



UNIÓN TEMPORAL  
OCADE LTDA. (COLOMBIA)  
SANIPLAN (R.J.-BRASIL)  
AMBIENTAL S.A. (ARGENTINA)

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL SOBRE EL MANEJO ACTUAL DE BATERÍAS USADAS GENERADAS POR EL MANTENIMIENTO DEL PARQUE AUTOMOTOR DE BOGOTÁ - RESUMEN EJECUTIVO

## Resumen Ejecutivo

# Diagnóstico ambiental sobre el manejo actual de baterías usadas generadas por el mantenimiento del parque automotor de Santa Fe de Bogotá

La Unión Temporal OCADE LTDA CONTROL AMBIENTAL Y DESARROLLO EMPRESARIAL, de Colombia, SANIPLAN, de Brasil y AMBIENTAL S.A., de Argentina; en cumplimiento de los compromisos adquiridos con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), a través del contrato No. 9992041, desarrolló el proyecto "Diagnóstico ambiental sobre las baterías usadas generadas por el mantenimiento del parque automotor de la ciudad de Santa Fe de Bogotá".

El proyecto tuvo como finalidad establecer las condiciones que determinan el manejo actual de las baterías usadas generadas por el Parque Automotor de Santa Fe de Bogotá, estudiar las diferentes alternativas que para nuestro medio se plantean como una solución a los problemas encontrados, seleccionar y estudiar la mejor opción a implementarse de acuerdo a las experiencias internacionales evaluadas, acordes con la realidad nacional, y especificar las actividades, programas y acciones que se recomiendan desarrollar para dar viabilidad a la solución estudiada.

El diagnóstico ambiental parte de la cuantificación y caracterización del residuo. Al respecto se estableció la estimación de las baterías generadas anualmente y su proyección de acuerdo con las variables socioeconómicas que tienen influencia en el crecimiento del Parque Automotor del Distrito Capital. Para la cuantificación se consideró la información suministrada por la Secretaría de Tránsito y Transportes de Bogotá en cuanto al número de vehículos por tipo, y los hábitos de uso y cambio de las baterías por parte de los usuarios, evaluación realizada mediante encuestas.

La Información suministrada sobre el parque automotor establece un estimado de 1,000,000 de vehículos de los cuales aproximadamente 91% corresponde a transporte particular y 9% a transporte público. Con base en la encuesta realizada, en una muestra representativa de ese universo de vehículos, se investigaron los hábitos de los usuarios de los vehículos en cuanto a sitios de cambio, periodicidad de cambio y otras características que motivan realizar su reemplazo. Esta información procesada permitió determinar un índice de generación de batería usada ( $I_{GB}$ ), por tipo de vehículo y



UNIÓN TEMPORAL  
OCADE LTDA. (COLOMBIA)  
SANIPLAN (R.J.-BRASIL)  
AMBIENTAL S.A. (ARGENTINA)

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL SOBRE EL MANEJO ACTUAL DE BATERÍAS USADAS GENERADAS POR EL MANTENIMIENTO DEL PARQUE AUTOMOTOR DE BOGOTÁ - RESUMEN EJECUTIVO

determinar la totalidad del residuo generado. El Cuadro 1 permite observar los resultados de la información encontrada al respecto.

**Cuadro 1 Generación actual de baterías usadas por el parque automotor de Santa Fe de Bogotá**

TIPO DE VEHICULO	PARTICULAR			PÚBLICO			G = C + F Total Baterías Usadas
	A	B	C = A x B	D	E	F = D x E	
	Número de Vehículos	I <sub>GB</sub>	Baterías / Año	Número de Vehículos	I <sub>GB</sub>	Baterías / Año	
Automóvil	700,700	0.59	413,413				
Taxi				54,900	0.75	41,175	454,588
Bus				11,700	0.64	7,488	7,488
Buseta				9,900	0.78	7,722	7,722
Camión	18,200	0.65	11,830				11,830
Camioneta	81,900	0.73	59,787	5,400	0.81	4,374	64,161
Campero	72,800	0.71	51,688	3,600	1	3,600	55,288
Microbús / Colectivo				4,500	0.75	3,375	3,375
Motocicletas	36,400	0.51	18,564				18,564
<b>Total</b>	<b>910,000</b>		<b>555,282</b>	<b>90,000</b>		<b>67,734</b>	<b>623,016</b>

I<sub>GB</sub> = Índice de Generación de Baterías

Fuente: ENCUESTA, Unión Temporal OCADE Ltda/ SANIPLAN/AMBIENTAL S.A.

De la investigación de campo se estimó un promedio de la composición de la batería agotada, la cual sirvió de base para los balances de materia y energía; esta composición corresponde a:

- Caja plástica 6% en peso
- Electrolito 13% en peso
- Separadores 5% en peso
- Plomo oxidado y reducido 76% en peso, de los cuales 45% corresponde a plomo reducido y 55% a plomo oxidado. Para propósito de este informe y considerando que la batería esta en su máximo estado de agotamiento se considera 50% de plomo oxidado y 50% de plomo reducido
- Peso unitario de la batería: 16 kg.

En la Ilustración 1 se presenta la cadena de gestión que actualmente siguen las baterías usadas en su manejo y aprovechamiento. El Aprovechamiento de baja tecnología se realiza manualmente por 22 empresarios en el área de Santa Fe de Bogotá. El Aprovechamiento con tecnología intermedia se realiza en el municipio de Soacha, mientras que el Aprovechamiento tecnificado corresponde al ejecutado en la ciudad de Cali.

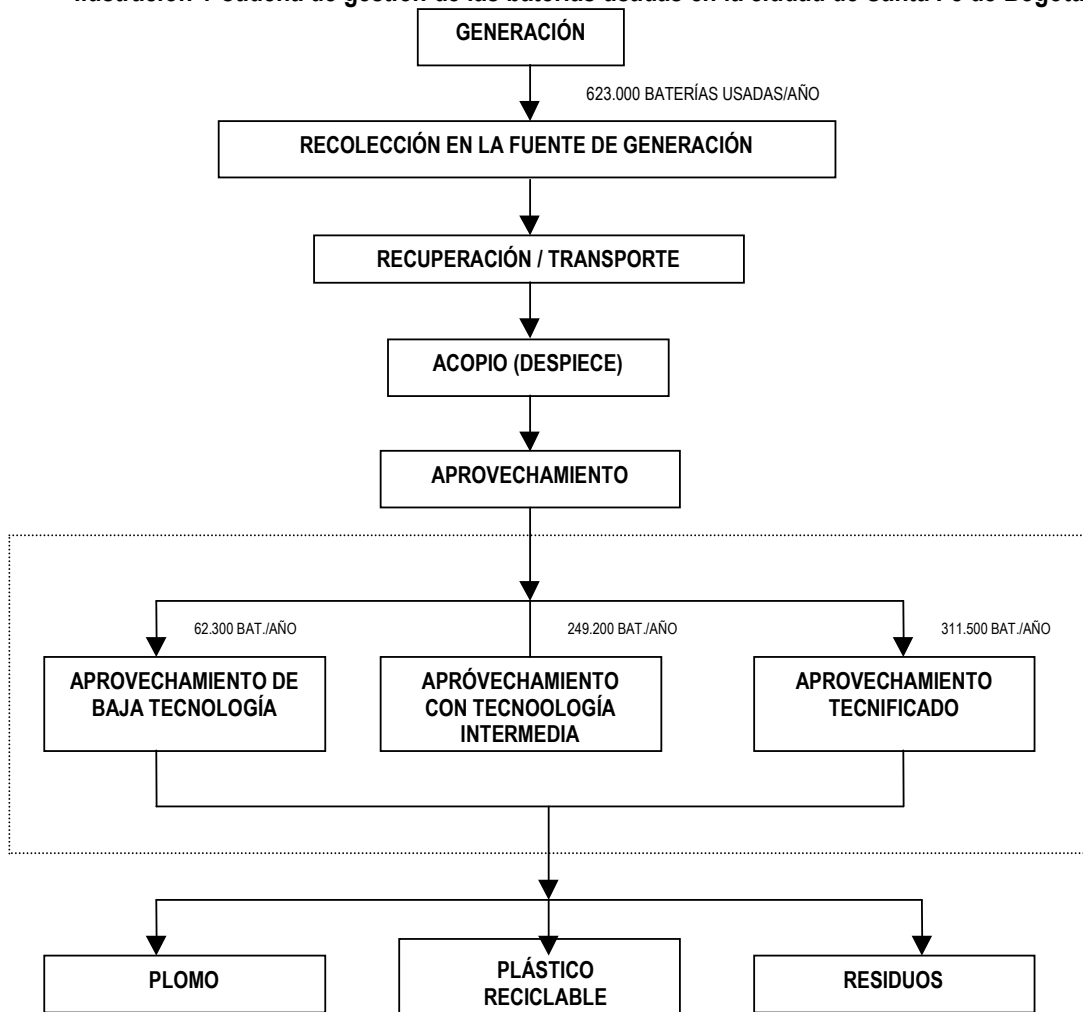


CONTROL AMBIENTAL Y  
DESARROLLO EMPRESARIAL

UNIÓN TEMPORAL  
OCADE LTDA. (COLOMBIA)  
SANIPLAN (R.J.-BRASIL)  
AMBIENTAL S.A. (ARGENTINA)

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL SOBRE EL MANEJO ACTUAL DE BATERÍAS USADAS GENERADAS POR EL MANTENIMIENTO DEL PARQUE AUTOMOTOR DE BOGOTÁ - RESUMEN EJECUTIVO

**Ilustración 1 Cadena de gestión de las baterías usadas en la ciudad de Santa Fe de Bogotá**



Fuente: Unión Temporal OCADE Ltda/ SANIPLAN/AMBIENTAL S.A.

En el Cuadro 2 y el Cuadro 3 se muestran los diferentes impactos ambientales en cada una de las etapas de la cadena de gestión.



CONTROL AMBIENTAL Y  
DESARROLLO EMPRESARIAL

UNIÓN TEMPORAL  
OCADE LTDA. (COLOMBIA)  
SANIPLAN (R.J.-BRASIL)  
AMBIENTAL S.A. (ARGENTINA)

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL SOBRE EL MANEJO ACTUAL DE BATERÍAS USADAS GENERADAS POR EL MANTENIMIENTO DEL PARQUE AUTOMOTOR DE BOGOTÁ - RESUMEN EJECUTIVO

### Cuadro 2 Impactos Ambientales de la recuperación/Transporte/Acopia

Impactos sobre la salud y el ambiente	RECOLECCIÓN EN LA FUENTE DE GENERACIÓN/TRANSPORTE/ACOPIO
<b>AIRE</b>	Contaminación por arrastre de ácido sulfúrico durante la evaporación del agua.
<b>AGUA</b>	Contaminación por pérdida de electrolito
<b>SUELO</b>	Contaminación por pérdida de electrolito
<b>SALUD</b>	Quemaduras con ácido sulfúrico
<b>PAISAJE</b>	Contaminación visual debido al cargue y descargue de las baterías usadas (En acopia no hay impactos)

Fuente: Unión Temporal OCADE Ltda/ SANIPLAN/AMBIENTAL S.A.

### Cuadro 3 Impactos Ambientales en el Aprovechamiento

Impactos sobre la salud y el ambiente	APROVECHAMIENTO		
	BAJA TECNOLOGÍA	TECNOLOGÍA INTERMEDIA	TECNIFICADO
<b>AIRE</b>	Contaminación por emisiones de plomo		Contaminación por emisiones de plomo
<b>AGUA</b>	Contaminación por deposición de emisiones de partículas de plomo, descarga de escoria y por descarga del electrolito.		Contaminación por deposición de emisiones de plomo y por descarga del electrolito. (Eventual)
<b>SUELO</b>	Contaminación por deposición de emisiones de partículas de plomo, descarga de escoria y por evaporación del electrolito.		Contaminación por deposición de emisiones de plomo y por descarga de escoria. (Eventual)
<b>SALUD</b>	Por la presencia de compuestos de plomo, la introducción de plomo en la cadena alimenticia y por la presencia de ácido en el ambiente.		Por la presencia de compuestos de plomo y por la introducción de plomo en la cadena alimenticia.
<b>PAISAJE</b>	Contaminación visual por la presencia de humos de fundición.		No hay contaminación.
<b>BIOTICO</b>	Afectación de especies de flora y fauna por emisiones de plomo y vapores del electrolito.		Afectación de especies de flora y fauna por emisiones de plomo y vapores del electrolito.

Fuente: Unión Temporal OCADE Ltda/ SANIPLAN/AMBIENTAL S.A.

El Cuadro 4 revela los márgenes operacionales en el manejo de las baterías agotadas en cada una de las etapas de la cadena de gestión.



CONTROL AMBIENTAL Y  
DESARROLLO EMPRESARIAL

UNIÓN TEMPORAL  
OCADE LTDA. (COLOMBIA)  
SANIPLAN (R.J.-BRASIL)  
AMBIENTAL S.A. (ARGENTINA)

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL SOBRE EL MANEJO ACTUAL DE BATERÍAS USADAS GENERADAS POR EL MANTENIMIENTO DEL PARQUE AUTOMOTOR DE BOGOTÁ - RESUMEN EJECUTIVO

**Cuadro 4 Márgenes operacionales de la batería usada en cada una de las etapas de gestión (\$) 1999**

ETAPAS DE LA CADENA DE GESTIÓN	Aprovechamiento con Tecnología Baja e Intermedia		Aprovechamiento Tecnificado
Total recolección en la fuente de generación	316,640,500		397,628,000
Total recuperación de Transporte	165,656,600		-0-
Total Acopio	463,499,350		164,653,478
<b>APROVECHAMIENTO</b>			
Transporte y recuperación batería	Baja tecnología	Tecnología Intermedia	Tecnificado
<b>TOTAL</b>	850,441,000	3,403,000,000	4,623,050,000

Fuente: Unión Temporal OCADE Ltda/ SANIPLAN/AMBIENTAL S.A.

La comparación entre las diferentes tecnologías utilizadas en Colombia determinó que ninguna es completamente idónea en su manejo técnico-ambiental, sin embargo, el desarrollo del proyecto reveló que los gestores de Santa Fe de Bogotá pueden llevar a cabo una mejor valorización del residuo desde el punto de vista ambiental y económico, pues existen alternativas tecnológicas que al implementarse en este sector permiten un mejor aprovechamiento.

Para llegar a esta conclusión se hizo una comparación de las tecnologías usadas en el país con técnicas eficientes actualmente llevadas a cabo en países desarrollados a través de las cuales se minimizan los riesgos ambientales en la gestión del residuo. Como se sabe, la batería agotada se clasifica como un residuo peligroso para los efectos que sobre la salud humana representan tanto el plomo y sus sales como el ácido sulfúrico diluido<sup>1</sup>.

Para determinar la manera de aprovechar mejor el residuo en Santa Fe de Bogotá se plantearon varias opciones entre las cuales fueron seleccionadas cuatro como las alternativas<sup>2</sup> posibles a desarrollar, con el visto bueno del la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) y la Interventoría.

Las alternativas seleccionadas y desarrolladas fueron:

<sup>1</sup> La batería usada como tal es considerada un residuo peligroso según la resolución 189 de 1994 que en su artículo 1 dice: "se denomina residuo peligroso, aquél que por sus características, infecciosas, combustibles, inflamables, explosivos, radioactivas, volátiles, corrosivas, reactivas o tóxicas pueda causar daño a la salud humana o al medio ambiente. Así mismo, se consideran residuos peligrosos los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos"; por tanto este residual debe ser manejado adecuadamente para que no ejerza daño tanto a la salud de las personas como al ambiente en general.

<sup>2</sup> Se debe entender como alternativa el conjunto de elementos de gestión que permiten dar un manejo integral a las baterías usadas desde su punto de generación, pasando por su aprovechamiento y comercialización e incluyendo la disposición final de la fracción que no sea aprovechada y de los residuos que sean generados como resultado del procesamiento de los residuos originales.



UNIÓN TEMPORAL  
OCADE LTDA. (COLOMBIA)  
SANIPLAN (R.J.-BRASIL)  
AMBIENTAL S.A. (ARGENTINA)

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL SOBRE EL MANEJO ACTUAL DE BATERÍAS USADAS GENERADAS POR EL MANTENIMIENTO DEL PARQUE AUTOMOTOR DE BOGOTÁ - RESUMEN EJECUTIVO

*Alternativa 1, denominada gestión integral.* En ella se hace un aprovechamiento completo de los elementos constitutivos del residuo generando materias primas de gran calidad para otros procesos, en especial plomo de 99.99% de pureza refinado por método electrolítico, plástico peletizado y solución de ácido sulfúrico, para la fabricación de sales inorgánicas.

*Alternativa 2, denominada operación tecnificada.* Se caracteriza por la recuperación únicamente del plomo y del plástico con un sistema de trituración, molienda y separación por densidad, recuperando el plomo por reducción térmica en un horno rotatorio para dar un producto con 98% de pureza. El plástico de polipropileno se peletiza para su reutilización. Esta alternativa tuvo como base para su estudio la existencia de una planta recicladora de baterías en Cali, con operaciones de alta tecnología.

*Alternativa 3, denominada operación con tecnología intermedia.* Caracterizada también por el aprovechamiento del plástico y del plomo con separación manual y reducción térmica del mismo en un horno de cuba para dar un producto con 98% de pureza. El plástico es recuperado por molienda. El estudio de esta alternativa tuvo como base la existencia de una empresa en el municipio de Soacha que realiza la recuperación del plomo y plástico de baterías, con infraestructura y equipos de mediana tecnología.

*Alternativa 4, denominada parque industrial.* A través de ella se hace un aprovechamiento completo de los elementos constitutivos del residuo para su valoración como materias primas de excelente calidad para la industria. Se caracteriza por el empleo de abundante mano de obra y la participación de la mayoría de los pequeños gestores del residuo presentes en el Distrito Capital. Entre la materia prima generada se encuentran plástico molido, plomo de 98%, plomo de 99.99% y solución de ácido sulfúrico. En esta alternativa se utiliza alta tecnología para la recuperación del plomo oxidado con el concurso de la electrólisis en ácido fluobórico o fluorosilícico y fundición a baja temperatura (<500 °C).

La evaluación de factibilidad técnica y económica de las cuatro alternativas de uso, tratamiento y disposición final presenta los siguientes resultados, resumidos en el Cuadro 5:

- a) El monto de las inversiones requeridas.
- b) El costo económico unitario.
- c) El costo unitario sin descuento.
- d) La relación beneficio/costo.

**Cuadro 5 Resumen de resultados**

ALTERNATIVAS	INVERSIONES MILES \$	COSTO ECON. (\$/Kg.)	COSTO UNIT (\$/kg.)*	RELACION B/C
--------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	--------------



CONTROL AMBIENTAL Y  
DESARROLLO EMPRESARIAL

UNIÓN TEMPORAL  
OCADE LTDA. (COLOMBIA)  
SANIPLAN (R.J.-BRASIL)  
AMBIENTAL S.A. (ARGENTINA)

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL SOBRE EL MANEJO ACTUAL DE BATERÍAS USADAS GENERADAS POR EL MANTENIMIENTO DEL PARQUE AUTOMOTOR DE BOGOTÁ - RESUMEN EJECUTIVO

1	- Gestión Integral	5,543,434	786	406	1.52
2	- Operación Tecnificada (Horno Rotatorio)	4,871,850	858	443	1.27
3	- Operación Tecnología Intermedia	3,787,250	583	388	1.2
4	- Parque industrial	6,379,780	646	429	1.44
	PROMEDIO		718	416	1.36
	<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>INVERSIONES (US\$)</b>	<b>COSTO ECON. (US\$/Kg.)</b>	<b>COSTO UNIT (US/Kg.)</b>	<b>RELACION B/C</b>
1	- Gestión Integral	2,772	0.39	0.20	1.52
2	- Operación Tecnificada (Horno Rotatorio)	2,436	0.43	0.22	1.27
3	- Operación Tecnología Intermedia	1,894	0.29	0.19	1.2
4	- Parque industrial	3,190	0.32	0.21	1.44
	PROMEDIO		0.36	0.21	1.36

\* Este indicador sugerido por la interventoría no incluye tasa de descuento en las ventas (toneladas).

Fuente: Unión Temporal OCADE Ltda/ SANIPLAN/AMBIENTAL S.A.

Para la selección de la mejor alternativa, se desarrolló un proceso de priorización de alternativas que tuvo en cuenta criterios técnicos, económicos, ambientales y sociales.

La calificación desarrollada a través de una matriz de priorización (Cuadro 6), permitió seleccionar *la Alternativa 4, denominada parque industrial* como la mejor opción, sobre la cual se hizo, posteriormente, un diseño conceptual.

**Cuadro 6 Matriz de priorización**

N°	CRITERIOS	Máximo Puntaje	Alternativa 1 Puntaje	Alternativa 2 Puntaje	Alternativa 3 Puntaje	Alternativa 4 Puntaje
1	<b>ECONÓMICOS CUANTIFICABLES</b>					



CONTROL AMBIENTAL Y  
DESARROLLO EMPRESARIAL

UNIÓN TEMPORAL  
OCADE LTDA. (COLOMBIA)  
SANIPLAN (R.J.-BRASIL)  
AMBIENTAL S.A. (ARGENTINA)

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL SOBRE EL MANEJO ACTUAL DE BATERÍAS USADAS GENERADAS POR EL MANTENIMIENTO DEL PARQUE AUTOMOTOR DE BOGOTÁ - RESUMEN EJECUTIVO

1.1	Relación B/C	20	20	15	15	18
1.2	Inversión Inicial	10	6	8	10	5
1.3	Costos de operación año	10	7	6	10	9
1.4	Subtotal	40	33	29	35	32
<b>2</b>	<b>ECONÓMICOS NO CUANTIFICABLES</b>					
2.1	Dificultad de mercado	5	5	4	4	5
2.2	Acceso a crédito	5	3	3	3	5
2.3	Calidad del producto	5	5	2	2	5
2.4	Subtotal	15	13	9	9	15
<b>3</b>	<b>TECNOLOGÍA</b>					
3.1	Complejidad	5	2	4	4	2
3.2	Experiencia	5	1	4	4	1
3.3	Calificación personal	5	1	1	1	4
3.4	Subtotal	15	4	9	9	7
<b>4</b>	<b>AMBIENTAL</b>					
4.1	Aire	5	5	4	4	5
4.2	Agua	5	5	3	3	5
4.3	Suelo	5	4	4	4	4
4.4	Salud	5	5	4	4	5
4.5	Subtotal	20	19	15	15	19
<b>5</b>	<b>SOCIAL</b>					
5.1	Generación empleo	10	3	5	5	10
5.2	Modificación cadena	10	5	5	5	6
5.3	Salud ocupacional	10	10	8	8	10
5.4	Sello verde	10	10	8	8	10
5.5	Subtotal	40	28	26	26	36
	<b>TOTAL PUNTAJE</b> (1.4)+(2.3)+(3.4)+(4.5)+(5.4)	130	97	88	94	109

• **Calificación:**

ECONÓMICOS CUANTIFICABLES: de 0 a 40 puntos.

ECONÓMICOS NO CUANTIFICABLES: de 0 a 15 puntos

TECNOLOGÍA: de 0 a 15 puntos

AMBIENTAL: de 0 a 20 puntos

SOCIAL: de 0 a 40 puntos

Fuente: Unión Temporal OCADE Ltda/ SANIPLAN/AMBIENTAL S.A.

Esta alternativa 4 presenta ventajas sociales, de salud ocupacional y de salud pública que junto con la generación de empleo y el apoyo a la cadena de gestión se constituyen en grandes fortalezas en pro de su implementación.

En el aspecto ambiental, la *Implementación de un Parque Industrial* emplea Tecnología avanzada cuyo uso permite valorar cada uno de los componentes del residuo: el plomo (con una recuperación más elevada que en los procesos actualmente en ejecución), el ácido sulfúrico diluido y el plástico tanto de la caja como de los separadores.





UNIÓN TEMPORAL  
OCADE LTDA. (COLOMBIA)  
SANIPLAN (R.J.-BRASIL)  
AMBIENTAL S.A. (ARGENTINA)

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL SOBRE EL MANEJO ACTUAL DE BATERÍAS USADAS GENERADAS POR EL MANTENIMIENTO DEL PARQUE AUTOMOTOR DE BOGOTÁ - RESUMEN EJECUTIVO

El hecho de ejercer la gestión en un Parque Industrial con el apoyo de abundante mano de obra, a más de generar empleo, permite a los gestores involucrados aumentar su capacidad de proceso de 150,000 baterías por año en la primera fase hasta el doble en tercer año (segunda fase) y 400,000 unidades en el quinto año de operación (tercera fase). De no existir un crecimiento en la capacidad de proceso mayor a 150,000 baterías, los resultados del proyecto no serían económicamente favorables.

Para el desarrollo del Parque Industrial se considera que una buena organización administrativa y gremial puede propender por un alto desarrollo tecnológico y humano de los empresarios involucrados. Por ello es prudente que la autoridad ambiental, en este caso la Secretaría Distrital de Ambiente, ejecute un plan de capacitación dirigido a los gestores involucrados en el cual asegure la participación del mayor número de empresarios en el parque industrial.

Para la el estudio económico y financiero del Proyecto se analizaron dos escenarios (Cuadro 7):

En el escenario 1 se contemplan aportes por parte de los empresarios asociados al Parque Industrial por valor de \$3,971,198,000 y un crédito a largo plazo de \$3,000,000,000.

En el escenario 2 se plantea un apoyo financiero por parte del Distrito del orden de \$1,000,000,000 equivalente al costo del lote, que sería reembolsado sin intereses una vez el negocio empiece a ser rentable. Lo anterior complementado con aportes de los empresarios asociados por un valor de \$1.913.362.000 y un crédito de largo plazo de \$3.427.835.000.



UNIÓN TEMPORAL  
 OCADÉ LTDA. (COLOMBIA)  
 SANIPLAN (R.J.-BRASIL)  
 AMBIENTAL S.A. (ARGENTINA)

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL SOBRE EL MANEJO ACTUAL DE BATERÍAS USADAS GENERADAS POR EL MANTENIMIENTO DEL PARQUE AUTOMOTOR DE BOGOTÁ - RESUMEN EJECUTIVO

**Cuadro 7 Escenarios de financiación para el Parque Industrial**

TIPO ESCENARIO	DESCRIPCIÓN
<i>Escenario 1:</i> financiado con aportes de los asociados y créditos	A partir del monto de Inversión se asume un 43% a través de un crédito financiado por la banca privada y el 57% restante con recursos de los asociados.
<i>Escenario 2:</i> con el apoyo financiero adicional del Distrito	El monto de la inversión (100%), se obtiene de la siguiente manera: a) 54% a través de crédito IFI –SDA y créditos con la banca privada b) 30% a través de recursos de los asociados c) 16% a través de un apoyo financiero del Distrito equivalente al costo del lote donde funcionará el Parque Industrial y cuyo valor será reembolsado al Distrito en el período de Recuperación de la Inversión (Quinto año).

Los costos y gastos del Proyecto son los mismos para los dos escenarios contemplados. El horizonte del proyecto se tomó a diez años con base en la vida útil de los equipos.

Dentro de las inversiones requeridas para implementar el Parque Industrial se contemplaron costos directos que incluyen el valor y mantenimiento de los equipos, el costo del terreno donde se acondicionará el Parque, y la infraestructura. Así mismo se tuvieron en cuenta costos indirectos como los servicios de Ingeniería, la administración y supervisión de la obra y las contingencias. Los costos de operación y mantenimiento están dados por el valor de los servicios (Energía eléctrica, agua y otros), la mano de obra y la compra de materia prima (baterías usadas), mantenimiento y administración.

Los ingresos del Parque Industrial están sustentados por las ventas de los productos a ofrecer como plomo al 99.99%, plomo al 98%, plástico molido y ácido sulfúrico diluido, a los respectivos precios del mercado, para lo cual se supone un rendimiento de 90% en la reducción electrolítica.

El Cuadro 9 presenta la tasa interna de rentabilidad y el valor presente neto del Proyecto para el escenario 1 y el Cuadro 10 lo hace para el escenario 2. En los dos (2) escenarios desarrollados en el Proyecto los resultados son atractivos, en términos de tasa de rentabilidad.

De acuerdo con el estudio económico y financiero adelantado para la implementación del Parque Industrial, es requerida una inversión de \$6.293.198.000 (seis mil doscientos noventa y tres mil millones ciento noventa y ocho mil pesos), con una programación de producción de 150,000 baterías en los años 1 y 2; incremento de 150,000 baterías en el año 3 y finalmente un incremento en 100,000 baterías en el año 5 para un total de 400,000 baterías.

Los estudios establecieron una producción de 821 ton/año de plomo de 99.99% y 775 ton/año de plomo de 98%, cuyos valores en el mercado son de \$1,231,200,000 y \$852,720,000 respectivamente. Adicionalmente se valorizan el ácido sulfúrico y el plástico con ventas anuales (a



UNIÓN TEMPORAL  
OCADE LTDA. (COLOMBIA)  
SANIPLAN (R.J.-BRASIL)  
AMBIENTAL S.A. (ARGENTINA)

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL SOBRE EL MANEJO ACTUAL DE BATERÍAS USADAS GENERADAS POR EL MANTENIMIENTO DEL PARQUE AUTOMOTOR DE BOGOTÁ - RESUMEN EJECUTIVO

precios del año 2000), de \$15,600,000 y \$21,600,000 respectivamente durante los años 1 y 2. Para los años 3 y 4 se duplican las ventas, en tanto que en el quinto año el incremento de ventas será de 33%. El total de ventas anuales a plena capacidad de \$5,656,320,000.

Los indicadores económicos y financieros para cada uno de los escenarios anteriormente planteados se presentan en el Cuadro 8:

**Cuadro 8 Indicadores económicos y financieros por escenarios**

CASO	TASA DE RENTABILIDAD	RELACIÓN BENEFICIO/COSTO	PERÍODO DE RECUPERACIÓN
Primer escenario	35.98%	1.33	5 años
Segundo escenario	34.32%	1.30	5 años

Desde el punto de vista económico es un negocio altamente atractivo si se compara con las tasas de interés del mercado y con la tasa de oportunidad utilizada en el cálculo que es del 18%.

A pesar de la rentabilidad del negocio y su autosostenibilidad respaldadas en el valor de los componentes de la batería, se hace necesario, para garantizar los controles sobre los residuos y asegurar el flujo de la batería usada hacia el Parque Industrial, que la Secretaría Distrital de Ambiente establezca una reglamentación local y acuerdos con los fabricantes e importadores de las baterías, entre tanto se reglamenta una norma nacional, de tal forma que se establezcan los mecanismos de control para la recolección, transporte, acopio y aprovechamiento de la batería usada, involucrando al usuario, sitios de cambio de la batería y lógicamente a los gestores del residuo como partes constitutivas de la problemática, responsabilidad y solución al manejo de los residuos.

Adicionalmente se debe avanzar a través de ACERCAR en la conformación y consolidación del gremio de los 22 gestores del residuo en el Distrito, para establecer los mecanismos de asociación, agremiación y financiación necesarios para conformar el Parque Industrial, antes de acometer el proyecto definitivo.



CONTROL AMBIENTAL Y  
DESARROLLO EMPRESARIAL

UNIÓN TEMPORAL  
OCADE LTDA. (COLOMBIA)  
SANIPLAN (R.J.-BRASIL)  
AMBIENTAL S.A. (ARGENTINA)

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL SOBRE EL MANEJO ACTUAL DE BATERÍAS USADAS GENERADAS POR EL MANTENIMIENTO DEL PARQUE AUTOMOTOR DE SANTA FE DE BOGOTÁ

RESUMEN EJECUTIVO

**Cuadro 9 Tasa Interna de Rentabilidad "35.98%" (Precios constantes del 2000- Miles \$) - Escenario 1**

Años	BENEFICIOS				COSTOS				
	Beneficios Miles \$	Factor Valor Presente	VP Ingresos Miles \$	Capital de Trabajo (1) Miles \$	Costo de Inversión (2) Miles \$	Costos de Operación y Mantenimiento Miles \$	Total Costos Miles \$	VP Costos Miles \$	B. N. Miles \$
2001	2,121,120	1.0000	2,121,120	121,865	6,293,198	1,462,378	7,877,440	7,877,440	- 5,756,320
2002	2,150,473	0.8475	1,822,435	133,821	80,000	1,605,851	1,819,671	1,542,094	330,802
2003	4,294,519	0.7182	3,084,256	169,868	240,983	2,038,415	2,449,266	1,759,024	1,845,253
2004	4,372,734	0.6086	2,661,381	168,486		2,021,832	2,190,318	1,333,095	2,182,416
2005	5,912,862	0.5158	3,049,789	202,087	170,929	2,425,044	2,798,060	1,443,208	3,114,802
2006	6,150,780	0.4371	2,688,562	186,629		2,239,554	2,426,183	1,060,507	3,724,596
2007	6,485,946	0.3704	2,402,599	186,629		2,239,554	2,426,183	898,735	4,059,763
2008	6,843,549	0.3139	2,148,362	186,629		2,239,554	2,426,183	761,640	4,417,366
2009	7,229,988	0.2660	1,923,453	167,338		2,008,056	2,175,394	578,738	5,054,594
2010	7,675,560	0.2255	1,730,502	167,338		2,008,056	2,175,394	490,456	5,500,166
<b>TOTALES</b>	<b>53,237,531</b>		<b>23,632,458</b>	<b>1,690,691</b>	<b>6,785,109</b>	<b>20,288,293</b>	<b>28,764,093</b>	<b>17,744,938</b>	

RELACIÓN BENEFICIO/COSTO

Tasa = 18%

VP Beneficio = Precio x Cantidad

$$VP Costo = Costo de Capital (Inversiones) + Costos de Operación y Mant. \frac{23,632,458}{17,744,938} = 1.33$$

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR): 35.98%

Es la tasa en la cual la suma del Valor Presente del Beneficio Neto en los años del Proyecto es igual a CERO.

(1): Se estima en la doceava parte de los Costos de Operación y Mantenimiento.

(2): La Inversión de \$80'000 corresponde al valor de los Vehículos y Equipos de Oficina incluidos dentro de los Activos Fijos.



CONTROL AMBIENTAL Y  
DESARROLLO EMPRESARIAL

UNIÓN TEMPORAL  
OCADE LTDA. (COLOMBIA)  
SANIPLAN (R.J.-BRASIL)  
AMBIENTAL S.A. (ARGENTINA)

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL SOBRE EL MANEJO ACTUAL DE BATERÍAS USADAS GENERADAS POR EL MANTENIMIENTO DEL PARQUE AUTOMOTOR DE SANTA FE DE BOGOTÁ

RESUMEN EJECUTIVO

**Cuadro 10 Tasa Interna de Rentabilidad "34.32%" (Precios del 2000- Miles \$) - Escenario 2**

Años	Beneficios Miles \$	Factor Valor Presente	VP Ingresos	Capital de Trabajo (1) Miles \$	Costo de Inversión (2) Miles \$	Costos Operación y Mantenimiento Miles \$	Total Costos Miles \$	VP Costos Miles \$	B. N. Miles \$
2001	2,121,120	1.0000	2,121,120	136,205	6,293,198	1,634,463	8,063,866	8,063,866	- 5,942,746
2002	2,158,623	0.8475	1,829,341	139,896	80,000	1,678,751	1,898,647	1,609,023	259,976
2003	4,304,359	0.7182	3,091,324	174,083	240,983	2,088,991	2,504,056	1,798,374	1,800,304
2004	4,379,960	0.6086	2,665,779	174,251		2,091,012	2,265,263	1,378,709	2,114,698
2005	5,916,153	0.5158	3,051,486	206,612	170,929	2,479,341	2,856,881	1,473,548	3,059,271
2006	6,150,552	0.4371	2,688,463	186,629		2,239,554	2,426,183	1,060,507	3,724,369
2007	6,459,928	0.3704	2,392,961	186,629		2,239,554	2,426,183	898,735	4,033,745
2008	6,786,513	0.3139	2,130,456	186,629		2,239,554	2,426,183	761,640	4,360,330
2009	7,139,294	0.2660	1,899,325	167,338		2,008,056	2,175,394	578,738	4,963,900
2010	7,576,378	0.2255	1,708,140	167,338		2,008,056	2,175,394	490,456	5,400,984
<b>TOTALES</b>	<b>52,992,881</b>		<b>23,578,396</b>	<b>1,725,611</b>	<b>6,785,109</b>	<b>20,707,330</b>	<b>29,218,050</b>	<b>18,113,594</b>	

RELACIÓN BENEFICIO/COSTO

Tasa = 18%

VP Beneficio = Precio x Cantidad

VP Costo = Costo de Capital (Inversiones) + Costos de Operación y Mant.

$$\frac{23,578,396}{18,113,594} = 1.30$$

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR): 34.32%

Es la tasa a la cual la suma del Valor Presente del Beneficio Neto en los años del Proyecto es igual a CERO.

(1): Se estima en la doceava parte de los Costos de Operación y Mantenimiento.

(2): La Inversión de \$80'000 corresponde al valor de los Vehiculos y Equipos de Oficina incluidos dentro de los Activos Fijos.



CONTROL AMBIENTAL Y  
DESARROLLO EMPRESARIAL

UNIÓN TEMPORAL  
OCADE LTDA. (COLOMBIA)  
SANIPLAN (R.J.-BRASIL)  
AMBIENTAL S.A. (ARGENTINA)

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL SOBRE EL MANEJO ACTUAL DE BATERÍAS USADAS GENERADAS POR EL MANTENIMIENTO DEL PARQUE AUTOMOTOR DE SANTA FE DE BOGOTÁ

RESUMEN EJECUTIVO

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

1. La implementación de un parque industrial ecoeficiente en tres fases, es decir con crecimiento en la capacidad de proceso y por ende de mercado, para el manejo de las baterías usadas generadas por el mantenimiento del parque automotor en Santa Fe de Bogotá es factible desde los puntos de vista técnico, económico, de medio ambiente y social, según el estudio realizado.
2. Esta solución dada a la problemática de la gestión de las baterías incorpora un proceso ecoeficiente con innovación tecnológica desde el punto de vista electroquímico.
3. El parque industrial en tres fases se constituye en un excelente negocio ya que las tasas internas de retorno del 35.98% y 34.32% para los dos escenarios de financiación están por encima de las tasas financieras, lo cual refuerza e incentiva la participación de los empresarios.
4. El parque industrial en tres fases cuenta con la participación de abundante mano de obra, generando 115 empleos directos.
5. Se concluye que la implementación del parque industrial ecoeficiente es la alternativa de manejo de las baterías usadas más adecuada por cuanto favorece el establecimiento formal de pequeñas y medianas empresas que están actualmente en el mercado de manera informal, fortaleciendo la mentalidad empresarial hacia una producción ambientalmente más limpia.
6. La implementación de un parque industrial ecoeficiente en una sola etapa, sin crecimiento en la capacidad de proceso y por ende de mercado, no es factible desde el punto de vista económico.
7. Se debe implementar un parque industrial para el manejo de baterías usadas en Santafé de Bogotá, en tres fases. Se inicia con el procesamiento de 150,000 baterías por año, para cubrir el mercado local y alguna demanda extra por la calidad de los productos obtenidos. Posteriormente el parque se amplía hasta procesar 400,000 baterías por año en dos fases adicionales de crecimiento en la producción considerando que se puede generar un flujo positivo a otros mercados diferentes al local, en función de la calidad de los productos obtenidos y del control que el Estado pueda ejercer sobre el manejo ambiental del proceso.
8. Se recomienda acometer la tarea de impulsar inicialmente una normatividad que rija localmente, la cual a su vez sirva de modelo para una normatividad nacional, la cual puede ser impulsada por la Secretaría Distrital de Ambiente.



CONTROL AMBIENTAL Y  
DESARROLLO EMPRESARIAL

UNIÓN TEMPORAL  
OCADE LTDA. (COLOMBIA)  
SANIPLAN (R.J.-BRASIL)  
AMBIENTAL S.A. (ARGENTINA)

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL SOBRE EL MANEJO ACTUAL DE BATERÍAS USADAS GENERADAS POR EL MANTENIMIENTO DEL PARQUE AUTOMOTOR DE SANTA FE DE BOGOTÁ

RESUMEN EJECUTIVO

---

9. Se requiere avanzar a través de una Firma o entidad como ACERCAR en la conformación y consolidación del gremio de los gestores del residuo en el Distrito Capital, para establecer los mecanismos de asociación, agremiación y financiación necesarios para conformar el Parque Industrial, antes de acometer el proyecto definitivo.