



ANEXO III: FORMULARIO DE PROYECTOS DE I+D

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO**

**1. Título del Proyecto:** Desarrollo de mallas poliméricas con aplicación en remediación de aguas

**2. Departamento/Instituto de radicación:** Instituto de Ingenierías y Nuevas Tecnologías

**3. Línea de Investigación y Desarrollo de pertenencia:**

(Marque con una cruz lo que corresponda)

Prioritaria	X	Complementaria	
-------------	---	----------------	--

Denominación (el proyecto se enmarca en 3 líneas prioritarias de investigación):

- i) Tecnologías aplicadas al desarrollo de nuevos materiales
- ii) Procesos productivos en la industria de la química fina, de la petroquímica y de la biotecnología con desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías
- iii) Predicción y mitigación de impactos ambientales. Estudio de nuevas técnicas, modelizaciones.

**4. Tipo de Proyecto:**

(Marque con una cruz lo que corresponda)

Acreditable	X	Reconocimiento institucional	
-------------	---	------------------------------	--

**5- Período de vigencia:**

01/03/2023 al 31/12/2024

**6. Justificación del Proyecto**

(Máximo 1600 palabras. Desarrolle el objeto y problema del Proyecto así como el interés, la relevancia del Proyecto)



## Universidad Nacional del Oeste

La contaminación de los recursos hídricos es una de las principales preocupaciones para la salud pública, no sólo a nivel mundial sino también a nivel nacional y a nivel local en el Partido de Merlo y sus alrededores. El agua salubre y fácilmente accesible es de gran importancia, tanto si se utiliza para beber, para uso doméstico, para producir alimentos o para fines recreativos. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), el agua para consumo humano microbiológicamente contaminada supone el mayor riesgo en cuanto a salubridad y transmisión de enfermedades como la diarrea, el cólera, la disentería, la fiebre tifoidea y la poliomielitis.

A nivel local, en la zona de la Universidad Nacional del Oeste (UNO) y sus alrededores, la problemática del agua contaminada se enfatiza debido a que el agua residual de las industrias de procesamiento húmedo contiene una gran variedad de contaminantes. Esta agua contaminada proveniente de aguas subterráneas, llega a lugares donde no hay una red de distribución central y sus habitantes perforan un pozo para obtener agua del acuífero. El Código Alimentario Argentino (CAA), la Organización Mundial de la Salud (OMS) en sus Guías para la calidad del agua potable, la Directiva 98/83/CE1 y otras normas internacionales, establecen o recomiendan requisitos de calidad para el agua de consumo humano. En general, la normativa establece que el agua es apta bacteriológicamente para consumo si se encuentra exenta de microorganismos patógenos de origen entérico y parasitario intestinal. Estos microorganismos transmiten enfermedades tales como salmonelosis (*Salmonella*), shigelosis (*Shigella*), colera (*Vibrio Cholerae*), amebiasis (*Entamoeba histolytica*), alteraciones gastrointestinales (*Aeromonas mesófilas*, *Helicobacter pylori*, *Campylobacter*); giardiasis (*Giardia lamblia*), criptosporidiosis (*Cryptosporidium*), esquistosomiasis (*Schistosoma*), desórdenes hepáticos (virus de hepatitis), etc. La presencia de microorganismos patógenos en el agua de bebida es un riesgo que se incrementa en las áreas marginales de mayor densidad poblacional o en zonas sin disponibilidad de agua potable como ocurre en muchas localidades de Merlo. Resulta de carácter urgente garantizar la disponibilidad de un agua limpia para asegurar salud y un futuro sostenible para nuestra sociedad.

En este contexto, el sector científico-académico está buscando soluciones a esta problemática a partir del desarrollo de nuevos materiales funcionales que puedan depurar el agua de acuerdo con la aplicación deseada (consumo humano, riego, fines recreativos, etc). Entre los nuevos materiales se destacan las membranas poliméricas que son capaces de ser modificadas fácilmente, a través de la modificación química del polímero o mediante la incorporación de principios activos o nanoadsorbentes. En la



actualidad, el proceso de filtración por membranas es ampliamente usado en las industrias de alimentos, farmacéutica y medicina por lo que es factible incorporar al mercado nuevos filtros que utilicen este método de filtración. En el presente proyecto se pretende abordar la problemática de contaminación hídrica desde la UNO a través de la interacción interdisciplinaria del grupo de investigación del Instituto de Ingenierías y Nuevas Tecnologías (IINT) con docentes y estudiantes de la Escuela de Ingeniería de la UNO. En primer lugar, se propone el desarrollo de materiales filtrantes capaces de retener microorganismos patógenos de diferentes tipos, los cuales llegan al agua en las heces y otros restos orgánicos que producen las personas y animales. Para ello, se plantea la fabricación de dos tipos de membranas poliméricas diferentes desarrolladas por la técnica de hilado centrífugo: una a partir de polietileno de baja densidad lineal (PBED) con nanopartículas de plata (NP-Ag) y otra a base de un polímero biodegradable como es el poli (Butilén Adipato co-Tereftalato) (PBAT). La obtención de estos materiales y los resultados obtenidos a partir de sus caracterizaciones serán la semilla para el crecimiento de una nueva e incipiente línea de investigación en el IINT relacionada con los materiales poliméricos con aplicación en remediación de aguas.

Debido a que se plantea un problema socio-ambiental, la ejecución del proyecto fortalecerá el vínculo entre la Universidad y la sociedad local del partido de Merlo. Además, el desarrollo del proyecto permitirá la formación de recursos humanos con capacidad de contribuir con conocimientos científicos-tecnológicos a las industrias dedicadas al desarrollo de filtros para la remediación de aguas.

## **7. Estado actual del conocimiento sobre el tema.**

(Máximo 2500 palabras. Desarrolle brevemente el marco teórico, los antecedentes y autores más relevantes que hayan tratado la problemática del Proyecto)

La problemática relacionada con la contaminación y potabilización del agua es una de las mayores preocupaciones a nivel mundial. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), mil millones de personas no tienen acceso a agua potable, y se espera que esta cifra aumente hasta los cuatro mil millones para 2050 [1]. Además, un dato impactante, reportado por la OMS, es que a partir de la actualidad hasta el 2025, la mitad de la población mundial vivirá en zonas con escasez de agua. Las consecuencias de la contaminación del agua no solo se traducen en una gran alteración en el medio ambiente, sino que se extienden en el ámbito social y económico y más grave aún se



producen daños en la salud humana. En particular, el consumo de agua contaminada con cepas bacterianas patógenas, como la *Escherichia coli* 0157:H7, la *Salmonella*, el *Vibrio cholerae* y la *Shigella*, provoca varias enfermedades, entre ellas infecciones gastrointestinales, cólera, disentería e incluso muerte si no se trata [2].

El problema de la contaminación de los recursos hídricos no pierde dimensión en el Conurbano Bonaerense. En la localidad de Merlo, según los reportes de los estudios de niveles de servicio de Aysa (Agua y Saneamientos Argentinos) se han detectado anomalías bacteriológicas y la presencia de *Escherichia coli* y *Pseudomona aeruginosa* entre otras bacterias provenientes de la materia fecal, y que pueden causar graves problemas de salud y hasta incluso la muerte.

En este panorama de preocupación mundial, nacional y regional, surge como una necesidad el compromiso de la comunidad científica y el sector industrial para trabajar sinérgicamente en el desarrollo de nuevas tecnologías para el tratamiento de aguas que sean complementarias o, en un futuro cercano, reemplacen a los métodos convencionales. En la actualidad, existen varias estrategias para la separación de contaminantes del agua, como por ejemplo precipitación química, intercambio iónico, ósmosis inversa, electrodiálisis, ultrafiltración, coagulación, adsorción, separación por membranas, entre otros [3,4]. En comparación con los métodos convencionales, la separación por membranas tiene ventajas como una alta eficiencia, bajo consumo de energía, no provoca daños al medio ambiente y es una tecnología ya incorporada en la industria [5]. Las membranas con tamaño de poro controlable han sido ampliamente usadas para la separación de diversas especies mixtas, como mezcla de líquidos, mezcla de gases y mezclas de sistemas coloidales, basándose en tecnologías de microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración, osmosis inversa, pervaporación y separación de gases.

Durante el proceso de separación, la membrana actúa como una barrera selectiva que puede obstaculizar el transporte de algunas moléculas, iones o partículas pequeñas mientras que permite el paso de otras. En particular, se ha demostrado que en términos de retención de bacterias, el tratamiento de aguas residuales mediante la filtración por membrana proporciona agua de alta calidad en comparación con otros procesos convencionales [5].

Dentro de los materiales usados para la fabricación de membranas, los polímeros se distinguen (por ejemplo, de los cerámicos) por su bajo costo, su versatilidad, y por



generar membranas cuya superficie sea de fácil funcionalización permitiendo su aplicación con diferentes fines.

Hasta el día de hoy se han utilizado diferentes polímeros sintéticos en el desarrollo de membranas para la aplicación de remediación de aguas como por ejemplo: polietileno (PE) [6], polisulfona (PSU) [7], poli (fluoruro de vinilideno) (PVDF) [8], polidimetilsiloxano (PDMS) [9], polipropileno (PP)[10], poliimida (PI)[11] y politetrafluoroetileno (PTFE)[12]. Estos materiales son elegidos debido a una combinación de propiedades específicas como la permeabilidad, la selectividad, la resistencia al ensuciamiento, la estabilidad química y térmica, el bajo costo y la facilidad de fabricación. En particular el polietileno (PE), compuesto generalmente por una unidad de repetición  $-C_2H_4-$ , es un polímero semicristalino inodoro y no tóxico, con buena resistencia a la corrosión por ácidos y alcalinos, baja absorción de agua y excelente aislamiento eléctrico. Además, es posible obtener PE a base de etileno procedente de fuentes recicladas y, por tanto, en esta ocasión, este material podría clasificarse como "verde" [13].

Las membranas microporosas obtenidas a partir de PE se caracterizan por tener propiedades químicas estables, buena resistencia mecánica, permeabilidad adecuada, y bajo costo [14]. Recientemente el PE ha sido utilizado como componente en el desarrollo de membranas para ultra y nanofiltración en tratamiento de aguas [6,15]

El gran problema de trabajar con plásticos sintéticos es qué hacer después de la vida útil del material. Considerando este problema, los polímeros sintéticos biodegradables, como por ejemplo el Poli(Butilén Adipato-co-Tereftalato) (PBAT), han surgido como una alternativa en el desarrollo de membranas para filtración de aguas [16,17]. El PBAT es un copoliéster alifático aromático, derivado principalmente de 1,4-butanodiol, ácido adípico y ácido tereftálico. Su estructura química está formada por un segmento flexible conformado por unidades repetitivas de butilén adipato (BA) y un segmento rígido compuesto por unidades de butilén tereftalato (BT). La parte alifática (segmento BA) es responsable de su biodegradabilidad, mientras que la parte aromática (segmento BT) proporciona sus buenas propiedades mecánicas [18]. A partir del año 1998 es comercializado por BASF bajo el nombre de ECOFLEX® y es considerado un copoliéster biodegradable por las agencias European Standard DIN EM 13432, American Certification System of Biodegradable Products Institute, y por la certificación japonesa GeenPla Standard (BASF, 2009). De Oliveira y col (2021) obtuvieron



membranas biodegradables basadas en PBAT y mostraron un gran potencial de estos materiales para la retención de *Escherichia Coli* [16].

Sin embargo, generalmente las membranas desarrolladas a partir de los diferentes polímeros tienen una aplicación limitada y es necesario la combinación con otros polímeros o el agregado de adsorbentes o aditivos que mejoren el rendimiento de las membranas [19]. La nanotecnología se presenta como una herramienta eficaz para mejorar las propiedades térmicas, mecánicas, de barrera de las membranas poliméricas y aumentar la eficiencia en la remoción de contaminantes. Particularmente, en los últimos años se han desarrollado nuevas membranas multifuncionales conteniendo nanopartículas de plata (NP-Ag) con un alto rendimiento con aplicación en purificación de aguas. Las NP-Ag han demostrado mejorar el rendimiento de las membranas, en relación a la respuesta térmica, mecánica y al ensuciamiento producido por la retención de partículas contaminantes [20]. Una característica especial de las NP-Ag que despierta gran interés en los investigadores, es su importante actividad bactericida y antimicrobiana que permite aumentar la eficiencia de las membranas poliméricas en la retención de microorganismos patógenos [21,22]

La producción de membranas poliméricas porosas pueden realizarse por varios métodos. Las principales técnicas actuales de producción de membranas poliméricas son sinterización, estiramiento, ataque químico de trazas de ionización (track-etching) e inversión de fase [23]. Cada método tiene sus propias ventajas, limitaciones y diferentes mecanismos de formación de poros para producir membranas poliméricas porosas [14]. La mayoría de las membranas comerciales se fabrican mediante inversión de fase, en la cual un polímero se transforma de manera controlada de una fase líquida a una sólida [24]. El hilado centrífugo es una técnica sencilla, cómoda y versátil que demuestra un importante potencial para generar fibras y membranas compuestas [25]

En este contexto presentado, de búsqueda de nuevos materiales para remediación de aguas sigue siendo un desafío el desarrollo de membranas de alto rendimiento, con alta permeabilidad y selectividad, buena estabilidad y que pueden ser reutilizadas. Teniendo en cuenta todos los antecedentes reportados, con el presente proyecto se busca aportar desde la UNO soluciones que puedan ser útiles para la problemática de la contaminación de los recursos hídricos y calidad de agua.



## 8. Objetivos general y específicos

El objetivo general del proyecto se basa en brindar soluciones a la problemática de la contaminación del agua, promoviendo la concientización de la sociedad en el uso y cuidado del agua. Además, el proyecto pretende impulsar desde la UNO, la investigación interdisciplinaria para poder aportar soluciones a problemas locales prioritarios como es por ejemplo, la contaminación del Rio Reconquista.

En particular para llevar a cabo el objetivo general, se plantean los siguientes los objetivos específicos:

1. Obtención de mallas de polietileno de baja densidad lineal (PBEDL) y mallas de PBEDL conteniendo nanopartículas de plata (NP-Ag) mediante la técnica de hilado centrífugo.
2. Obtención de mallas de poli (Butilén Adipato-co-Tereftalato) (PBAT) mediante la técnica de hilado centrífugo.
3. Estudio de la morfología, comportamiento fisicoquímico, reología y resistencia mecánica de las mallas obtenidas en los objetivos 1 y 2.
4. Evaluación de la actividad antimicrobiana de las mallas obtenidas en los objetivos 1 y 2 .
5. Estudio de la biodegradabilidad de las mallas obtenidas en el objetivo 2.

## 9. Hipótesis de la Investigación

(Máximo 500 palabras)

El proyecto se basa en las siguientes hipótesis de trabajo:

1. El procesamiento de polietileno genera fibras de alto rendimiento y alta resistencia mecánica [13]
2. El hilado centrífugo es un método sencillo, eficaz y de rápida de obtención de fibras poliméricas [25]
3. Las nanopartículas de plata han mostrado gran capacidad bactericida y antimicrobiana en compuestos de base polimérica [26]
4. Se ha probado de manera exitosa la retención de bacterias en membranas poliméricas con tamaños de poro entre 0.1 y 0.8  $\mu\text{m}$  [5]



5. Se han usado fibras de PBAT para la fabricación de mallas biodegradables con aplicación a remediación de aguas, obteniéndose un buen rendimiento [17].
6. El PBAT puede ser degradado en suelo mediante la acción de microorganismos [27,28].

## **10. Metodología a utilizar.**

(Máximo 1600 palabras)

### Metodología y actividades vinculadas al objetivo 1 y 2. Obtención de mallas poliméricas

Las mallas poliméricas se desarrollarán empleando la técnica de hilado centrífugo mediante el procesamiento de pellets poliméricos utilizando un equipo Máquina Modelo CC2 instalado en la UNO. En todos los casos, en un paso previo al desarrollo de las mallas se analizarán las propiedades reológicas de los pellets (PEBDL , PEBDL-Ag, PBAT) que serán procesados en el equipo. Para analizar la reología de los materiales se utilizará un Reómetro instalado en la UNO. En primer lugar se realizarán mallas de polietileno a partir del procesamiento de pellets de PEBDL comercial. Los pellets de PEBDL se procesarán en el equipo controlando la potencia para mantener una temperatura de procesamiento determinada obtenida de análisis preliminares. Se recolectarán las fibras de PEBDL depositadas en las paredes de la bancha del equipo de hilado. Las membranas serán obtenidas a partir del termoprensado de una superposición de capas de mallas de fibras. Se probará hacer membranas con distinta cantidad de capas para obtener la microestructura y porosidad necesaria para la retención de microorganismos y se evaluará la temperatura y presión necesaria para lograr un material con rendimiento de filtración óptimo.

Las membranas de PEBDL conteniendo nanopartículas de Ag (NP-Ag) se obtendrán de manera análoga a lo descrito anteriormente. En este caso se procesarán pellets de PEBDL nanocompuestos con NP-Ag provistos por el grupo que dirige una de las investigadoras docentes que integra el proyecto.

Las membranas de PBAT se obtendrán de manera análoga a los materiales de PEBDL y PEBDL-Ag. Los parámetros de procesamiento se ajustarán en función de la información obtenida a partir de los ensayos de reología de los pellets de PBAT. Se





recolectarán las fibras de PBAT obtenidas en el equipo de hilado centrífugo y se procederá a la fabricación de membranas.

### Metodología y actividades vinculadas al objetivo 3. Caracterización morfológica, fisicoquímica, reológica y mecánica de las mallas obtenidas.

La morfología y la disposición de las fibras poliméricas en las mallas será evaluada, en primer lugar, utilizando los microscopios ópticos pertenecientes a la UNO. Además, se analizará la microestructura de todas las mallas obtenidas y la distribución de nanocargas en el caso de los nanocompuestos a través de servicios a terceros, empleando Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) (disponible en Centro de microscopia avanzadas (CMA-FCEyN-UBA) o en el INTI). La rugosidad de los materiales se estudiará a través de microscopía de fuerza atómica (AFM) (servicio a terceros CMA-FCEyN-UBA).

Se evaluarán las propiedades térmicas de las mallas mediante ensayos de Termogravimetría (TGA-DTA) y Calorimetría diferencial de barrido (DSC). Estos ensayos se realizarán como servicios a terceros (FCEyN-UBA o INTI) y permitirán obtener parámetros como temperatura de fusión, temperatura de degradación, temperatura de transición vítrea, temperatura de cristalización.

### Metodología y actividades vinculadas al objetivo 4. Evaluación de la actividad bactericida de las membranas obtenidas

Se evaluará la actividad antimicrobiana de las membranas frente a tres microorganismos: *Pseudomona aeruginosa*, *Escherichia coli* y bacterias aerobias mesófilas (BAM). Para ello, se utilizarán las membranas como filtros para ensayar la retención de las bacterias. La inactivación y supervivencia de microorganismos contaminantes se determinará empleando la técnica de recuento de microorganismos. En el caso de los materiales a base de PEBDL se evaluará el efecto en función de la actividad bactericida de las NPs así como de la porosidad de las mallas compuestas por fibras. En los materiales obtenidos a partir de PBAT la actividad antimicrobiana se



evaluará en función de la microestructura de las membranas la cual deberá tener la porosidad necesaria para retener microorganismos.

A continuación, se describe brevemente el proceso evaluación antimicrobiana de las membranas en tres etapas:

**Protocolo de agua desafío:** En primer lugar, el agua muestra que se usará en el proceso de filtración se contaminará con tres cepas bacterianas: Pseudomona aeruginosa, Escherichia coli (ambas cepas patogénicas) y BAM. Las cepas se cultivarán en caldo triptona de soja (TSB) con agitación continua. Una alícuota de un precultivo de 24 horas de incubación a 37°C se transferirá al medio TSB para luego transferir 1 ml de cada cepa al agua esteril 500 ml, donde se dejará en estufa a 37°C por 24 h así obtener una muestra de agua contaminada. Cada uno de los microorganismos será cultivado en su correspondiente caldo o medio para que desarrollen las colonias típicas.

**Proceso de filtración por membranas:** Se montará un dispositivo de filtración que consiste en un embudo unido a un Kitasato conectado a una bomba mecánica para generar vacío y facilitar el proceso de filtración. Se colocará la membrana filtrante en la boca del kitasato. Se hará pasar por la membrana el agua contaminada caracterizada en el paso anterior y se tomará una muestra de agua filtrada para el posterior recuento de microorganismos.

**Determinación de calidad microbiológica del agua:** Se determinará el recuento en placa de bacterias aerobias mesófilas (BAM), Pseudomonas aeruginosa (P. Aeruginosa) y Escherichia coli (E. coli). Se utilizarán como medios de cultivo: PCA (agar para recuento en placa) a 37°C, 24-48 h para BAM, Mac Conkey a 37°C, 24-48 h para E. coli y Cetrimida a 37°C, 24-48 h para P. aeruginosa, Mac Conkey doble y Caldo verde brillante bilis al 2%(CVBB) para Coliformes totales por la técnica NMP. Los resultados se expresarán por ml de agua (log UFC/ml).

Metodología y actividades vinculadas al objetivo 5. Estudio de biodegradabilidad de las mallas obtenidas a partir de PBAT.

Los estudios de biodegradabilidad de las membranas de PBAT se llevarán a cabo de acuerdo a las recomendaciones de las normas internacionales como la ISO 14855-1:2005 o la ASTM D5988-03, las cuales consisten en ensayos de entierro de las



muestras en compost vegetal. Se cortarán piezas de malla en cuadrados de 2 cm de lado (manteniendo la masa lo más similar posible) que serán enterradas en abono vegetal (suelo) vertido bandejas de plástico (10 x 20 x 5 cm) hasta una altura de unos 4 cm. Las bandejas de plástico que contienen las muestras se incubarán a temperatura ambiente (25-30 °C). La humedad del suelo se mantendrá mediante el rocío de agua a intervalos regulares durante todo el estudio. Se tomarán muestras en intervalos de tiempo regular (2 a 4 días) y se analizará la degradación de las mallas mediante la visualización de su grado de deterioro (tomando fotografías), y de su pérdida de peso. Para tomar el peso de las muestras, éstas serán expuestas a estufa durante 24 h 100 °C.

## 11. Resultados Esperados

(Máximo 800 palabras)

Al final de la ejecución del proyecto se espera obtener los siguientes resultados:

- 1) Obtener exitosamente el procesamiento de los polímeros propuestos, PEBDL y PBAT, a través de la técnica de hilado centrifugo.
- 2) Obtener dos tipos de membranas poliméricas térmica y mecánicamente estables, una basada en PEBDL- Ag y otra en PBAT.
- 3) Desarrollar una técnica que nos permita evaluar la eficiencia de las membranas en la retención de microorganismos específicos.
- 4) Obtener una caracterización completa de cada material desarrollado que conste de la evaluación de propiedades reológicas, morfológicas, físicoquímicas, térmicas y mecánicas.
- 5) Obtener una membrana de PBAT que sea compostable y una de PEBDL, ambas capaces de retener microorganismos patógenos presentes en el agua
- 6) Lograr un relevante análisis de resultados obtenidos que pueda ser divulgado y publicado en congresos y revistas científicas.
- 7) Aumentar y reforzar la interacción entre los/as estudiantes de la escuela de ingeniería de la UNO y los grupos de investigación del IINT.



8) Fortalecer la incipiente línea de investigación vinculada al desarrollo de materiales con aplicación en remediación de aguas que se encuentra en desarrollo y crecimiento en el IITN.

## **12. Antecedentes y funciones previstas del Grupo de Investigación en el área temática/disciplina**

(Máximo 500 palabras)

El grupo responsable del presente proyecto se ha formado recientemente a partir de la creación del nuevo instituto de la UNO "Instituto de Ingenierías y Nuevas Tecnologías" (IINT)(RES N° 454/2021) con el objetivo de llevar adelante una nueva línea de investigación vinculada al desarrollo de nuevos materiales con aplicación en remediación de aguas.

La directora del proyecto, Dra en Ciencias Físicas, investigadora asistente del CONICET (con lugar de trabajo en el Instituto de Ingenierías y Nuevas Tecnologías -UNO) y profesora adjunta, presenta un importante expertise en el desarrollo de materiales y nanotecnología. Ha trabajado en el desarrollo y caracterización de materiales compuestos de base polimérica con distintos tipos de nanocargas. Posee varios trabajos publicados en revistas internacionales con referato y en actas de congresos relacionados con la temática de materiales poliméricos y nanotecnología. La directora del proyecto será quien garantice el correcto desarrollo del mismo y el cumplimiento de los objetivos específicos. Se encargará junto con la co-directora de dirigir y realizar el seguimiento de las actividades de los/as becarios/as. Además, la directora será quien desarrolle, junto a los/as becarios/as las actividades en el laboratorio, tanto la fabricación de materiales como su caracterización. Se encargará también de la gestión de los fondos del presente proyecto para la adquisición de los insumos y demás ítems.

La co-directora del proyecto, Ingeniera Química, docente (Escuela de Ingeniería -UNO) e investigadora de la UNO (Instituto de Ingenierías y Nuevas Tecnologías), posee gran experiencia tanto en análisis microbiológicos como en análisis de calidad del agua. Ella será quien se encargue de llevar adelante el desarrollo y puesta a punto de la técnica microbiológica para evaluar la actividad bactericida de los materiales. También colaborará en la gestión de fondos y en la dirección y asesoramiento de estudiantes becarios/as.



El proyecto, además de las mencionadas, está integrado por dos investigadoras de amplia trayectoria y experiencia en materiales.

Una de ellas (profesora titular de la UNO, investigadora Superior de Conicet) tiene basta experiencia en ciencia de los materiales, en particular nanomateriales con aplicación a remediación ambiental (cuenta con más de 130 publicaciones en revistas con referato y más de 20 capítulos de libros). Dicha investigadora colaborará en el análisis y divulgación de resultados y proveerá los pellets para desarrollarlos materiales nanocompuestos (PEBDL-Ag) y los compostables (PBAT).

La otra integrante del equipo, Ingeniera agrónoma, Profesora adjunta e investigadora, especialista en inocuidad y calidad agroalimentaria, colaborará en la puesta a punto de la técnica de análisis microbiológico así como en el análisis y divulgación de resultados.

Los/as estudiantes Becarios/as realizarán, bajo la supervisión y acompañamiento de las directora y co-directora del proyecto, las actividades de los objetivos específicos vinculadas al desarrollo y caracterización de los materiales. Además participarán en el análisis de resultados y en su futura divulgación.

Actualmente todas las investigadoras integrantes del proyecto participan activamente en proyectos de investigación de la UNO relacionados con remediación ambiental

### **13. Transferencia de Resultados.**

(Máximo 800 palabras. Detalle el objeto de la transferencia, su importancia, los destinatarios concretos o posibles y los procedimientos para concretarla)

Los resultados obtenidos en el proyecto serán en primer lugar, divulgados al sector científico-académico a través de la presentación de trabajos a congresos (nacionales o internacionales) y mediante la publicación de resultados en revistas científicas internacionales con referato.

Además se pretende, a partir del cumplimiento del presente proyecto, generar un vínculo con los sectores productivos industriales dedicados al desarrollo de filtros y remediación de aguas. En particular, pequeñas y medianas empresas y organismos pertenecientes al partido de Merlo donde la problemática de la contaminación del agua es prioritaria. La vinculación será a partir del posicionamiento de un grupo de I+D en la UNO asociado a



la transferencia tecnológica a los sectores mencionados a través de una colaboración continua o a largo plazo mediante convenio.

#### **14. Viabilidad y Factibilidad Técnica**

(Máximo 500 palabras)

El grupo conformado por las cuatro investigadoras posee amplia experiencia en el desarrollo de materiales poliméricos, nanotecnología y calidad microbiológica del agua y tiene la expertise suficiente para llevar adelante el presente proyecto.

La Universidad Nacional del Oeste (UNO) cuenta con Laboratorios de Química y Física y con equipamiento necesario para la fabricación y caracterización de soluciones poliméricas (Bomba de vacío, baño termostático de 6 bocas, agitador magnético calefaccionado, batería calefactora Soxhlet, polarímetro rotativo, horno eléctrico, destilador de agua, medidor de conductividad, viscosímetro, medidor de pH y estufas de secado). También cuenta con un equipo Espectrofotómetro UV/Visible, un Fotómetro de llama Na/k/Li, Microscopios ópticos, un Refractómetro, una Máquina Universal de Ensayos y actualmente se está terminando de instalar un Reómetro para la caracterización reológica de los materiales.

Adicionalmente, se tendrá acceso a la contratación de servicios a terceros de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN-UBA) y del Instituto de Tecnología Industrial (INTI) para realizar las caracterizaciones que no podrán desarrollarse en la UNO (Ensayos térmicos, Microscopías SEM y AFM, entre otros).

#### **15. Aspectos Éticos.**

(Si corresponde máximo 500 palabras)

Durante la ejecución del presente proyecto y la aplicación de los resultados obtenidos, no se verán afectados los derechos humanos ni será causa de un eventual daño al medio ambiente, a los animales y/o a las generaciones futuras.

#### **16. Aspectos de Seguridad Laboral, Ambiental y Bioseguridad requeridos**

(Si corresponde máximo 500 palabras)



Todos los laboratorios donde se desarrollarán las actividades de investigación, cuentan con los elementos de protección y seguridad requeridos para las buenas prácticas de investigación. Respecto a la disposición de residuos se aplica lo descrito en la normativa correspondiente a la Provincia de Buenos Aires referente al manejo de residuos especiales.

### 17. Intervención de terceros

(Justifique la intervención de terceros y anexe los Convenios o Acuerdos específicos requeridos para su intervención)

No aplica

### 18. Cronograma de Actividades.

Detalle las actividades propuestas. Consigne separadamente cada actividad unitaria.

#### 1er Año

Actividad	Mes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Puesta punto del equipo y caracterización de materia prima (pellets)	X	X										
Desarrollo de membranas de PEBDL		X	X	X	X							
Desarrollo de membranas de PEBDL-Ag				X	X	X						
Caracterización morfológica, físicoquímica y térmica de las membranas PEBDL y PEBDL-Ag					X	X	X	X	X	X		
Evaluación de la actividad antimicrobiana de las membranas PEBDL y PEBDL-Ag										X	X	X
Análisis y discusión de resultados						X	X	X	X	X	X	X
Divulgación de resultados											X	X

#### 2do Año

Actividad	Mes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Desarrollo de membranas de PBAT	X	X	X	X								
Caracterización morfológica, físicoquímica y térmica de las membranas de PBAT			X	X	X	X	X	X				
Evaluación de la actividad antimicrobiana de las membranas PBAT						X	X	X	X			
Evaluación de la biodegradabilidad en suelo de las membranas de PBAT							X	X	X	X		
Análisis y discusión de resultados				X	X	X	X	X	X	X	X	
Divulgación de resultados	X	X	X						X	X	X	X



## 19. Presupuesto

### Presupuesto del Primer año de ejecución

	Rubro	Descripción	Monto
1	Bienes de consumo	Polímeros, Medios de cultivo, material de vidrio	\$250.000
2	Servicios no personales		
3	Servicios técnicos y profesionales	Microscopía Electrónica de Barrido, Microscopía de Fuerza Atómica, Ensayos térmicos, Servicio técnico de equipo de hilado	\$150.000
4	Servicios comerciales y financieros		
5	Pasajes y viáticos	Presentación de resultados en congresos	\$15.000
6	Bienes de uso		
7	Equipamiento	Accesorios y componentes del equipo de hilado centrifugo	\$60.000
<b>Total 1° Año</b>			<b>\$490.000</b>

### Presupuesto del Segundo año de ejecución

	Rubro	Descripción	Monto
1	Bienes de consumo	Material de laboratorio	\$130.000
2	Servicios no personales		
3	Servicios técnicos y profesionales	Microscopía Electrónica de Barrido, Microscopía de Fuerza Atómica, Ensayos térmicos Servicio técnico de equipo de hilado	\$150.000
4	Servicios comerciales y financieros		
5	Pasajes y viáticos	Divulgación de resultados, presentación en congresos	\$30.000
6	Bienes de uso		
7	Equipamiento		
<b>Total 2° Año</b>			<b>\$310.000</b>

#### Rubros

1. Bienes de consumo: insumos de laboratorio, útiles de oficina, librería, fotocopias, etc.
2. Servicios no personales: alquiler de equipos y mantenimiento, etc.
3. Servicios técnicos y profesionales: traducciones, desgrabaciones, data-entry, etc.
4. Servicios comerciales y financieros: imprenta, internet, transporte y almacenamiento, etc.
5. Pasajes y viáticos en ámbito nacional, inscripciones a congresos nacionales o internacionales.
6. Bienes de uso: libros, revistas, programas de computación, etc.
7. Equipamiento





## 20. Referencias bibliográficas

(Consigne la bibliografía utilizada para la formulación del Proyecto)

- [1] Christou C N, Krasia-Christoforou T, in: Guarino, V., Focarete, M. L., Pisignano, D. (Eds.), *Advances in Nanostructured Materials and Nanopatterning Technologies*, Elsevier 2020, pp. 203-241.
- [2] Maziya K, Dlamini BC, Malinga SP. Hyperbranched polymer nanofibrous membrane grafted with silver nanoparticles for dual antifouling and antibacterial properties against *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa*. *React Funct Polym.* 2020;148:104494.
- [3] Hao S, Jia Z, Wen J, Li S, Peng W, Huang R, et al. Progress in adsorptive membranes for separation – A review. *Sep Purif Technol.* 2021;255:117772.
- [4] Zhu F, Zheng Y-M, Zhang B-G, Dai Y-R. A critical review on the electrospun nanofibrous membranes for the adsorption of heavy metals in water treatment. *J Hazard Mater.* 2021;401:123608.
- [5] Goswami KP, Pugazhenth G. Credibility of polymeric and ceramic membrane filtration in the removal of bacteria and virus from water: A review. *J Environ Manage.* 2020;268:110583.
- [6] Liu T, Chen D, Cao Y, Yang F, Chen J, Kang J, et al. Construction of a composite microporous polyethylene membrane with enhanced fouling resistance for water treatment. *J Memb Sci.* 2021;618:118679.
- [7] Chee TY, Mohd Yusoff AR, Abdullah F, Asyraf Wan Mahmood WM, Fathi Jasni MJ, Nizam Nik Malek NA, et al. Fabrication, characterization and application of electrospun polysulfone membrane for phosphate ion removal in real samples. *Chemosphere* 2022;303:135228.
- [8] Wang Y, Yang H, Yang Y, Zhu L, Zeng Z, Liu S, et al. Poly(vinylidene fluoride) membranes with underwater superoleophobicity for highly efficient separation of oil-in-water emulsions in resisting fouling. *Sep Purif Technol.* 2022;285:120298.
- [9] Jafari A, Mortaheb HR, Gallucci F. Performance of octadecylamine-functionalized graphene oxide nanosheets in polydimethylsiloxane mixed matrix membranes for removal of toluene from water by pervaporation. *J Water Process Eng.* 2022;45:102497.
- [10] Zeng Y, Chang F, Hu G, Zhang Y, Li D, Li H, et al. A simple polypropylene fiber membrane embedded with clean  $\text{La}(\text{OH})_3$  nanoparticles for highly efficient phosphate anions removal. *J Environ Chem Eng.* 2022;10(5):108472.
- [11] Yao X, Hou X, Zhang R. Flexible and mechanically robust polyimide foam membranes with adjustable structure for separation and recovery of oil-water emulsions and heavy oils. *Polymer (Guildf).* 2022;250:124889.
- [12] Cao M, Xiao F, Yang Z, Chen Y, Lin L. Construction of Polytetrafluoroethylene nanofiber membrane via continuous electrospinning/electrospraying strategy for oil-water separation and demulsification. *Sep Purif Technol.* 2022;287:120575.
- [13] Lemstra PJ. Chapter 1: High-performance polyethylene fibers. *Adv Ind Eng Polym Res.* 2022;5(2):49–59.
- [14] Tan X, Rodrigue D. A Review on Porous Polymeric Membrane Preparation. Part II: Production Techniques with Polyethylene, Polydimethylsiloxane, Polypropylene, Polyimide, and Polytetrafluoroethylene. Vol. 11, *Polymers*. 2019.
- [15] Shi GM, Chung T-S. Teflon AF2400/polyethylene membranes for organic solvent nanofiltration (OSN). *J Memb Sci* 2020;602:117972.
- [16] de Oliveira SA, Camani PH, da Silva Barbosa RF, Rocha DB, Mitra SK, dos Santos Rosa D. PBAT-based Microfiltration Membranes Using Porogen Saturated Solutions: Architecture, Morphology, and Environmental Profile. *J Polym Environ.* 2022;30(1):270–94.
- [17] Barbosa RFS, Souza AG, Maltez HF, Rosa DS. Chromium removal from contaminated wastewaters using biodegradable membranes containing cellulose nanostructures. *Chem Eng J.* 2020;395:125055.
- [18] Witt U, Müller R-J, Deckwer W-D. New biodegradable polyester-copolymers from commodity chemicals with favorable use properties. *J Environ Polym Degrad.* 1995;3(4):215–23.
- [19] Guo Y, Zhang T, Chen M, Li C, Wu H, Guo S. Constructing tunable bimodal porous structure in ultrahigh molecular



weight polyethylene membranes with enhanced water permeance and retained rejection performance. *J Memb Sci.* 2021;619:118778.

[20] Yu Y, Zhou Z, Huang G, Cheng H, Han L, Zhao S, et al. Purifying water with silver nanoparticles (AgNPs)-incorporated membranes: Recent advancements and critical challenges. *Water Res.* 2022;222:118901.

[21] de Santana Magalhães F, Cardoso VL, Miranda Reis MH. Incorporation of silver nanoparticles in a kaolin hollow fiber membrane for efficient removal of *Enterobacter cloacae* and *Escherichia coli* from aqueous solutions. *Mater Chem Phys.* 2022;287:126279.

[22] Al-Himeiry AN, Al-Fatlawi AH. The antibacterial activity of poly(vinyl chloride) membrane impregnated with silver nanoparticles. *Mater Today Proc.* 2022;61:706–9.

[23] Chen H, Huang M, Liu Y, Meng L, Ma M. Functionalized electrospun nanofiber membranes for water treatment: A review. *Sci Total Environ.* 2020;739:139944.

[24] Liao Y, Loh C-H, Tian M, Wang R, Fane AG. Progress in electrospun polymeric nanofibrous membranes for water treatment: Fabrication, modification and applications. *Prog Polym Sci.* 2018;77:69–94.

[25] Chen C, Dirican M, Zhang X. Chapter 10 - Centrifugal Spinning—High Rate Production of Nanofibers. In: Ding B, Wang X, Yu JBT-EN and A, editors. *Micro and Nano Technologies*. William Andrew Publishing; 2019. p. 321–38.

[26] Orooji Y, Akbari R, Nezafat Z, Nasrollahzadeh M, Kamali TA. Recent signs of progress in polymer-supported silver complexes/nanoparticles for remediation of environmental pollutants. *J Mol Liq.* 2021;329:115583.

[27] González Seligra P, Eloy Moura L, Famá L, Druzian JI, Goyanes S. Influence of incorporation of starch nanoparticles in PBAT/TPS composite films. *Polym Int.* 2016 Aug 1;65(8):938–45.

[28] Li C, Cui Q, Li Y, Zhang K, Lu X, Zhang Y. Effect of LDPE and biodegradable PBAT primary microplastics on bacterial community after four months of soil incubation. *J Hazard Mater.* 2022;429:128353.