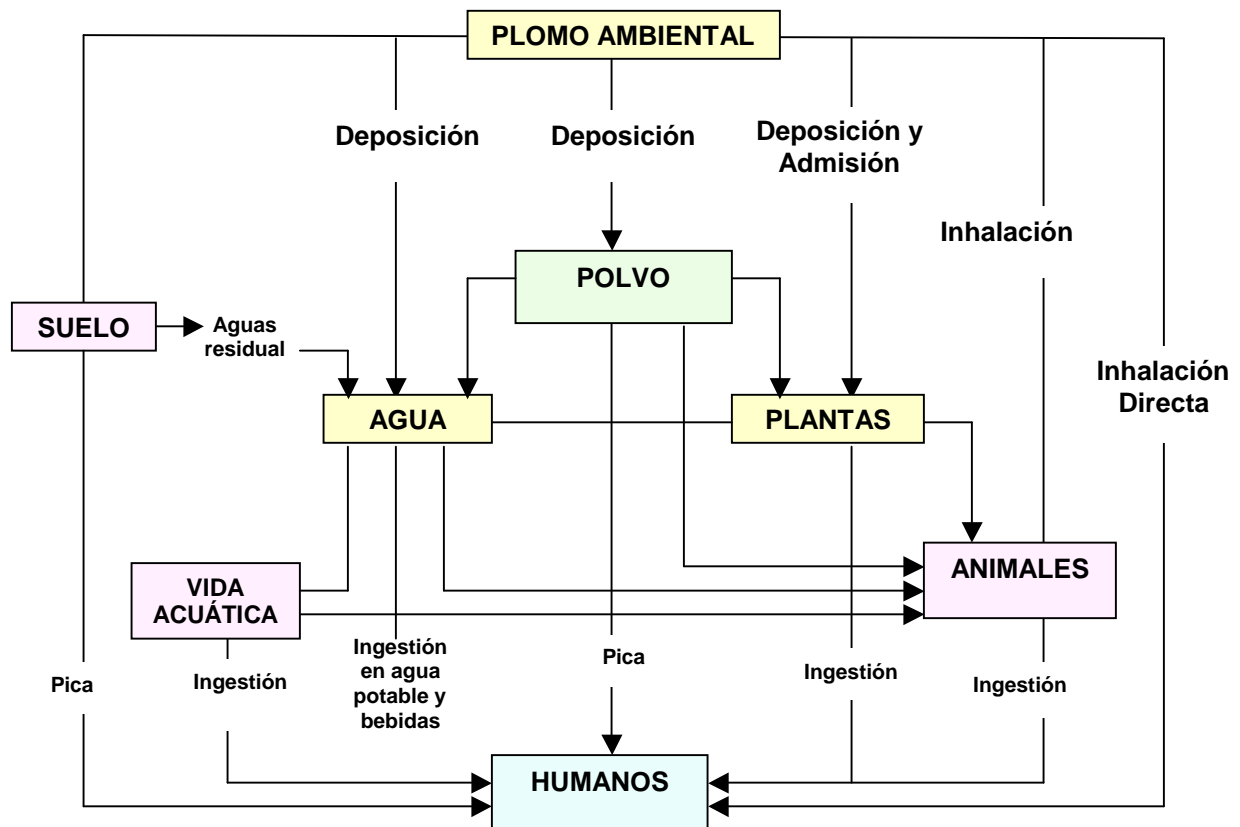
La eliminación de las baterías puede ser también una fuente de preocupación medioambiental y sanitaria. El plomo, mercurio, y cadmio son los metales más peligrosos utilizados en las baterías. Sin embargo, todos los tipos de tecnología de baterías usan compuestos potencialmente peligrosos. El reciclado o la eliminación controlada son las únicas opciones para reducir al mínimo los riesgos mientras los metales pesados continúen siendo componentes esenciales de las baterías

Se concluye que la recogida selectiva de los acumuladores, su reciclaje disposición final posterior no soluciona el problema que crean al medio ambiente. Es necesario atar el problema desde el inicio, en la fabricación o en la selección de fuentes de energía.

4.1 EL PLOMO Y SU RELACIÓN AMBIENTAL

En el ámbito mundial el plomo es uno de los primeros agentes responsables de la contaminación ambiental. Son innumerables las fuentes contaminantes donde puede estar presente, algunas de ellas son: la industria metalúrgica, las fabricas de **acumuladores ó baterías**, la industria del vidrio, las pinturas anticorrosivas, la industria de la fundición, y la industria química, lo cual trae como consecuencia la afectación al ser humano como al medio ambiente especialmente el agua, suelo, plantas y animales. (Figura 26)

Figura 26. Contribución del plomo al medio ambiente



Fuente: CASAS SABATA, J.M. Contaminación por metales pesados. UPC España (1995)

Las condiciones de ductilidad y maleabilidad del plomo han hecho que este metal haya sido utilizado por el hombre desde la más remota antigüedad. Este metal o de color azul- grisáceo, se obtiene principalmente a partir de la galena donde se encuentra en forma de sulfuro de plomo

El punto de fusión es 327 grados centígrados y el punto de ebullición a 1525 c. A partir de 500c la emisión de vapores es ya importante y por tanto lo es su toxicidad. Actualmente la toxicidad del plomo no solo se extiende a los ambientes laborales en que se utiliza este metal, sino que llega también a ser un elemento importante de la contaminación ambiental debido fundamentalmente al empleo del plomo tetraetileno y plomo como antidetonante en los carburantes de los automóviles.

El plomo total contenido en una batería seca o vaciada, es decir, sin ácido, oscila entre el 55 % y el 60 %. En cualquier caso, ni el plomo metal ni el que se presenta como oxido o sulfato presenta problemas especiales por lo que se refiere a su tratamiento metalúrgico, pero los envases o cajas, los separadores y el ácido sulfúrico, si crean algunas complicaciones desde el punto de vista medioambiental, lo que, evidentemente, también ocurre con el plomo.

4.2 DIAGNOSTICO

Debido a que la gran mayoría de las materias primas empleadas en el desguace y reconstrucción de las baterías, pueden llegar a introducir cambios o alteraciones en el comportamiento de los ecosistemas, especialmente en los aspectos referentes al agua, el suelo y el aire, por estos y otros motivos, se realizo un diagnostico de los posibles impactos ambientales que pueden derivarse de la operación de recolección,

tratamiento desguace, y reconstrucción de las baterías usadas de los vehículos terrestres.

La metodología utilizada para el diagnóstico ambiental, consistió básicamente en la identificación ordenada de las actividades potencialmente impactantes, en la identificación de los factores ambientales sobre los cuales recaen los efectos y, en la determinación de la importancia del impacto.

Identificación de factores de deterioro ambiental

En términos generales, las actividades de desguace y reconstrucción de las baterías pueden ocasionar diferentes efectos ambientales, entre los que cabe mencionar: contaminación de suelos, pérdida de cobertura vegetal, contaminación de aguas, alteración de drenaje por efectos de disposición de las baterías durante las operaciones realizadas en su tratamiento.

A partir del diagnóstico de impacto ambiental, se establecieron los alineamientos generales para el seguimiento y control. El proceso se llevó a cabo de la siguiente manera:

- Ø Revisión detallada por intermedio de visitas al área (centros de acopio) y talleres informales en donde se llevan a cabo las operaciones de desguace y reconstrucción de las baterías.

- Ø Análisis de cada una de las actividades que comprende la operación de desguace y reconstrucción, así como los impactos que generan estas operaciones al medio ambiente.

Actividades potencialmente impactantes

Para la identificación de estas actividades se realizó un listado ordenado por componentes, así: actividad, aspecto e impacto ambiental. Adicional a la

identificación de cada una de las actividades se establecieron las subactividades con el fin de desarrollar una identificación de factores ambientales e indicadores de afectación. (Ver cuadro 16)

Cuadro 16. Aspectos e impactos ambientales de las actividades del proceso del manejo y tratamiento de las baterías usadas.

(Riesgos e Impactos ambientales de acuerdo con la norma ISO 14000)

Número de Actividad	Actividad	Aspecto	Impacto
1	Reciclado	<ul style="list-style-type: none"> Ø Apertura o rotura de acumuladores Ø Acumuladores que gotean Ø Apertura manual de acumuladores Ø Apertura mecánica de acumuladores 	<ul style="list-style-type: none"> Ø Aumento de contaminación por el electrolito ácido y polvo de plomo Ø Riesgo de derrames Ø Presencia de partícula de polvo Ø Generación de vapores ácidos
2	Tratamiento y neutralización del ácido	<ul style="list-style-type: none"> Ø Derrames de ácido Ø Emisión de vapores ácidos Ø Producción de aguas residuales industriales 	<ul style="list-style-type: none"> Ø Contaminación del suelo y agua Ø Contaminación atmosférica Ø Contaminación del agua
3	Reducción del plomo	<ul style="list-style-type: none"> Ø Producción de oxido de plomo (pbo) sulfato de plomo (pbSo4), plomo(pb) Ø Espumas formadas durante la fusión Ø Emisión de compuestos clorados al quemar el PVC 	<ul style="list-style-type: none"> Ø Aumento de emisiones atmosféricas
4	Refinación del plomo	<ul style="list-style-type: none"> Ø Plomo recalentado: vapores tóxicos Ø Extracción de antimonio y arsénico enriquecidos con oxígeno Ø Vapores de plomo 	<ul style="list-style-type: none"> Ø Incremento de contaminación atmosférica
5	Separación del plástico(pvc)	<ul style="list-style-type: none"> Ø Emisión de vapores al quemar las partes del Pvc 	<ul style="list-style-type: none"> Ø Contaminación atmosférica
6	lavado	<ul style="list-style-type: none"> Ø Generación de lodos y aguas residuales 	<ul style="list-style-type: none"> Ø Contaminación del agua

Fuente: Autor del proyecto

Con base en la identificación de las acciones de los efectos potenciales de cada una de ellas, así como del conocimiento del entorno (diagnostico ambiental), se realizo una propuesta con el objetivo fundamental de dar a conocer los aspectos relacionados con el manejo y control ambiental de las baterías ácido – plomo.(ver Cuadro 17)

Cuadro 17. Propuesta de control ambiental para el reciclado de baterías (ácido – plomo) usadas de vehículos terrestres

Planificación para plantas de reciclado de acumuladores (Baterías) plomo – ácido Evaluación de impactos ambientales			
Aspectos tecnológicos	Tratamiento de fuentes de contaminación	Ø Electrolito y afluentes	Ø Extracción l Liquido- liquido Neutralización Ø Filtros de tela o mangas Ø Precipitados electrostáticos Ø Sistema de lavado
		Ø Recolección de polvo	
		Ø Emisiones fugaces	Ø Ventilación controlada en la planta de fundición Ø Cubrir los baños de plomo
		Extracción del dióxido de azufre	
		Selección de agentes fundentes	
		Compactación de la escoria	
		Reciclado de materia orgánica	Separadores y placas
Reciclado del polipropileno			

Vigilancia del medio ambiente	<p>1. Medidas de control: las tecnologías menos contaminantes requieren un control permanente</p>	<ul style="list-style-type: none"> Ø Equipo de protección individual. Ø Practicas de trabajo. Ø Operaciones de apertura, reducción y refinación dentro edificios cerrados. Ø Superficies pavimentadas en las zonas no cubiertas. Ø Precaución en el manejo, almacenamiento y transporte de los acumuladores Ø Se debe recoger la lluvia.
	<p>2. Medidas de vigilancia: las medidas de vigilancia pueden considerarse como un termómetro del grado de contaminación del medio ambiente</p>	<ul style="list-style-type: none"> Ø Efluentes: PH, metales pesados (Pb, Hg, Cd) Ø Gases: polvo de plomo, dentro y fuera de la planta Ø Suelo y plantas: análisis periódicos por la contaminación del plomo. Ø Calidad del aire: en la planta de apertura de acumuladores. Ø Examen médico a todos los trabajadores Ø Niveles de dioxinas.
	<p>3. Aspectos relacionados con la salud</p>	<ul style="list-style-type: none"> Ø El plomo antropogenico y el natural se absorben del mismo modo Ø La inhalación es la principal fuente de absorción en el entorno industrial Ø El plomo absorbido pasa al torrente sanguíneo y de allí se distribuye a los huesos Ø El plomo ingerido se elimina por medio de las heces, el plomo absorbido se elimina por la orina, las secreciones gastrointestinales,, el cabello, las uñas y el sudor. Ø La vida media de los compuestos de plomo es larga, en al sangre de 3 a 4 años y en los huesos 20 a 27 años.

Vigilancia del medio ambiente	<p>4. Viabilización: medidas fundamentales para la ejecución de programas de reciclado de acumuladores ácido - - plomo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ∅ Determinación y definición de las prioridades nacionales ∅ Clasificar las mejores soluciones de acuerdo a las siguientes opciones: ∅ Reciclado externo: esta opción se convierte cuando el país no cuenta con plantas de reciclado ambiental racional. ∅ Reciclado interno: países que hayan instalado plantas de reciclado ambientalmente racional. ∅ Soluciones regionales: cuando dos o mas países no cuenten con instalaciones de reciclado suficiente..
	<p>5. Consideraciones finales: para efectos de mejorar la protección del medio ambiente y la salud, deben utilizarse indicadores de resultados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ∅ Evaluaciones tecnológicas (ET). ∅ Análisis de ciclo de vida (ACV) ∅ Evaluaciones de riesgos (ER) ∅ Auditorias ambientales (AA) ∅ Sistemas de ordenamiento ambiental (SOA) ∅ Aplicarse normas internacionales como la ISO 14000
	<p>6. Formular reglamentos y mecanismos: Para el cual debe estudiarse la posibilidad de formular reglamentos, y mecanismos como las etiquetas ecológicas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ∅ Es preciso establecer mecanismos para la generación de datos que lleven a: ∅ La planificación ∅ El diseño de la reglamentación ∅ Métodos de control. ∅ La modificación de acumuladores para facilitar su reciclaje presenta amplias posibilidades con el esfuerzo conjunto entre productores, recicladores, y gobiernos.

Fuente: Adaptado del el autor. José Joaquín Fonseca - DAMA

Los factores ambientales y las acciones que hacen parte de la operación se disponen respectivamente en filas y columnas para formar el esqueleto de una matriz, en donde cada punto de intersección representa un efecto.

5. LEGISLACIÓN ESTABLECIDA POR EL CONSEJO INTERNACIONAL DE BATERIAS (BCI) Y POR LA AGENCIA PROTECCION AMBIENTAL (EPA) SOBRE EL RECICLAJE DE LAS BATERÍAS ÁCIDAS DE PLOMO

5.1 BATERÍAS ÁCIDAS DE PLOMO; EVACUACIÓN TERRESTRE PROHIBIDA

Ø Ninguna persona puede colocar una batería ácida de plomo usada en los residuos sólidos urbanos mezclados, ni desechar o, de otra forma, evacuar una batería ácida de plomo excepto mediante su entrega a un comerciante, minorista, a una instalación de reciclaje autorizada por la ley de (estado) , o a una fundición de plomo secundario aprobada por la agencia de protección ambiental.

Ø Ningún comerciante minorista evacuará una batería ácida de plomo excepto mediante su entrega a: un representante mayorista de baterías; un fabricante de baterías para su posterior entrega a una fundición de plomo secundario aprobada por la agencia de protección ambiental. Una instalación de recolección o reciclaje autorizada por la ley de estado; una fundición de plomo secundario aprobada por la agencia de protección ambiental

Ø Cada batería evacuada de forma incorrecta constituirá un delito por separado.

Ø Por cada delito en esta sección, el infractor quedara sujeto a una multa que no excederá de --- dólares, y / o aun periodo de cárcel que no excederá de ---- días (de acuerdo con el código estatal)

5.2 BATERÍAS ÁCIDAS DE PLOMO; RECOLECCIÓN PARA EL RECICLAJE

Ø Una persona que venda baterías ácidas de plomo como minorista u ofrezca baterías ácidas de plomo para su venta al por menor en el estado:

Aceptará, en el punto de transferencia, en una cantidad por lo menos igual al número de baterías nuevas vendidas, las baterías ácidas de plomo usadas de los clientes, si son ofrecidas por los clientes, y colocará hojas informativas, que deben contener el símbolo mundial del reciclaje y el texto siguiente: “ es ilegal desechar una batería de vehículo motorizado u otra batería ácida de plomo “

Inspección a comerciantes minoristas de baterías de automóviles. La (agencia estatal pertinente) producirá, imprimirá y distribuirá las hojas informativas requeridas por lo anteriormente mencionado a todos los lugares en los que se ofrece la venta minorista de baterías ácidas de plomo. En cumplimiento de sus deberes, expuestos en esta sección, la agencia puede inspeccionar cualquier lugar, edificio o local. Los empleados autorizados por la agencia pueden realizar advertencias y citaciones a las personas que no cumplan los requisitos exigidos. La ausencia de las hojas informativas requeridas después de realizar una advertencia hará que recaiga sobre el establecimiento una multa.

Mayoristas de baterías ácidas de plomo. Cualquier persona que venda baterías ácidas de plomo nuevas al por mayor aceptará, en el punto de

transacción, en una cantidad por lo menos igual al número de baterías nuevas vendidas, las baterías ácidas de plomo usadas procedentes de los clientes, si son ofrecidas por ellos. Una persona que acepte baterías transferidas desde un minorista de baterías de automóviles tendrá un período de tiempo que no excederá los noventa días para separar las baterías del punto de recolección minorista.

Imposición. La (agencia estatal pertinente) hará cumplir lo anteriormente mencionado. Las infracciones serán sujetas al código estatal aplicable.

Aplicabilidad. Si cualquier cláusula, frase o parte de éste, o la aplicación en adelante a cualquier persona o circunstancia, fuese por cualquier razón, dictaminada por un juez de la jurisdicción competente como no válida, tal decisión judicial no afectará o invalidará el resto o su aplicación a otras personas o circunstancias.

5.3 PROVISIONES DE LA LEGISLACIÓN DEL BCI (CONSEJO INTERNACIONAL DE BATERÍAS)

Ø Se prohíbe que cualquier persona evacue una batería ácida de plomo junto con los RSU mezclados.

Ø Cada batería incorrectamente evacuada supone un delito sujeto a multa.

Ø Además existe una previsión de devolución estipulando que cualquier ciudadano que venda baterías ácidas de plomo debe aceptar las baterías ácidas de plomo usadas y colocar bandos informativos anunciando que se pueden devolver las baterías.

6. PROPUESTA PARA LA RECOLECCION, (RECICLAJE) , TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE LAS BATERIAS USADAS ACIDO – PLOMO

6.1 RECOLECCIÓN Y RECICLAJE DE LAS BATERÍAS ÁCIDO - PLOMO

Métodos de recolección. A continuación se describen algunos métodos para la recolección de las baterías.

- **Almacenamiento en locales, distribuidores, centros de acopio y distribuidores automovilísticos.** El principal método de recolección y de las baterías ácido – plomo consiste en que los establecimientos automovilísticos, locales y distribuidores, cuando sustituyan las baterías, las almacenen para posteriormente sean recicladas por los centros de acopio establecidos en la ciudad. El flujo de reciclaje de baterías se denomina “rotura de baterías”; este proceso, es practicado por un cierto número de talleres de la ciudad, implica la rotura o desguace de la batería para la separación de los componentes de plomo y plástico.

- **Establecer programas de recolección, y legislación.** Otro punto importante a tener en cuenta es que se implementen programas de recolección y establecer una legislación que controle la elaboración y evacuación de las baterías, dado que en este momento no hay normatividad en el ámbito nacional y regional para la recolección y tratamiento de las baterías ácido plomo.

El reciclaje de las baterías ácido – plomo no esta definido por la normatividad que regula los residuos sólidos urbanos (R. S. U.) .

Pasos para establecer un programa de recolección. A continuación se describen algunos pasos para establecer un programa destinado al reciclaje:

Primer paso: consiste en conocer la normatividad que regula la recolección, transporte, almacenamiento y evacuación de las baterías. Esta investigación debe preceder al diseño del programa.

Segundo paso: consistirá en desarrollar un programa para la concienciación de los ciudadanos. A continuación se presenta una lista de estrategias promocionales:

- Desarrollar una temática y un logotipo.
- Establecer una frecuencia para las promociones. .
- Desarrollar boletines, y anuncios informativos.
- Utilizar los anuncios informativos de carácter publico: radio, televisión, prensa, programas educativos escolares, anuncios en las tiendas y grupos comunitarios.

Tercer paso: consiste en establecer centros de acopio que cumplan con la normatividad, para la recolección de las baterías, lo que podría realizarse de forma simultanea con el programa de concienciación.

Establecer quién debe recolectar las baterías, a menudo, depende de los centros de recolección utilizados. Por ejemplo, los programas que utilizan los centros de acopio como centros de recolección que han empleado frecuentemente grupos voluntarios, asociaciones de barrio, para seleccionar y recolectar las baterías

Debe concretarse también como se almacenarán las baterías, una vez recolectadas, que permita una evacuación rentable y eficaz. Todas las baterías recolectadas deben almacenarse en una zona adecuadamente ventilada, con las medidas apropiadas de seguridad.

Cuando se han recolectado se procede a su evacuación. Las que vayan a ser transportadas a sitios deben ser transportadas con permisos de las autoridades competentes. Además las baterías deben ser empaquetadas y presentadas como residuo peligroso. En las primeras etapas del desarrollo de un programa de reciclaje deberían identificarse y quedar establecidas las posibilidades de evacuación y reciclaje.

Cuarto paso: en cualquier esfuerzo dirigido al reciclaje de baterías consiste en desarrollar un programa evaluativos. Este programa debería incluir: un análisis estadístico en el que se comparen diferentes programas para la recolección de baterías, una valoración del número de vehículos servidos, la tasa de participación del ciudadano, y estrategias para maximizar la participación ciudadana.

El costo a la hora de desarrollar un programa para la recolección de baterías varía según el método de recolección y clasificación, como residuos peligrosos o no peligrosos. Puede ser difícil para el municipio depender de voluntarios en un programa de largo plazo y por lo tanto, la mayoría de los programas tendrán que incurrir en el gasto de un coordinador y su plantilla

También es recomendable que en los lugares de recogida se apliquen ciertas medidas:

Ø El drenaje de los acumuladores no debe realizarse en puntos de recogida.

Ø Los acumuladores deben almacenarse en lugares adecuados (los que gotean, se deben almacenar en contenedores que resistan el ácido, el lugar se debe proteger de la lluvia)

Ø Se deberá restringir el acceso y el lugar se identificara como un lugar de almacenamiento de sustancias peligrosas.

Ø No deben almacenarse grandes cantidades .

Ø No se deben vender a fundiciones no autorizadas

Ø Los acumuladores de plomo deben ser considerados como desechos peligrosos.

Ø El vehículo de transporte debe estar identificado con símbolos adecuados.

Ø Es necesario identificar y clasificar los acumuladores

Ø Se recomienda utilizar métodos más restrictivos y cuidadosos, que deben adaptarse a las necesidades específicas de cada planta..

6.2 TRATAMIENTO Y APROVECHAMIENTO DE LAS BATERÍAS ÁCIDO - PLOMO

Aunque recorran caminos separados, el destino común de estos residuos son la fabricas y talleres de reconstrucción en un alto porcentaje o los vertederos. Los metales pesados y componentes peligrosos presentes en las baterías contaminan el agua, el aire creando serios problemas no solo al medio ambiente sino a la salud publica.

Entonces surge la pregunta ¿qué hacer, con estos residuos para evitar su disposición en un vertedero.? Una de las primeras actuaciones es su reutilización, ya que en muchas ocasiones se encuentran todavía en buen estados y porque además las baterías son recuperables en un 95 % de sus componentes.

Otra opción es el que actualmente se hace en la ciudad y consiste en proceder a desguazar las baterías, clasificar las partes aprovechables y reciclar el material restante. Las partes plásticas pueden entrar en el reciclado de plástico y ser transformados en otros componentes. El reciclado de los metales también resulta factible e interesante económicamente como actualmente se hace en la ciudad.

No menos importante seria que los fabricantes de estos productos tuvieran en cuenta en la fase de concepción y diseño del producto, que este algunas ves se convirtiera inevitablemente en residuo y adaptaran medidas no solo a facilitar su gestión, sino también a reducir su generación, alargando la vida útil o simplificando la sustitución de componentes agotados o dañados

6.2.1 Métodos para el de tratamiento de baterías. Tanto la composición y tipo de baterías, como las condiciones medioambientales, determinan el tipo de tratamiento metalúrgico a aplicar, el cual puede obedecer a tres métodos:

Métodos directos: Que tratan las baterías completas tal y como se reciben del recuperador. Por supuesto, antes de pasar a los hornos han de ser drenada

Métodos semidirectos: Antes del proceso metalúrgico, se somete la batería a una separación de las cajas o carcasa

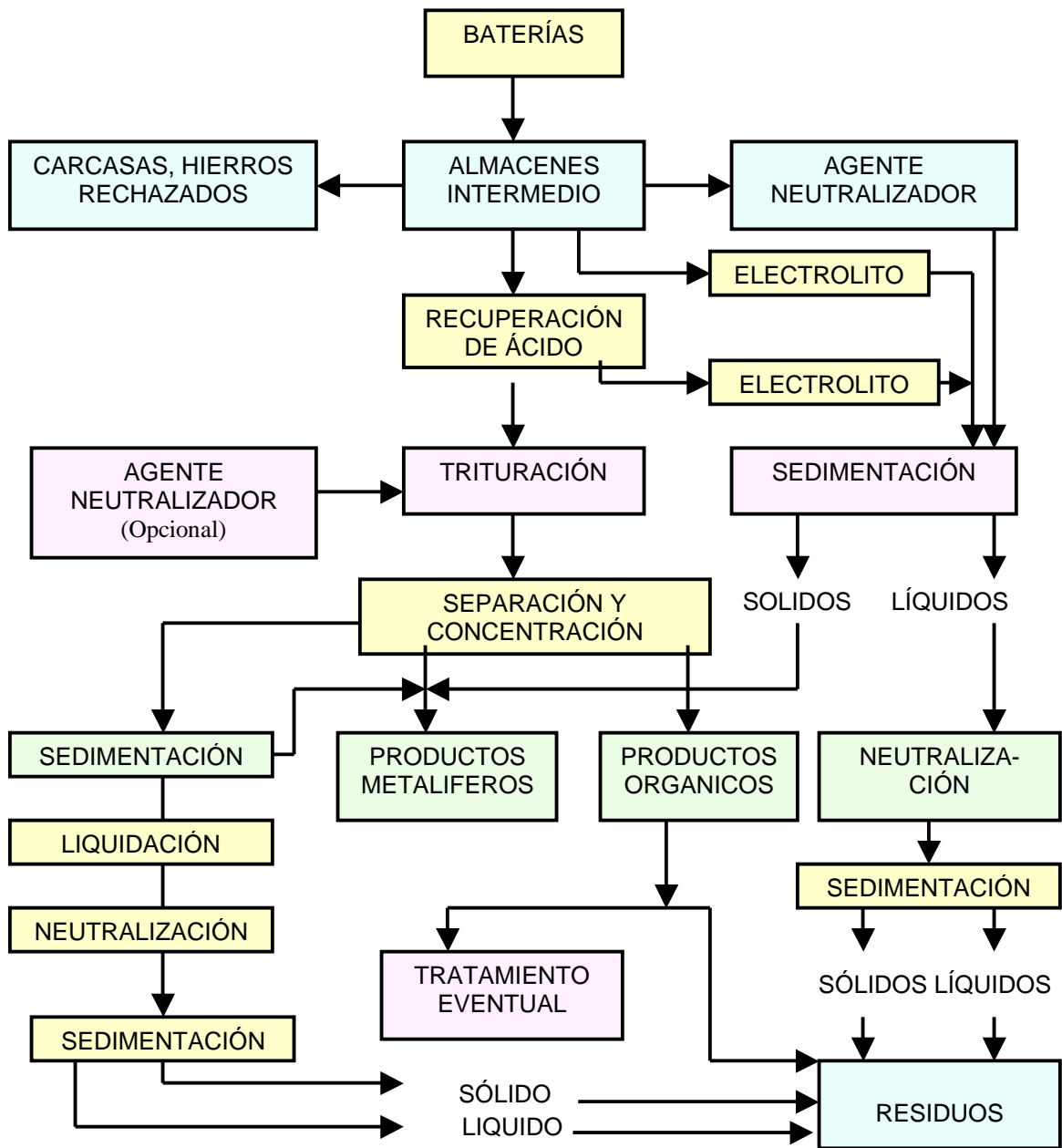
Métodos indirectos: En los que las baterías se someten a un tratamiento que permite la separación mas completa posible de materiales plomíferos que van a la metalurgia, del resto de los materiales no plomíferos.

Dentro de esta clasificación podría hacerse una distinción, según se utilicen procesos pirometalúrgicos o hidrometalúrgicos. En general, los primeros son los más convencionales, aunque también la hidrometalurgia va alumbrando nuevas tecnologías aplicables al reciclado de plomo.

Antes del proceso metalúrgico propiamente dicho, y siga el método que siga, las baterías deben someterse a un proceso de preparación o pretratamiento más o menos completa

6.2.2 Pretratamiento de las baterías. Los fines generales de cualquier método de pretratamiento de baterías se pueden resumir así:

Figura 27. Diagrama general del tratamiento de baterías



Fuente: ORTEGA, Francisco Román. Introducción a la recuperación y reciclado de los metales no féreos. España, 1998.

Obtener la máxima recuperación del metal base.

Ø Recuperar el máximo de materias metalíferas susceptibles de tratamiento metalúrgico.

Ø Recuperar como subproductos cualquier material que pueda tener valor comercial.

Ø Conseguir residuos finales con la mínima conflictividad medioambiental.

El pretratamiento de las baterías o desguace, para utilizar un termino muy similar con esta actividad, ha evolucionado en los últimos tiempos, con tendencia a abandonar las operaciones manuales o poco mecanizadas y automatizadas por razones obvias. Pero, de una forma o de otra, lo que se busca es una fragmentación de las baterías seguida por una clasificación y separación de los distintos componentes.

La fragmentación: tiene por objeto liberar los distintos componentes, de forma que puedan separarse unos de otros. Los equipos de fragmentación más utilizados son el molino de martillos y el tambor triturador, actuando este último de una forma muy similar a los molinos autógenos, produciéndose la rotura de las baterías por la caída y golpeo de unas sobre otras. A veces, el tambor triturador esta provisto de calentamiento, con objeto de sacar los materiales y facilitar el cribado y clasificación.

La fragmentación podrá hacerse por métodos manuales o artesanales o bien mecanizados. Asimismo, se podrá acometer la fragmentación de las baterías de una o por cargas completas o en masa, pero, en cualquier caso, la primera precaución a tomar será la de vaciar el ácido total o residual de la batería para su neutralización.

La fragmentación manual: al menos en países desarrollados, tiende a desaparecer o se limita, al primer nivel de la recuperación.

Los medios mecánicos más utilizados para una fragmentación de las baterías una por una son las sierras y las guillotinas, bastante extendidas ambas y con múltiples disposiciones constructivas. Este tipo de fragmentación da origen a:

∅ Placas y separadores, representando el 60 / 65 % del peso de la batería, con 80 / 85 % de pb y 2 / 3 % de materias orgánicas.

∅ Bornes y contactos, 8 % del peso, 95 / 96 % de pb y 3 / 5 % de materia orgánica.

∅ Virutas de corte y polvo; 2 / 3 % del peso total, con hasta el 50 %, de pb y 40 / 50 % de materia orgánica

∅ Lodos del lavado de las cajas, con contenidos variables del plomo y materia orgánica.

La fragmentación en masa: de baterías, por razones de productividad, eficacia y control ambiental son cada vez mas utilizadas, y, su esquema general de funcionamiento, se ajusta a la aplicación de procesos mineralúrgicos y a la utilización de los equipos o métodos anteriormente expuestos. Este tipo de tratamiento se hace en plantas de diseños pero que, con pocas variantes, constan de cuatro secciones:

∅ Recogida del ácido

∅ Fragmentación

∅ Separación y concentración

Ø Tratamiento de líquidos

En la Figura 27 se expone un diagrama general de tratamiento de baterías, en el que se distinguen claramente las cuatro secciones indicadas.

La recogida del ácido: se debe hacer primer lugar, en el área de almacenamiento de baterías, que debe contar con pisos impermeabilizados y canales de captación. Se impone un drenaje a fondo del ácido, especialmente si la fase siguiente fuera por vía seca. La corrosión obliga a la utilización de materiales especiales en esta sección. Para un eficaz vaciado del ácido, se perforan las cajas de las baterías en varios puntos, lo que se hace mediante rodillos provistos de púas a través de los cuales se las hace pasar.

Separación y concentración: una vez fragmentadas las baterías, la separación puede hacerse combinando aparatos de vía seca, como Cribas mecánicas o separadores de corriente de aire, o bien, por vía húmeda, como Cribas hidráulicas, hidroclasificadores o medios densos. Resulta difícil inclinarse por un sistema, ya que todos tiene ventajas e inconvenientes. La elección, al menos en parte, dependerá del proceso metalúrgico o tipo de hornos que se vayan a utilizar, y, también, del aprovechamiento que se pretenda hacer de la parte no metálica o metalífera.

Tratamiento de líquidos: Hay que distinguir entre lo que es el tratamiento del ácido drenado de las baterías y el de los líquidos o pulpas en circulación cuando se trabaja por vía húmeda. En el primer caso, el ácido puede recuperarse para su uso posterior o bien neutralizarse, como sulfato sódico, (proceso ENGITEC) y conseguir un producto comercial. En el primer caso se

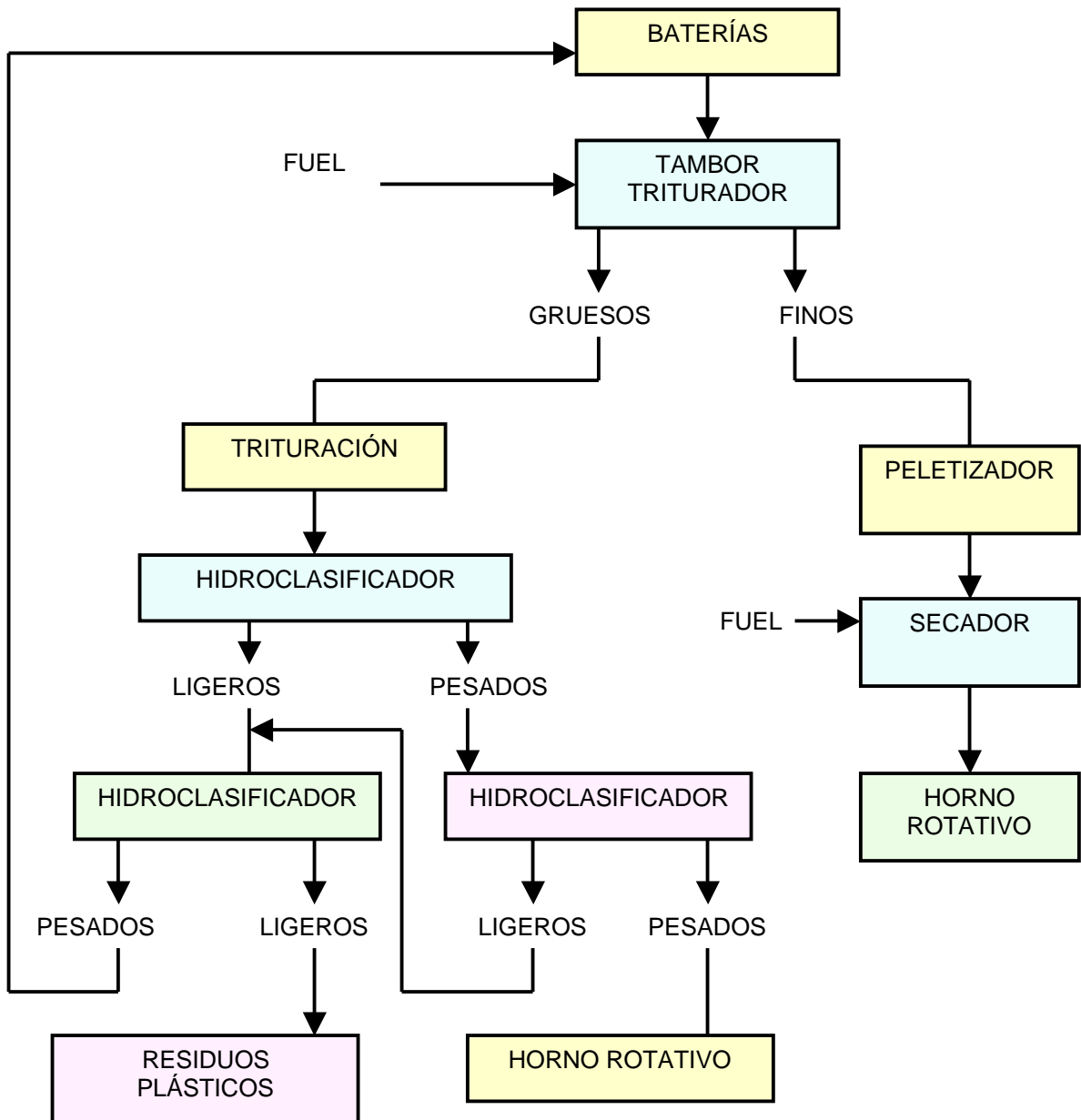
paran por sedimentación los sólidos plomíferos que pueda contener el ácido y se recicla. Cuando se trata de procesos por vía húmeda, el control del Ph adecuado se consigue, en general, por adición sosa.

6.2.3 Aplicaciones del pretratamiento de las baterías. Se exponen a continuación, algunos esquemas representativos del pretratamiento de baterías. Se trata de esquemas básicos, correspondientes a plantas a la hora de su puesta en marcha.

Clasificación hidráulica: se comienza por una fragmentación primaria en tambor giratorio, con calentamiento. La parte cribada a través de las rejillas del tambor corresponde a la pasta activa, que se destina a la metalurgia secundaria. Los tamaños mayores se trituran en un molino de impactos y se sometan a una clasificación en serie por medio de hidroclasificador en la forma indicada en la figura. Los productos finales de esta clasificación son plásticos y material plomífero, mas un producto “ mixto” que se recicla dentro de la propia planta. (Figura 28)

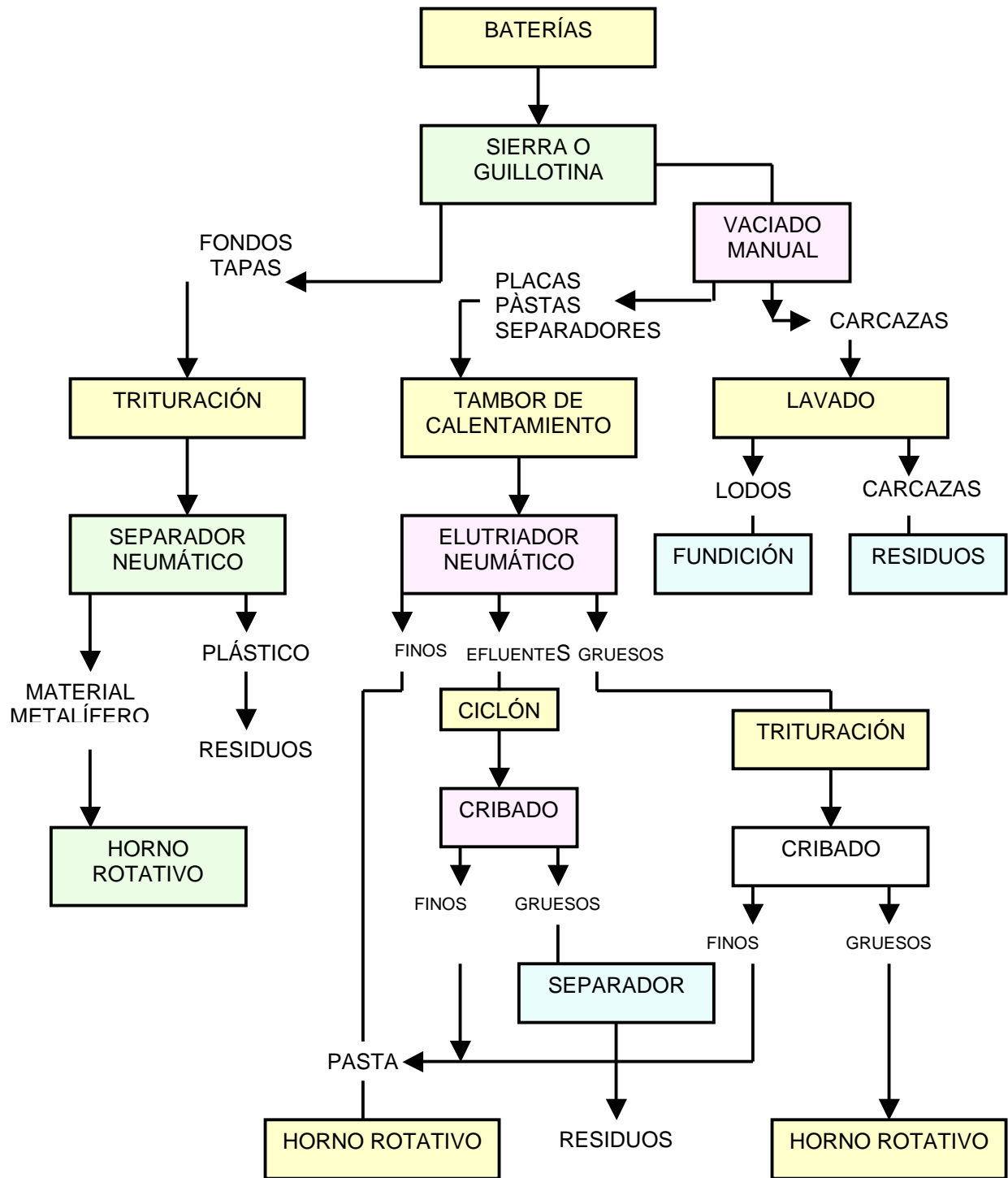
Clasificación neumática: se procede, como primer paso, a guillotinar los fondos de las cajas de las baterías, separando la parte superior que se tritura, y por medio de un separador de corriente de aire ascendente, se separa la materia metalífera, con destino a la fundición, de la materia orgánica. (Figura 29)

Figura 28 . Tratamiento de baterías por vía húmeda



Fuente: ORTEGA, Francisco Román. Introducción a la recuperación y reciclado de los metales no férreos. España, 1998.

Figura 29. Tratamiento de baterías por vía seca



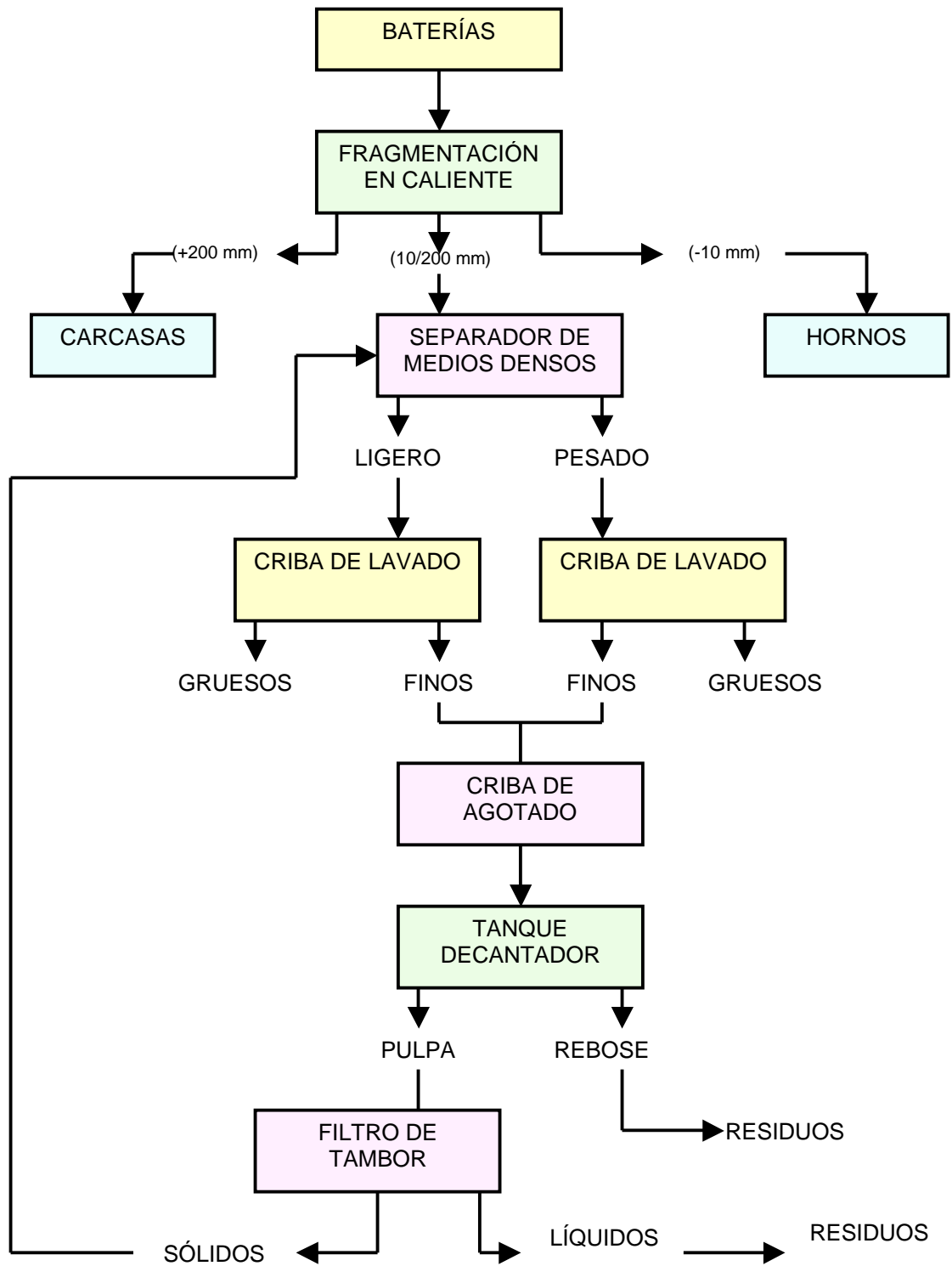
Fuente: ORTEGA, Francisco Román. Introducción a la recuperación y reciclado de los metales no férricos. España, 1998.

Los fondos de las baterías, pasan a una separación y recuperación de los lodos, formados por materias activas con destino a la fundición, que dando las cajas como residuo. Los paquetes de rejillas se pasan por un tambor secador, para facilitar la separación en un elutriador de aire que da lugar a tres fracciones: la de menor tamaño, formada por pasta activa; la de mayor tamaño; que se tritura y reclasifica, y la intermedia, que se selecciona, para separar la parte no metálica. (figura 28)

Medios densos . Un tambor triturador, calentado con fuel, rompe las baterías, y da origen a tres tamaños: mayores de 200 mm, y que corresponde a las cajas; entre 200 y 10 mm y menores de 10 mm. Este ultimo, formado por una pasta activa, se destina a los hornos.

La parte intermedia se trata en un separador de medios densos con densidad de corte variable entre 1.7 y 2 y que da origen a dos productos que a su vez, se criban en húmedo para separar, como se indica en la figura, material plomifero destino a la metalurgia secundaria, residuos orgánicos y un producto “mixto “ que se recicla en cabeza del proceso. (Figura 30)

Figura 30 . Tratamiento de baterías por medios densos



Fuente: ORTEGA, Francisco Román. Introducción a la recuperación y reciclado de los metales no férricos. España, 1998.

7. CONCLUSIONES

Ø El 80 % de las baterías recicladas en la ciudad de Bucaramanga son transportadas a otras ciudades para su posterior recuperación y el 20 % son tratadas en los talleres informales de la ciudad para su reconstrucción.

Ø El 20 % no recuperado de las baterías de plomo – ácido se estima que contribuye al 65 % del plomo encontrado en los R.S.U. por lo tanto el gobierno, con el apoyo de la industria de baterías y asociaciones comerciales deberían proponer una legislación que obligue al reciclaje de las baterías ácidas de plomo y que los comerciantes minorista se hagan cargo de la recolección de las baterías usadas.

Ø Mediante la aprobación de una nueva legislación, que asegure el reciclaje y la separación en los R S U de un mayor porcentaje de las baterías ácidas de plomo de esta forma, descenderá la cantidad de plomo emitido en el ambiente.

Ø En la actualidad no existen en la ciudad instalaciones de reciclaje que puedan recuperar de forma practica y rentable las baterías de plomo – ácido.

Ø No hay incentivos suficientes para fomentar un reciclaje de las baterías usadas.

Ø El proceso de tratamiento (desguace) de las baterías usadas en los talleres informales utilizan técnicas obsoletas, lo que quiere decir que no hay un avance tecnológico en la ciudad para dicho tratamiento.

Ø Actualmente no hay normatividad vigente específicamente sobre el tratamiento y deposición final de las baterías, ácido – plomo, solo la legislación suministrada por el consejo internacional de baterías. (BCI).

Ø El reciclado o la eliminación controlada de las baterías ácido – plomo son las únicas opciones para reducir al mínimo los riesgos ambientales.

Ø La recogida selectiva de los acumuladores, su reciclaje y disposición final posterior no soluciona el problema que crean las baterías de ácido – plomo al medio ambiente. Es necesario atar el problema desde el inicio, en la fabricación o en la selección de fuentes de energía.

Ø El 33% de las baterías son arrojadas a vertederos presentando focos de contaminación ambiental, este gran porcentaje lo aportan las baterías de motocicletas dado que estas no son recuperadas y tratadas en los talleres dedicados a esta actividad.

Ø En Bucaramanga se generan mensualmente 126 toneladas de Baterías usadas, de las cuales 40 toneladas son transportadas a Cali, 35 a Barranquilla, 25 a Medellín y 26 toneladas son reconstruidas en los talleres de la ciudad.

8. RECOMENDACIONES

- Ø Se deben generar normas específicas en el ámbito regional y nacional para el control en el manejo y tratamiento de las baterías (ácido – plomo) debido a que generan una gran contaminación ambiental.

- Ø Se sugiere realizar un estudio de factibilidad para el montaje de una empresa dedicada al manejo y tratamiento de las baterías usadas, con tecnologías acordes y criterios ambientales.

- Ø Se propone a las entidades ambientales y empresas del ramo, generar y establecer campañas de concientización en los habitantes de la ciudad, con el objetivo de dar en lo posible, el manejo y tratamiento adecuado a las baterías usadas de los vehículos.

- Ø También es necesario buscar otras alternativas de fuentes de energía diferentes a los acumuladores o baterías.

BIBLIOGRAFIA

ALAS PUMARIÑO, E. Gestión Industrial de Residuos. 1991

CIVERA, M: Revisión de tecnologías aplicadas al reciclaje del plomo. 983

ELECTRICIDAD AUTOMOTRIZ. Colección tecnológicas. f. / 2ª México: Trillas. Niess. 1988

FLETCHER, A. W. –R AND. In reclamation and recycling.

GARCIA RAMOS, H. El reciclado visto desde la Industria recuperadora de residuos sólidos Urbanos (1991)

GINATTA, M. V. Electrolitic Process for the Recovery of lead from spent Batteries.

LUND. F. Herbert f . Manual de reciclaje volumen 2. Mc GRAW – HILL

MARQUEZ F. Plomo: Criterios toxologicos actuales para la vigilancia medica de trabajadores expuestos. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1993.

OLPER, M. CX- EW Process: A Comprehensive Recovery Suystem for lead acid Battery (1988)

PINZON, A The treatment of Scrap Lead - acid Batteries by the tonolli and stolber processes.

ROMAN, F. – Concentrados y materias primas no férreas. 1990.

ROMAN, F, Los metales pesados y el medio ambiente. 1989.

ROMAN. Ortega, FRANCISCO. Introducción a la recuperación y reciclado de metales no férreos, España, 1998

RUIZ PIETO, J, M, Y VITORES, A. Metales y aleaciones no férreas.

SERRACANE, C – The Ginatta Electrolityc processs for the recovery of Lead from Spent batteries.

SYCHEV, A. Direct Method of lead chemical Compound Products From lead Storge Batteries. 1990

MAC, Manual de mantenimiento y servicio técnico de baterías

Manual de servicio para acumuladores

Manual técnico de servicio de acumuladores. The association of American battery manufactures.

ANEXOS

Anexo A. Encuesta a conductores de vehículos

Buenos días (tardes). Estoy desarrollando un estudio para conocer aspectos relevantes con la problemática ambiental derivados de los residuos sólidos, especialmente de las baterías usadas de vehículos terrestres (batería de arranque automático) en el municipio de Bucaramanga.

Está dirigido a los conductores de vehículos oficiales, particulares y públicos que circulan por el municipio de Bucaramanga.

TIPO DE SERVICIO

Oficial

Público

Particular

CLASE DE VEHÍCULO

Automotor

Campero

Camioneta

Microbús

Bus

Camión

Volqueta

Tractocamión

Motocicleta

Motocarro

1. ¿QUÉ MARCA DE BATERÍA UTILIZA SU VEHÍCULO?

FAICO

MAC

SEGURA

TUDOR

Otra ¿Cuál? _____

2. ¿QUÉ TIEMPO LE DURA LA BATERÍA?

6 Meses

12 Meses

18 Meses

24 Meses

Más de 24

3. ¿QUÉ HACE CON LAS BATERÍAS USADAS DE SU VEHÍCULO?

Las bota

Las guarda

Vende a los recicladores

Cambia por una nueva

4. ¿UTILIZA SU VEHÍCULO BATERÍA?

Nueva

Reconstruida

5. ¿EN QUÉ SITIO COMPRA LA BATERÍA DE SU VEHÍCULO?

Distribuidor

Almacén

Lugar donde la reconstruyen

Otro

6. ¿QUÉ TIPO DE COMBUSTIBLE UTILIZA SU VEHÍCULO?

Gasolina

A.C.P.M

Gas

Otro ¿Cuál? _____

¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

Anexo B. Encuesta a Centros de acopio

Buenos días (tardes). Estoy desarrollando un estudio para conocer aspectos relevantes con la problemática ambiental derivados de los residuos sólidos, especialmente de las baterías usadas de vehículos terrestres (batería de arranque automático) en el municipio de Bucaramanga.

Está dirigido a los centros de acopio dedicados al reciclaje en el municipio de Bucaramanga.

1. ¿SE DEDICAN AL RECICLAJE DE BATERÍAS USADAS

TIPO DE SERVICIO

SI

NO

2. ¿CUÁL ES LA FUENTE PRIMARIA PARA RECOLECCIÓN DE LAS BATERÍAS USADAS?

Vehículos recolectores y recolectores informales (puerta a puerta)

Talleres de mantenimiento y locales de distribución

Otras empresas

3. ¿CUÁL ES EL PROMEDIO DE BATERÍAS RECOLECTADAS (UNIDADES) MENSUALMENTE?

100 Unidades

200 Unidades

300 Unidades

400 Unidades

Más de 400 Unidades

4. ¿CUÁL ES EL COSTO DE COMPRA POR BATERÍA USADA?

Batería sencilla \$ 4.000

Batería doble \$ 8.000

Batería triple \$12.000

5. ¿QUIÉN ES EL RECEPTOR FINAL DE LAS BATERÍAS USADAS?

Distribuidor mayorista

Taller de reconstrucción

¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

Anexo C. Ensayo del Electrolito (Acido Sulfúrico)



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

BUCARAMANGA, OCTUBRE 4 / 2004

INGENIERO

JAVIER REY CASTELLANOS

CIUDAD.



Respetado ingeniero, de acuerdo con el análisis, efectuado en nuestro laboratorio de la escuela de ingeniería metalúrgica, al electrolito (ácido sulfúrico) de las baterías (ácido - plomo) usadas, me permitió dar a continuación el procedimiento establecido para dicho análisis:

Se realizó una prueba cualitativa, para determinar si la solución muestra contiene ácido sulfúrico, y para ello se tomo solución estudio (problema), a la cual se le aplico carbonato de cobre (mineral de malaquita) y se procedió a realizar una lixiviación durante 48 horas, dando como resultado el color esperado azulado -verdoso, lo cual indica que la solución problema, si tiene ácido sulfúrico encontrándose con una densidad de 1100 gr / cc

ATT: JAVIER GAITAN

*Técnico - Laboralista. Escuela de Ingeniería Metalúrgica,
Universidad Industrial de Santander*

Anexo D. Ensayo de la tierra negra o "scrap"

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER ESCUELA DE QUIMICA LABORATORIO QUIMICO DE CONSULTAS INDUSTRIALES	
---	---	---


REPORTE DE RESULTADOS

FECHA: Octubre 14 de 2004 SOLICITUD No 153
NOMBRE DEL SOLICITANTE: JAVIER REY CASTELLANOS
NOMBRE DE LAS MUESTRAS: Tierra Negra
No DE MUESTRAS: 1
MUESTRAS TOMADAS POR: Solicitante
FECHA DE LLEGADA AL LABORATORIO: Septiembre 29 de 2004

RESULTADOS ANALISIS QUIMICO

PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADO	METODO
Plomo	g/Kg	721.60	Absorción Atómica
Plomo	%	72.16	Absorción Atómica

% Gramos por 100g de muestra.


Luz Yolanda Casas
Director Laboratorio Quimico
de Consultas Industriales
Matricula Profesional PQ.1144

NOTA: En caso de ser copia del resultado original se realizará la siguiente aclaración. COPIA DE RESULTADO ORIGINAL.

Ciudad Universitaria - Edificio Camino Torres / Laboratorio 225
Apartado Aéreo 0678 - Computador : 6344000 Ext. 2465. Directo : 6349009
Teléfono : 6349009
E-mail : labquim@uis.edu.co
Barranquilla - Colombia