

# Informe final

**Denominación del proyecto:** Caracterización RAEEs

Corresponde a las acciones del Voluntariado Malvinas Argentinas 2022 (proyecto V69-UNICEN16806), con fecha de ejecución de Noviembre 2023 a Diciembre 2024.

Esta actividad fue avalada y aprobada por la Facultad de Ciencias exactas por RCA142/24 (14/06/2024) como actividad de extensión.

**Directores del proyecto:** Osvaldo Fornaro y Carina Morando

## **Integrantes del Proyecto:**

- Osvaldo Fornaro, Carina Morando, Cristian D'Angelo y Lucila Martino (Docentes FCE, UNICEN)
- Agostina Flores Medrano, Salomé Laborde (Alumnas avanzadas de la Licenciatura en Tecnología Ambiental), Beca Manuel Belgrano y posteriormente CIN.
- Sebastián Liciaga e Ivette Hochreuter (Alumnos de Lic. en Física, Beca Manuel Belgrano)

**Unidades académicas que intervinieron:** Facultad de Ciencias Exactas

## **Organizaciones copartícipes:**

- **Secretaría de Políticas Universitarias.** El proyecto cuenta con la aprobación de la SPU a través del concurso de actividades de Voluntariado Universitario Malvinas Argentinas 2022, bajo la definición V69-UNICEN16806.
- **Punto Limpio Centro, Tandil** (Municipio de Tandil) y COOPRAEE (Cooperativa para la Recuperación de Aparatos Eléctricos y Electrónicos)

## **Objetivos originales del Proyecto y resultados**

El objetivo general de este proyecto fue introducir la problemática ambiental y socio-cultural derivada del tratamiento de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEEs). Por este motivo buscamos **reducir el impacto ambiental que genera la finalización de la vida útil de los Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE), provenientes de distintas fuentes, a saber: Uso domiciliario, Tiendas de reparación, y de la Industria eléctrica y electrónica.**

Para cumplir con estos objetivos fue necesario en primera instancia caracterizar los tipos de residuos por cantidad, tecnología (incluso la antigüedad) y establecer una medida estadística de la muestra involucrada.

A partir de estos datos, se realizaron las selecciones adecuadas de material para analizar su composición por componentes (tipo, cantidad, densidad, peligrosidad, etc.) y su composición relativa, para extrolar los resultados a lo actualmente acumulado.

Estas tareas permitieron identificar los metales recuperables, los materiales reutilizables y no reutilizables generando datos estadísticos precisos acerca de la cantidad de material a procesar, y por otro lado, transferir este conocimiento a los distintos actores relacionados con la recuperación de estos materiales, Municipios, Cooperativas de recuperadores, etc.

### **Documentación/producción: (participación en publicaciones, asistencia a congresos y divulgación de los resultados)**

Las acciones son listadas en forma mas o menos cronológica. Se citan algunas que son previas a la aprobación presupuestaria, pero que surgieron como consecuencia del reconocimiento de la Facultad de Ciencias Exactas a las tareas realizadas en esta dirección, ya que estaban en desarrollo al momento del conocimiento de la aprobación del proyecto por parte de SPU.

- (31/10/23) Coordinación con la PPO *“Caracterización y evaluación de materiales descartados en la industria eléctrica y electrónica”* (con escuela EETNro 2 Ing. Felipe Senillosa). Docente a Cargo, Dra. Morando, recibiendo a 6 alumnos pasantes del anexo San Manuel de la EET2 Ing. Felipe Senillosa, especialización en TICs, RCA 366/23.
- **Reunión Anual de la Asociación de Física Argentina**, 19 al 22 de Septiembre de 2023, Bahía Blanca, Argentina:
  - A. Flores Medrano, S. Laborde, C. Morando, O. Fornaro: *“Análisis cualitativo de componentes electrónicos de Placas de Circuito Impreso (PCB)”* (formato póster)
  - S. Laborde, C. Morando, C. D'angelo, O. Fornaro: *“Caracterización del producto de molienda de plaquetas electrónicas (PCB) para su revalorización y aprovechamiento sostenible”* (formato póster)
- **II Jornadas Internacionales de Investigación y Acción sobre Residuos. Hacia una economía circular desde los territorios**, Abril 25-26 de 2024, Tandil, Argentina.
  - S. Laborde, A. Flores Medrano, C. Morando, O. Fornaro, *“Caracterización y evaluación de materiales descartados en la industria eléctrica y electrónica”*, (presentación oral), publicado en la Revista **Estudios Ambientales Cinea (ver mas abajo)**
- **Reunión Anual de la Asociación Física Argentina, Septiembre 17-20 de 2024, San Luis, Argentina. ([Resumen](#)) (en formato [Póster](#))**
  - A. Flores Medrano, C. Morando, C. D'Angelo, O. Fornaro, *“Análisis de elementos presentes en las resistencias de Plaquetas de Circuito Impreso (PCB) mediante Espectroscopía de Plasma Inducido por Láser (LIBS)”* (en formato poster)
- **IV Jornadas Internacionales y VI Nacionales de Ambiente. Las Ciencias Ambientales en un mundo en transición, diálogos transdisciplinarios por el bien común, Noviembre 6-8 de 2024, Viedma, Argentina.**
  - *“Recuperación de cobre de plaquetas de circuito impreso”*, A. Flores Medrano, S. Laborde, C. Morando, O. Fornaro (formato póster).

**1° (primer) puesto en su exposición el día jueves 7 de noviembre del 2024 en las “IV Jornadas Internacionales y VI Nacionales de Ambiente. Las Ciencias Ambientales en un mundo en transición, diálogos transdisciplinarios por el bien común”. ([certificado](#))**

- A. Flores Medrano, S. Laborde, C. Morando, O. Fornaro, “*Caracterización de plaquetas de circuito impresas en Cooperativa para la Revalorización de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, Tandil (2017-2022)*”, **Revista Estudios Ambientales Cinea**, vol 12, Nro. 2, 2024, pp 189-200.
- (27/11/24) Coordinación con la PPO “*Caracterización y evaluación de materiales descartados en la industria eléctrica y electrónica*” (con escuela EETNro 2 Ing. Felipe Senillosa). La docente a Cargo, Dra. Morando estuvo a cargo de la actividad con la alumna avanzada (LTA) Agustina Flores Medrano y los becarios Sebastián Liciaga e Ivette Hochreuter (Beca Manuel Belgrano) de cuatro alumnos pasantes de la EET2 de la especialidad TICs, RCA 160/24.
- **Reunión anual Semana de Extensión de la UNICEN SE24, Octubre 28-29 de 2024, Tandil, Azul, Olavarría.**
  - Presentación de video generado por los alumnos y becarios S. Liciaga e I. Hochreuter correspondientes a su actividad en el proyecto de extensión. ([video](#))
  - “*Minería Urbana, Mito o realidad?*”  
A. Flores Medrano, C. Morando, C. D’Angelo y O. Fornaro.  
Formato [Póster](#)
  - “*Separación de cobre de plaquetas de circuito impreso: solución sostenible, sustentable y legal de la problemática de la gestión de RAEEs*”.  
S. Liciaga e I. Hochreuter, A. Flores Medrano, C. Morando y O. Fornaro.  
Formato [Póster](#).
- (25/11/24) Participación en el programa Tandil Despierta (Multimedios El ECO, dirige Sergio Andiarena) de la Dra. Carina Morando mencionando específicamente el proyecto dentro de las actividades de Extensión e la Facultad de Ciencias Exactas, UNICEN y la COOPRAEE. <https://www.facebook.com/share/p/9p9GTGqSqdzfU7QC/>
- (29/11/24) Presentación y capacitación de técnicos en el punto limpio Tandil a cargo de los becarios Sebastián Liciaga e Ivette Hochreuter (Beca Manuel Belgrano) y la alumna avanzada (LTA) A. Flores Medrano, bajo la coordinación de la Dra. Morando. Presentación de Infografía en formato póster, charla y taller ([videos](#))

### **Indicadores de logros:**

Durante la ejecución del proyecto se logró que los alumnos involucrados sean protagonistas de diferentes tareas: separación, conteo, desarrollo y uso de herramientas estadísticas y difusión de los resultados, en las distintas actividades en que se involucraron, que pueden separarse en:

- Trabajo en la Cooperativa
- Recolección de ejemplares para trabajo en el Laboratorio
- Estudio y reconocimiento de componentes
- desarrollo con los técnicos del Laboratorio de herramental para la separación
- de dichos componentes,
- jornadas de capacitación y transferencia de lo desarrollado a los potenciales usuarios en la cooperativa,

- participación en jornadas de extensión, de divulgación de los temas y de transferencia de los conocimientos y herramientas adquiridos.

Estas acciones han fortalecido la relación de trabajo y contacto entre el grupo de extensionistas y la COOPRAEE, generando también nuevas líneas de trabajo futuro.

Las actividades se han realizado en base a lo esperado en el plan original, que sin embargo fue adaptándose dinámicamente a las necesidades y los tiempos de los alumnos y de la cooperativa.

De la interacción con el Punto limpio Tandil surgen las siguientes posibles líneas de acción para el siguiente período:

- acompañamiento para el ordenamiento y/o categorización de los residuos acumulados en el sector de recuperación de artículos electrónicos y electrodomésticos del punto Limpio, a cargo de la COOPRAEE.
- Puesta en marcha de maquinaria adquirida por la cooperativa, localizada en el punto limpio. La cooperativa COOPRAEE ha adquirido recientemente una muela/rotodegranadora de características semi-industriales y una máquina automatizada para realizar la separación de los revestimientos de cables de descarte. Han solicitado que se analice la posibilidad de que exista un acompañamiento técnico y de instrucción hacia los integrantes de la cooperativa para su instalación y utilización segura

Como una observación a tener en cuenta en la futura preparación y posterior ejecución de este tipo de proyectos, es que del listado original de alumnos solamente algunos realizaron la totalidad de las actividades. Las razones son fundamentalmente debidas a que la presentación del proyecto para su evaluación externa, fue muy extensa, mas de un año y medio calendario, por lo que afortunadamente, muchos de ellos ya se encuentran en las etapas finales de sus carreras, con distintos intereses académicos, y alguno de ellos incluso ya ha egresado a este momento. Del mismo modo, otros alumnos fueron incorporados a las actividades, que finalmente fueron desarrolladas satisfactoriamente con un número reducido pero efectivo de alumnos, tanto iniciales como avanzados de las carreras de la Facultad.

### **Aportes de la actividad en la formación de los participantes:**

Siempre es interesante la dirección de personal diverso y abarcando roles disímiles dentro del proyecto. En tal sentido, durante este proyecto conté con la estrecha colaboración y profesionalidad de la Dra. Morando, quien realizó la mayor parte del trabajo de campo y se responsabilizó de la relación más estrecha con los alumnos y becarios. Entre ellos, existen alumnos avanzados de las carreras de Lic. en Tecnología Ambiental, que además de las tareas de extensión están desarrollando sus Prácticas Profesionalizantes y Trabajos finales en temas cercanos a la temática de este proyecto de extensión, que a la vez permiten generar los elementos académicos necesarios para una transferencia adecuada de los conocimientos adquiridos a los actores ajenos a nuestro entorno académico.

También han participado alumnos de las carreras de Lic. en Física, Becarios del programa Manuel Belgrano, realizando sus actividades de extensión por medio de la práctica previa y la divulgación del uso de las herramientas adquiridas. Resulta gratificante observar el crecimiento de los alumnos durante el proceso, lo que nos permite actuar indirectamente como tutores de sus actividades.

Por otro lado, el proyecto continúa, o está previsto que continúe, tanto desde la formación de los alumnos del tramo superior de la carrera, como también a partir de nuevas posibilidades de trabajo en el territorio, manteniendo la filosofía original de nuestra participación en la formación tendiente hacia la economía circular.

### **Conclusiones**

El desarrollo de estas actividades de Extensión nos han permitido un acceso efectivo al territorio, pudiendo transferir efectivamente la información generada por nuestro grupo a partir de los datos existentes en la Cooperativa, así como también transferencia de conocimientos y herramientas para ser utilizada por los gestores y recuperadores en su trabajo.

Indirectamente, el hecho que dos alumnas avanzadas estén desarrollando sus Prácticas Profesionalizantes y Trabajos finales de carrera han aportado un sustento importante al tratamiento de los datos y al resguardo y uso de dicha información. Si bien esto no es uno de los resultados esperados originalmente de la actividad de extensión puramente dicha, la posible aplicabilidad de sus resultados a una problemática específica les resulta particularmente interesante.

Quisiera destacar la importancia que tiene sobre los alumnos de los primeros años, participar de tareas relativas a la extensión, el contacto con problemas reales de la sociedad y con el territorio en particular.

### **Ejecución Financiera del Proyecto:**

Originalmente el proyecto contemplaba la utilización de los fondos en los rubros de Capital y Gastos Corrientes. Posteriormente a la evaluación del proyecto, nos indicaron que solamente podían ser utilizados en el rubro de Gastos Corrientes, motivado también por los cambios en las políticas económicas nacionales y al retraso en la respuesta de la evaluación del proyecto.

De este modo, los gastos fueron asignados a insumos de librería, y papelería, para ser utilizados en el campo, de impresión de los pósters que se utilizaron en las charlas de difusión y divulgación de los resultados, elementos de seguridad provistos a los alumnos y finalmente artículos de reposición de algunos elementos aportados en principio por el grupo de trabajo.

### **No se incluyen gastos de viáticos ni traslados de ninguno de los integrantes del proyecto en la liquidación.**

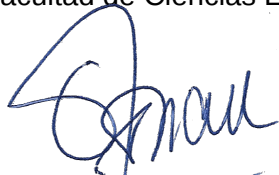
Los alumnos contaron con ayuda económica de la Facultad de Ciencias Exactas para la asistencia de Congresos Nacionales, o con Becas de los organismos organizadores. La movilidad dentro de la ciudad se realizó por medios propios de los directores o de los miembros docentes del proyecto. Las inscripciones a los congresos se abonaron con subsidios personales proveniente de otros Organismos de CyT.

Otros gastos correspondientes a insumos de Investigación y preparación de muestras, fueron aportados por el grupo responsable por medio del PIP-CONICET 0828/22 de CONICET (Dr. O. Fornaro) y los proyectos institucionales de los Institutos de Física de Materiales Tandil e Instituto de Física Arroyo Seco, ambos dependientes de la Facultad de Ciencias Exactas de la UNCPBA.

**Agradecimientos:**

Este tramo del proyecto contó con financiación de la SPU a través del Voluntariado Universitario Malvinas Argentinas, y fue considerado como actividad de extensión por parte de la Universidad y la Facultad de Ciencias Exactas.

Algunas de las actividades fueron financiadas con el PIP-CONICET 0828/22 y por la Facultad de Ciencias Exactas.



Dr. [Osvaldo Fornaro](#)

Tandil, Febrero 13 de 2025

**Anexos:**

- Se adjuntan las certificaciones de las actividades declaradas.  
Algunas pueden verse directamente desde el texto del informe como enlaces a direcciones de resguardo de información. (cualquier dificultad consultar al director [ofornaro@ifimat.exa.unicen.edu.ar](mailto:ofornaro@ifimat.exa.unicen.edu.ar))
- Se ajunta copia digital de las facturas presentadas en la liquidación.