

INFORME LAYMAN

BIOLIXIVACIÓN DE RAEES PARA LA RECUPERACIÓN DE METALES VALIOSOSOS

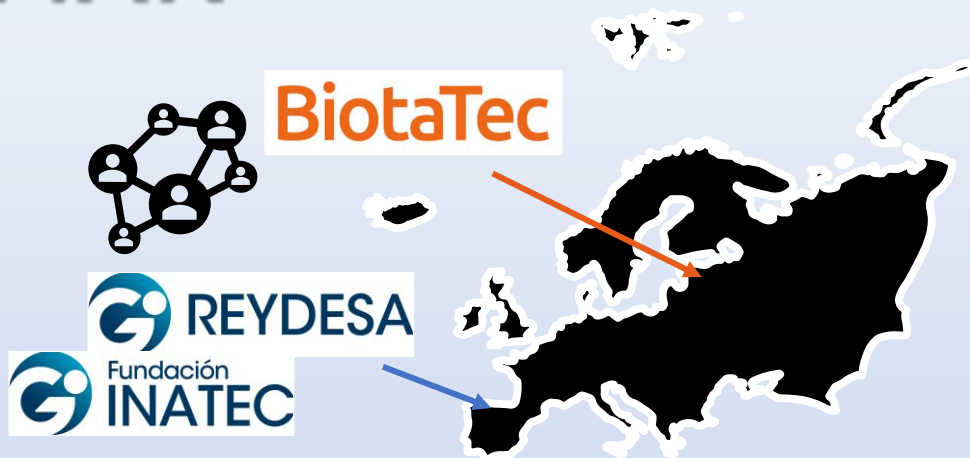


INFORME LAYMAN

BiotaWee



LIFE17 ENV/ES/000216



www.biotawee.com

Duración del
proyecto

01/07/18
31/07/22

Presupuesto
total

932,377 €

Presupuesto
total elegible

907,377 €

Contribución
UE

60%



Proyecto LIFE BIOTAWEE Project – visión general

Resumen del alcance y objetivos del proyecto 3

Residuo y tecnología 4

Proceso LIFE BIOTAWEE 6

Impacto medioambiental del proyecto10

Análisis de rentabilidad 11

Replicabilidad12

Abreviaturas:

- Placas de circuito impreso: PCB
- Equipos eléctricos y electrónicos: EEE
- Residuos de equipos eléctricos y electrónicos: RAEE
- Fracción no metálica: NMF
- Cobre: Cu
- Oro: Au

Alcance del proyecto

Recuperación de metales valiosos a partir de la NMF de PCB de RAEE mediante la aplicación de una innovadora tecnología de 2 etapas de biolixiviación

29

Cu

63.54

79

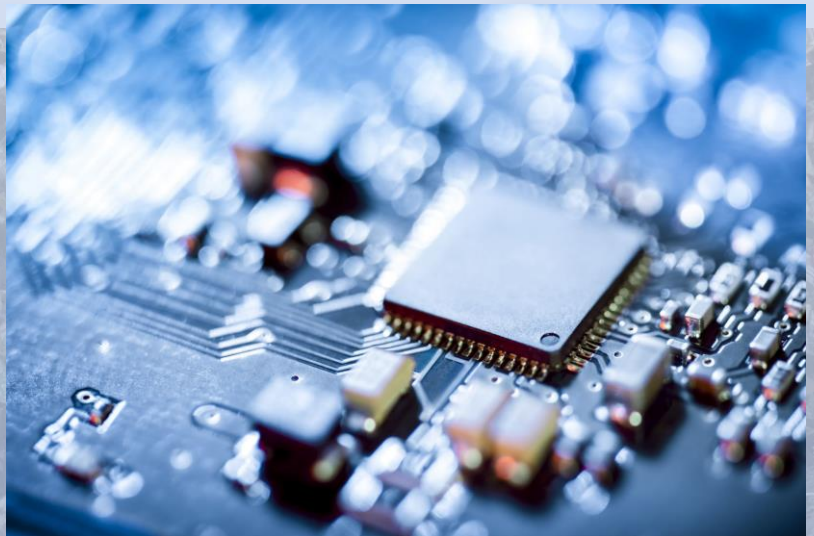
Au

196.97

47

Ag

107.87



Objetivos

- Aumentar el grado de recuperación de los PCB de RAEE, contribuyendo a reducir la dependencia de Europa sobre los metales altamente valorados y de muy bajo suministro europeo (principalmente Au pero también Cu y Ag)
- Promover el uso de la biotecnología en los procesos de reciclaje de PCB de RAEE, contribuyendo a hacer al sector del reciclaje, una bio-industria.
- Reducción del coste de proceso, la emisiones de CO₂ y la generación de residuos en comparación con un proceso hidrometalúrgico
- Evaluar las posibilidades técnicas y económicas para la ampliación del uso de biotecnología sobre otros residuos complejos con objeto de reducir costes de proceso (baterías, etc.)
- Asegurar una eficiente comunicación y difusión de las actividades y resultados del Proyecto LIFE BIOTAWEE hacía el público en general y a partes interesadas a nivel europeo.

INFORME LAYMAN



Fracción no metálica de placas de circuitos impresos de RAEE

Los PCB se pueden encontrar en cualquier parte de AEE: casi todos los artículos electrónicos, incluidas ordenadores, calculadoras y unidades de control remoto, contienen placas de circuito grandes; además de un número cada vez mayor de electrodomésticos, ya que por ejemplo, las lavadoras contienen placas de circuito impreso en los temporizadores electrónicos.

Los PCB contienen metales, polímeros, cerámicos y se fabrican mediante el uso de tecnologías sofisticadas.

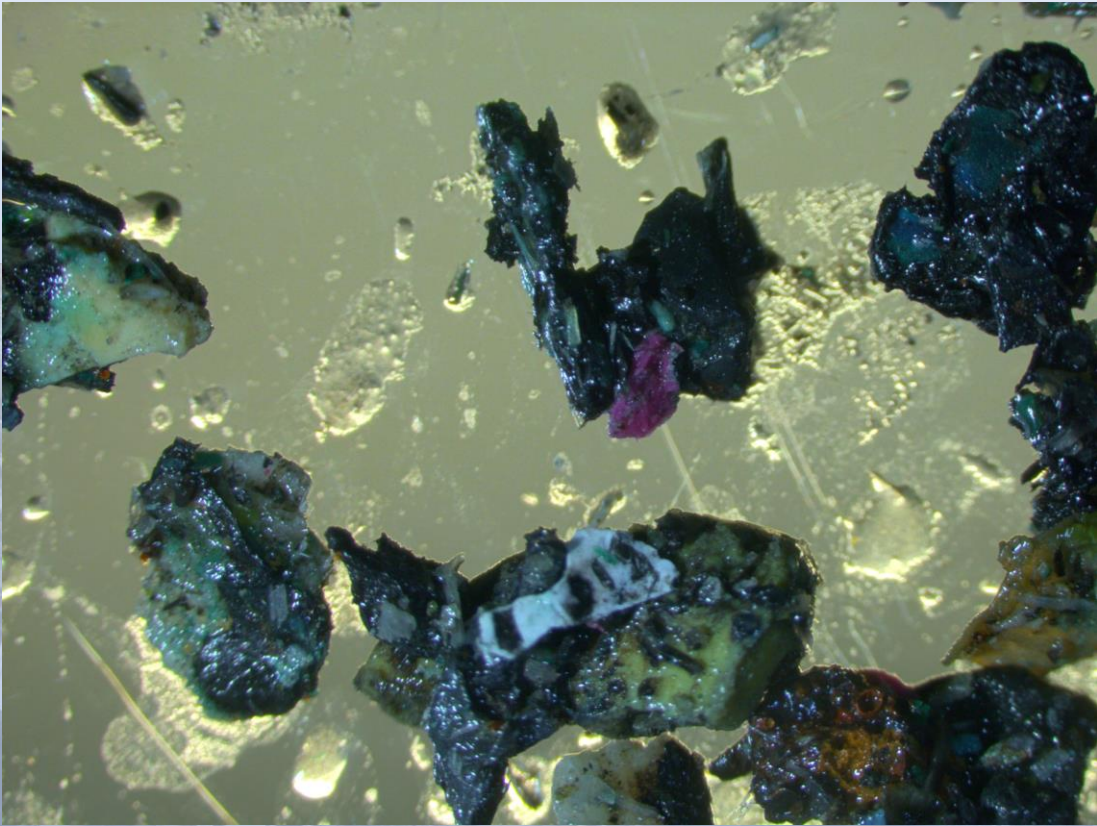
Los metales principales en los PCB son el Cu que se utiliza como conductor de corriente eléctrica (pistas laminadas y partes de conectores eléctricos y elementos electrónicos) y el estaño que se utiliza en la soldadura para conexiones entre elementos y pistas en el tablero. Los metales preciosos también se encuentran en los PCB, principalmente en los de origen electrónico. La plata se utiliza principalmente en soldaduras y contactos, mientras que el oro se encuentra en componentes electrónicos y es un protector posterior de contactos. Además, el paladio se está utilizando en contactos y condensadores cerámicos multicapa.

En la gestión de residuos de PCB, los residuos se clasifican en tres grupos según las concentraciones en metales preciosos:

Grado	Descripción	Producto EEE
Grado 1/A/Alto	En general, estos contendrán procesadores, semiconductores, pines de oro y conectores que contienen metales preciosos que pueden recuperarse.	Unidades base informáticas, discos duros y portátiles, equipos con pantallas de visualización, incluidos PCB flexibles
Grado 2/B/Medio	Si bien no son tan valiosas como las placas de tipo 1, aún contendrán algunos semiconductores, pines de oro y conectores que contienen metales preciosos que pueden recuperarse.	Equipos informáticos, decodificadores, equipos con pantallas de visualización, pequeños RAEE mixtos
Grado 3/C/Bajo	Por lo general, contendrán poco o ningún metal precioso y son valiosos principalmente por su contenido de cobre.	Pequeños RAEE mixtos, Televisores CRT, Grandes electrodomésticos

La eliminación de PCB en vertederos ya no se acepta en los países desarrollados debido al impacto ambiental y la pérdida de recursos. Hasta el momento, el reciclaje de residuos de PCB era un tema importante en términos de recuperación potencial de productos valiosos. Sin embargo, todavía existen varias dificultades debido a los problemas ambientales que implica la gestión a fin de vida de los RAEE. Debido a su compleja composición, el reciclaje de PCB requiere un enfoque multidisciplinario destinado a valorizar las fracciones de metales y plásticos y reducir la contaminación ambiental.

Tecnología de biolixiviación (o biominería)



La **biolixiviación** o **biominería** es la técnica de extracción de metales de minerales y otros materiales sólidos utilizando microorganismos (bacterias, arqueobacterias, hongos o plantas).

Utiliza el metabolismo directo o subproductos de procesos microbianos para solubilizar el sulfuro metálico de un mineral o un desecho en una solución acuosa, y se utiliza a escala comercial para la extracción de metales base y preciosos.

Anaérobico (ARGCON5) **En proceso de patente por BIOTATEC**

Aérobico (At. ferroxidans) Demostrada la extracción de Cu

Aérobico (Ch. violaceum) Demostrada la extracción de Au

INFORME LAYMAN



Proceso LIFE BIOTAWEE

Fase 1

- Etapa de tratamiento mecánico y separación

Fase 2

- Biolixiviación aeróbica con *At. ferroxidans*

Fase 3

- Biolixiviación aeróbica con *Ch. violaceum*

Fase 4

- Cementación para extracción metálica

Productos intermedios LIFE BIOTAWEE

Fase 1

- Polvo de aspiración (contenido metálico)
- Fracción impurezas para biolixiviación

Fase 2

- Lixiviado (Fe, Cu, Al)

Fase 3

- Lixiviado (Au, Ag)

Productos finales LIFE BIOTAWEE

Fase 1

- Concentrado Cu
- Fracción férrica

Fase 4

- Concentrado metálico (>95% Cu)
- Concentrado metálico (>95% Au)
- Al_2O_3
- FeO

INFORME LAYMAN

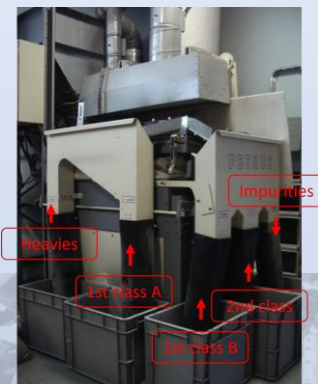
BiotaWee



LIFE17 ENV/ES/000216

Proceso LIFE BIOTAWEE

Fase 1: Etapas de procesamiento mecánico y separación:



1st Step

2nd Step

3rd Step

Material for bioleaching



Fase 2 y 3: Biolixiviación aeróbicas con *At. ferroxidans* or *Ch. violaceum*



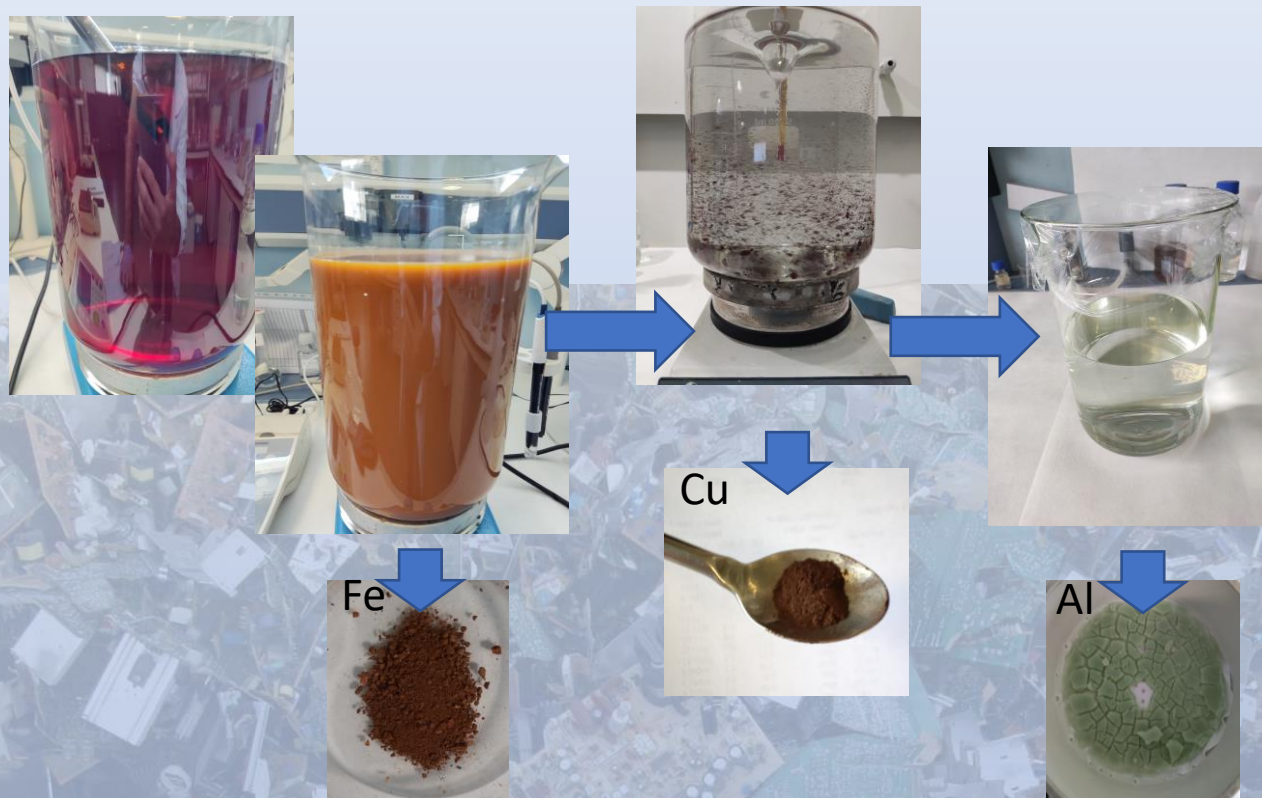
Reactor de 20 L



Reactor de 50 L

Proceso LIFE BIOTAWEE

Fase 4: Cementación para la extracción metálica desde la fase 2:



Resultados técnicos alcanzados

El proceso aeróbico realizado en la planta piloto de 50L con *At. ferrooxidans*, mostró una recuperación de 86 - 95% Cu y 1-4% Ag. También se han extraído otros metales contenidos en los residuos en muy baja cantidad con una recuperación, en torno al 76-88,5 % Al, 98 % Zn o 53-55 % Ni.

Se realizó la biolixiviación cianogénica con un cultivo de *Chromobacterium violaceum* en biolixiviación aeróbica en reactor de 20L obteniendo una extracción de oro del 45 %

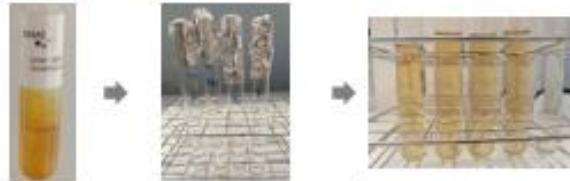
Reducir en un **38 % el coste de procesamiento** de biolixiviaciones en 2 pasos aeróbicos en comparación con el proceso hidrometalúrgico.

Escalado de la tecnología

Step 0

Inoculation in test tubes

Microorganisms' reception



(6 days in tests tubes)

Step 1

Without PCBs
volume
adaptation
(≈ 11 days)

Inoculation in 250 mL flasks

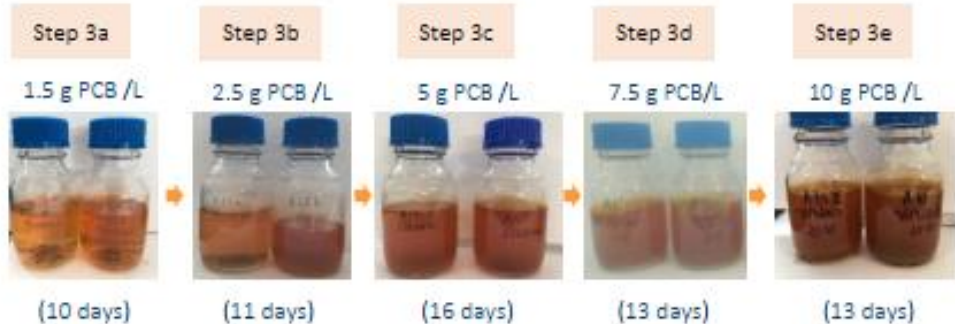


(5 days in
250 ml)

Step 2

Adaptation to rejected fraction from PCB treatment previously cleaned

With PCBs
progressive
adaptation
(≈ 63 days)



Step 3a

1.5 g PCB /L

(10 days)

Step 3b

2.5 g PCB /L

(11 days)

Step 3c

5 g PCB /L

(16 days)

Step 3d

7.5 g PCB/L

(13 days)

Step 3e

10 g PCB /L

(13 days)

Step 3

Adaptation to rejected fraction from PCB treatment previously cleaned

With PCBs
increasing
volume till 50 L
(≈ 55 days)



(25 days)



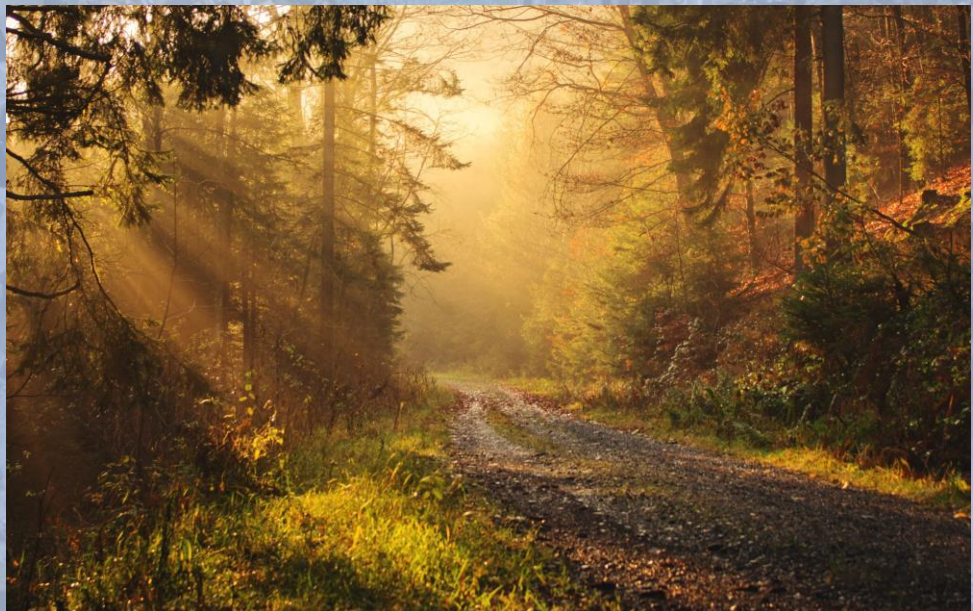
(20 days)



Prepared for Test in 50 L

Impacto Medioambiental del proyecto

- ✓ Evitar la incineración de casi 300 Tn/año de PCB solo del proceso de REYDESA.
- ✓ Reducir el volumen de fracciones de PCB no utilizadas. A partir de 1 Tn, el 10 % es NMF (impurezas) de PCB pero también existe otro NMF, el polvo de aspiración del tratamiento mecánico que esta en torno al 30 % de PCB.
- ✓ Reducción de un 3,88 Tn/Tn PCB de la generación de residuos respecto a un proceso hidrometalúrgico completo.
- ✓ El proceso LIFE BIOTAWEE puede reducir un 42 % de CO₂ eq. en comparación con el proceso hidrometalúrgico
- ✓ Replicabilidad: El proceso LIFE- BIOTAWEE podrá tratar el polvo de aspiración obtenido del tratamiento mecánico de otros RAEE en REYDESA y en otras empresas del sector del reciclaje
- ✓ Evaluar las posibilidades técnicas y económicas para la ampliación del uso de biotecnología sobre otros residuos complejos con objeto de reducir costes de proceso (baterías, etc.)
- ✓ Recuperación por Tn de PCB:
 - 182 Kg Cu
 - 0.24 Kg Ag
 - 0,021 Kg Au



Análisis de rentabilidad

¿Es factible procesar PCB en el proceso LIFE BIOTAWEE?

- La mezcla de PCB utilizada para la definición del proceso LIFE BIOTAWEE es 20% Tipo 1 + 80% Tipo 3. El contenido de Au y Ag es muy bajo y el contenido de Pt está por debajo del nivel de detección.
- La alta cantidad de reactivos necesarios para llevar a cabo el proceso de biolixiviación y los largos tiempos de procesamiento implican un alto coste y una baja capacidad de producción para una inversión en infraestructura muy alta.

El procesamiento de esta mezcla de PCB no es factible en el proceso LIFE-BIOTAWEE. Pero, ¿en un proceso de Hidrometalurgia?

- En el proceso Hidrometalúrgico el coste de inversión es menor y la capacidad productiva es mayor pero el coste en reactivos es mucho mayor que en un bioproceso.
- Los residuos generados en un proceso de hidrometalurgia no son reutilizables y son más peligrosos que los residuos generados en un bioproceso.

¿Cuándo es económicamente viable el proceso LIFE-BIOTAWEE para tratar PCB?

Cuando la NMF de PCB contenga un porcentaje de Cu superior al 17%

Cuando la NMF de PCB contenga un porcentaje de Au superior a 50 ppm



En estas condiciones, el retorno de capital a la empresa se logra en 2,7 años a partir del tercer año de operación. En ese momento, el proceso genera un valor añadido de 412k€ al año para la empresa.

Replicabilidad

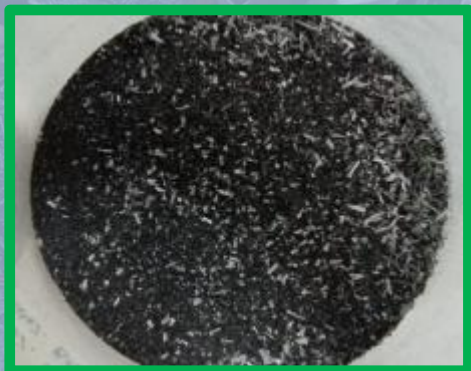


Demostración de una tecnología de biolixiviación de 2 pasos (anaeróbica + aeróbica) en el proceso de recuperación de metales valiosos del polvo de aspiración de un tratamiento mecánico. Para este tipo de residuos se comprobó la generación de biogás en la etapa anaeróbica con 1% de relación S/L en el reactor de 20 L (62% CH₄ en fase gas)

Además, la biolixiviación aeróbica en el reactor de 50 L fue realizada con *At. ferroxidans*. De estos residuos es posible una extracción del 84% de hierro, 88% de cobre y 48% de aluminio. Las condiciones necesitarían una optimización para mejorar los resultados obtenidos, pero en el caso del cobre, los resultados son incluso mejores que los obtenidos para el NMF de PCB



Tratamiento de “black mass” por el tratamiento mecánico de las baterías de iones de litio



Las baterías extraídas durante los procesos de descontaminación y desmontaje de RAEE deben ser descargadas y tratadas mecánicamente para liberar plásticos y materiales en estado metálico (aluminio, acero, cobre...). Tras su separación, para reciclarlos con métodos más convencionales, se trata una mezcla metálica de litio, manganeso y cobalto en lo que se conoce como “black mass”.

Reydesa ha apostado por un nuevo proyecto donde el principal objetivo es investigar, aplicar y validar un bioproceso sostenible e innovador para recuperar Litio embebido con digitalización avanzada e inteligente que dado

su alto valor en el mercado, permita añadir valor a toda la cadena en el proceso de biolixiviación para la recuperación de litio a partir del concentrado metálico obtenido del tratamiento mecánico de LIBs del tipo LFP (con cátodo LiFePO₄), que es el futuro a corto/medio plazo en el sector de la fabricación de baterías..

INFORME LAYMAN

BIOLIXIVACIÓN DE RAES PARA LA RECUPERACIÓN DE METALES VALIOSOS

¿Si quieres saber más
sobre el Proyecto
LIFE BIOTAWEE?

Visita nuestra web:

www.biotawee.com