

ANEXO No. 1 DEL CONTRATO DE SUBSIDIO ECONÓMICO No. _____

PLAN DE TRABAJO

De conformidad con lo establecido en el artículo 48 de la Resolución de Junta Directiva de la **SENACYT**, No. 01 de 13 de enero de 2022, se agrega el Anexo No. 1 del presente Contrato de Subsidio Económico, que contiene el Plan de Trabajo adecuado del Proyecto **“Evaluación de presencia de contaminantes orgánicos persistentes adsorbidos a micro plásticos en ecosistemas marino-costeros de Panamá”**, beneficiado dentro de la **Convocatoria Pública de Fomento a I+D (FID) 2022**, de conformidad con las siguientes cláusulas:

CLÁUSULA PRIMERA: el plan de trabajo quedará como sigue

DATOS DEL BENEFICIARIO

Nombre Completo	Centro de Estudios Multidisciplinarios en Ciencias, Ingeniería y Tecnología AIP (CEMCIT AIP)
Representante legal	Ing. Héctor Montemayor
Número de cédula	9-68-267
Fecha de nacimiento	19 de junio de 1941
Lugar de nacimiento	Veraguas
Nacionalidad	panameña
Dirección postal	NA
Teléfonos	560-3759/58
Correo electrónico	hector.montemayor@utp.ac.pa

DATOS DEL INVESTIGADOR PRINCIPAL

Nombre Completo	Denise Delvalle Borrero
Número de cédula	8-170-40
Fecha de nacimiento	01 de septiembre de 1955
Lugar de nacimiento	Panamá
Nacionalidad	panameña
Dirección postal	NA
Teléfonos	6327 4125
Correo electrónico	denise.borrero@utp.ac.pa

TIEMPO TOTAL DE EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA:	24 meses
---	----------

MONTO TOTAL DEL PROYECTO:	B/.100,000.00
----------------------------------	---------------

1. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Los microplásticos (MP) y los mesoplásticos (MeP) son pequeños fragmentos de máximo 2.5 cm de tamaño, que se generan de productos plásticos de mayor tamaño por degradación ambiental causada por factores como la radiación solar, la temperatura, el roce, la fuerza del viento y la acidez-basicidad del medio donde se encuentren [1]. Existen descriptores de forma que los clasifican en: fibras, filamentos, fragmentos, microesferas, pellets, esponjas y láminas [2]. También, dependiendo del tipo de polímero, encontramos esponjas (Poliuretanos) o espumas (Poliuretanos /Poliestirenos) [3]. El papel que juegan estas partículas como vectores para transporte de contaminantes orgánicos persistentes ha sido poco estudiado hasta ahora, pero todo indica que representa una amenaza potencial para la salud del ecosistema marino costero y para la salud humana [4], [5].

De acuerdo con nuestros resultados preliminares publicados en el artículo *“Distribution of Plastic Debris in the Pacific and Caribbean Beaches of Panama,”*[6] las playas de Caribe panameño se encuentran altamente contaminadas por micro y mesoplásticos (MP/MeP). Con el proyecto FID16-044 se colectaron y caracterizaron MP entre 1 y 5 milímetros en diferentes puntos de la costa del Pacífico y en el Caribe panameño. Como resultado se pudo determinar la existencia de mayores concentraciones hacia el Caribe en comparación con las playas del Pacífico, pero también una mayor diversidad de clases químicas en sitios de mayor densidad poblacional. Por su naturaleza química, los MP pueden adherir en su superficie una serie de contaminantes orgánicos persistentes (COP) del medio en el cual se encuentren [7],[8][9]. Estos contaminantes son retirados de manera dinámica del medio acuático y pueden lixiviar nuevamente debido a cambios de temperatura, pH, radiación solar y otros factores fisicoquímicos [10],[11]. Los COPs son sustancias persistentes, tóxicas y bio acumuladoras, causantes de enfermedades crónicas, incluida la disrupción endocrina, causantes de mutaciones y carcinogénicas [12][13]. Se ha demostrado su aparición y elevada concentración en ambientes relacionados a descargas industriales, agricultura intensiva y sitios de desarrollo industrial [[14]–[16]]. Estos tóxicos están siendo regulados a nivel mundial por la Convención de Estocolmo.

Los ftalatos han sido estudiados utilizando ratones como modelo en laboratorio demostrando la formación de cánceres [17][9][18]. Los bifenilos policlorados (PCB) han sido estudiados en ecosistemas marinos donde se les encuentra como contaminantes ubiquitarios de la cadena trófica [19]. El pellet o esfera plástica es considerado por muchos autores como posible vector para este y otros contaminantes [20][21]. Su efecto no es tan aparente, sin embargo, en experimentos controlados, los PCB producen desórdenes reproductivos o muerte, incrementan enfermedades y alteran los niveles hormonales [22]. Algunos proyectos nacionales y regionales para establecer la distribución de MP y para fortalecimiento de las capacidades técnicas y transferencia de tecnología vienen realizándose, con financiamiento del Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA) desde el 2018.

El estudio propone analizar COPs adheridos a las formas de pellets y fragmentos colectados en la costa del Caribe y del Pacífico y en las islas que marcaron positivas a la presencia de MP y MePs en nuestro estudio anterior[6]. Se determinará la clase química utilizando la técnica de FTIR-ATR y la extracción ultrasónica y cromatografía de gases con detección de masas [23] para los COPs. Consideramos importante investigar la adherencia de COP al MeP (hasta 2.5 cm) ya que nos brindará información importante sobre la posible contaminación con COPs desde la fuente. Determinaremos presencia y concentración de ciertos contaminantes orgánicos persistentes como: los bifenilos policlorados (PCB) que han sido encontrados en bivalvos y peces pelágicos [24][25], los éteres de difenilo polibromados (PBDEs)[26], declorano plus (DP)[27][28] utilizados como retardantes de flama o los plaguicidas como el dicloro difeniltricloroetano (DDT)[29].

Esta parte analítica del proyecto se realizará con la colaboración del Centro Experimental de Ingeniería CEI, ya que cuenta con el equipamiento necesario para los análisis de contaminantes volátiles y semi volátiles, financiado con los proyectos EIE 17 021 y APY-NI2017b-08. Como impactos del proyecto al generar la línea base de cuantificación y caracterización del complejo COPs-MP-MeP, se genera información que sensibiliza a la población. También se ejerce un impulso en el estado de la investigación científica en Panamá, ya que el proyecto involucra la formación de recurso humano. Por otra parte, el levantamiento de esta línea base repercute como aporte a la data científica internacional

cuyo objetivo es sustentar las futuras medidas regulatorias ambientales, tanto nacionales como a nivel nacional en lo referente a los plásticos y a los contaminantes orgánicos persistentes.

El proyecto es innovador porque no se han realizado a la fecha estudios sobre la presencia y riesgo de toxicidad de los aditivos pertenecientes al grupo de los COPs adheridos a microplásticos en arenas de playa, pero se conoce el comportamiento químico del polímero plástico y su propiedad de adherencia lo que lo hace actuar como una esponja para los COPs.

El mapa de distribución de los COPs-MP-MeP y de su concentración en sitios del Pacífico y del Caribe para Panamá servirá a los tomadores de decisiones en puntualizar y reforzar la importancia de abordar de forma urgente el actual problema de la basura plástica y su manejo para la protección de nuestros recursos naturales y la salud pública.

Información sobre FID 16-044.

El impacto causado por micro plásticos fue oficialmente reconocido como un problema de importancia global en la Asamblea General de las Naciones Unidas en el año 2007. El proyecto FID 16-0044 determinó la presencia y distribución de micro plásticos con datos georreferenciados para 32 playas. La información es representativa de la contaminación por micro plásticos en ambas costas de istmo de Panamá. Los resultados de este análisis señalan que existe una contaminación por pellets y fragmentos entre 8 y 10 veces más alta para el área del Caribe, que la contaminación encontrada en playas del Pacífico. Sin embargo, el análisis por técnicas de mediano infrarrojo (MIRS) de las partículas para identificación química para dos playas del Pacífico y dos de Caribe, muestra una mayor diversidad química para la costa del Pacífico con lo que se pudo confirmar la fuerte correlación con actividades antropogénicas señalada en otros estudios. El proyecto demostró también la relación entre la distribución de los MP y las corrientes marinas, los vientos y formaciones costeras al encontrarse una distribución afectada por corrientes en el Caribe. Y por eventos extremos en el Pacífico.

El estudio se centró en partículas en un rango de tamaño entre 1 y 5 milímetros. El rango de acción del proyecto se amplió de 9 a 32 puntos de muestreo para el Océano Pacífico (provincia de Panamá) y a puntos de muestreo para el Mar Caribe (Costa arriba y Costa abajo de Colon). También, se incluyeron algunas islas entre las playas destinadas a colecta, respondiendo a preguntas de distribución por corrientes marinas y formaciones costeras. El análisis preliminar de micro plásticos presentes en agua servida se realizó en la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de Juan Díaz. Las muestras se colectaron a la entrada y a la salida de la planta de tratamiento. Allí se evaluaron los micro plásticos presentes en rangos de tamaño inferiores al milímetro siendo las fibras las más abundantes. Un resultado del proyecto se plasmó en un artículo publicado en la revista *Air, Soil and Water Research* (Scopus; Q2) en marzo 2020 y se elaboraron tres borradores (una nota científica para los resultados obtenidos del estudio preliminar en agua servida, una comunicación comparando dos métodos de aislamiento y un artículo con los resultados obtenidos de las colectas). Se espera adquirir un FTIR-ATR de rutina para la caracterización final y posterior publicación. Lamentablemente la pandemia atrasó nuestros intentos de finalización de estas publicaciones.

2. JUSTIFICACIÓN Y PROBLEMA A INVESTIGAR

El presente proyecto evaluará la presencia de contaminantes orgánicos persistentes en MP y MeP hasta un tamaño de 2.5 cm colectados de las costas e islas del Caribe y de Pacífico para establecer la identidad química y concentración del COP, contrastando contra referencias conocidas brindadas por otros estudios en otras regiones. El desafío consiste en aplicar una serie de metodologías novedosas en el país para la generación de una metodología única y robusta, verde y amigable con el ambiente para la detección de COP en matrices ambientales. Buscamos establecer con una combinación de metodologías: el tipo de polímero por MIRS y luego la concentración de determinado COP por extracción ultrasónica y GCMS. para finalmente inferir su impacto sobre la cadena trófica, sobre las especies y sobre la salud humana.

La basura plástica representa aproximadamente el 70% de la basura marina. Los microplásticos se consideran contaminantes potencialmente nocivos, especialmente cuando están presentes en condiciones acuáticas. Esta investigación es importante para el país en cumplimiento no sólo con las políticas de Ciencia y Tecnología nacionales sino también con los Objetivos y metas del Milenio, específicamente el Objetivo 14 vida submarina y el ODS 11 “ciudades sostenibles” ya que relaciona de manera directa los

efectos adversos de las actividades antropogénicas impactantes. Se espera tipificar y cuantificar en áreas de agricultura intensiva, desarrollo industrial, descargas directas y vertederos mixtos no controlados de los cuales las descargas, los lixiviados, y la basura plástica son responsables de la generación de la aparición de estos complejos entre COPs/MP y MeP. Estos complejos a su vez ingresan a la cadena trófica con sus consecuentes efectos sobre el ecosistema marino y sobre la salud humana.

Se analizará información de base científica relevante y se presentará a los tomadores de decisiones y a la comunidad científica en general, lo cual apoyará la gestión y regulación de los desechos plásticos como la principal fuente de origen de la basura marina y los micro plásticos, ya que, si no se controlan desde la fuente, podrían ser vectores de dispersión de COPs y, por tanto, la causa de los problemas ambientales y de salud pública emergentes. Esto apoyará a nuestro país en la gestión ambientalmente racional de residuos plásticos, en el cumplimiento con los ODS 14, ODS 11 y con Convenios internacionales como Convenio de Basilea y el Convenio de Estocolmo.

3. PERTINENCIA Y ENLACE CON EL PLAN ESTRATÉGICO NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN (PENCIYT) 2019-2024 y/u otros planes nacionales

PENCIYT

-El acápite (a) de las apuestas estratégicas del quinquenio 2019 – 2024 descrito en el PENCIYT (página 32) indica “Multiplicar el número y calidad de los investigadores/as panameños por millón de habitantes, invirtiendo en universidades, centros, laboratorios y proyectos estratégicos y dotándolos de presupuesto suficiente para interactuar al nivel de sus pares internacionales”

Este proyecto es un proyecto de colaboración entre Centros de Investigación pertenecientes a la Universidad Tecnológica de Panamá, pero se prevé, una vez iniciada la parte experimental, poder establecer sinergias de colaboración con DICOMAR del Ministerio de Ambiente y otras Universidades.

-El acápite (f) indica “Territorializar los beneficios de la CTI según las potencialidades y necesidades de las regiones del país para apoyar la transformación productiva basada en la innovación, el conocimiento y la tecnología”. La innovación, el conocimiento y la tecnología son parte integral de la propuesta, por tanto, se atiende la necesidad del país en la prevención de los problemas derivados de la basura plástica que origina MP y sus repercusiones en los ecosistemas.

Otros Planes nacionales

La propuesta responde a necesidades de información con base científica para apoyar planes nacionales como el Plan Nacional de Basura Marina. La propuesta apoya también a la posible creación de un Programa nacional de Inventarios para basura marina y microplásticos.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible

-La propuesta contempla en su formulación los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular la meta 14.1 del ODS 14 (Vida bajo el agua): Prevenir y reducir significativamente la contaminación marina de todo tipo, procedente de actividades realizadas en tierra, incluidos los residuos marinos y la contaminación por nutrientes.

El objetivo de la propuesta es evaluar y comunicar el conocimiento adquirido sobre el complejo COPs-MP-MeP este componente de divulgación promueve la concienciación del impacto que tienen los COPs en la salud y el medio ambiente.

-Por otro lado, la disposición 14.a llama a “Aumentar los conocimientos científicos, desarrollar la capacidad de investigación y transferir tecnología marina, ..., a fin de mejorar la salud de los océanos...”, las actividades del proyecto apoyarán la creación de capacidades en investigación Se estarán capacitando estudiantes y pasantes a lo largo de la duración del proyecto.

ODS 11 Ciudades sostenibles en su Indicador 11.6.1 contempla el reporte de la proporción de residuos sólidos urbanos recolectados regularmente y con descarga final adecuada sobre el total de residuos sólidos urbanos generados, por las ciudades. Las actividades del proyecto identificarán y aportarán información sobre la fuente de MP y MeP que se generan en parte de la basura mal dispuesta y en parte de las fugas existente en el sistema de disposición de los desechos.

Convenios Internacionales:

La propuesta se elaboró tomando en consideración los compromisos de país no solo con el ODS 14 sino también como país firmante de los Convenios de Químicos del Programa

de Medioambiente de Naciones Unidas. Siendo uno de estos convenios el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación. La enmienda que entró en vigor en enero de 2021, exige que los países exportadores tengan el consentimiento de los países importadores en relación con el plástico. Esta medida contribuye a reducir la exportación de residuos plásticos que pueden afectar ambiente o la salud humana.

Toda investigación que se desarrolle en nuestro país y la divulgación de sus resultados apoyara a reducir la producción y consumo de plásticos. Se busca innovar para un rediseño sostenible de productos e introducir el concepto de la circularidad en nuestra economía.

La propuesta se relaciona de igual manera con el Convenio de Estocolmo sobre los contaminantes orgánicos persistentes ya que el complejo MP-COP-MeP una forma de transportar estos contaminantes e introducirlos en la cadena trófica, para finalmente afectar tanto al ambiente como a la salud humana.

4. BENEFICIOS Y PRINCIPALES BENEFICIARIOS

El país es beneficiario de esta propuesta al contar con una línea base de concentraciones para contaminantes orgánicos persistentes.

El Ministerio de Ambiente al poder contar con el resultado de estos estudios para sustentar los indicadores de país del ODS 14.

La formación de recurso humano calificado beneficiara a la universidad y al mercado laboral del país.

La Universidad Tecnológica de Panamá, al tener la posibilidad de sumar publicaciones de alto impacto en revistas indexadas.

5. IMPACTO ESPERADO

Como impactos del proyecto podemos mencionar que al generar la línea base de cuantificación y caracterización del complejo COPs-MP-MeP, se genera información que sensibiliza a la población. También se ejerce un impulso en el estado de la investigación científica en Panamá, ya que el proyecto involucra la formación de recurso humano. Por otra parte, el levantamiento de esta línea base repercute como aporte a la data científica internacional cuyo objetivo es sustentar las futuras medidas regulatorias ambientales, tanto internacionales como a nivel nacional en lo referente a los plásticos y a los contaminantes orgánicos persistentes.

6. OBJETIVOS DEL PROYECTO

Objetivo general

Evaluar, por primera vez en el país, los tipos, cantidades y concentración de los contaminantes orgánicos persistentes (COPs); específicamente los bifenilos policlorados (PCB), los éteres de difenilo polibromados (PBDEs) decolorano plus (DP) dicloro difeniltricloroetano (DDT); adsorbidos a microplásticos y mesoplásticos mediante técnicas analíticas especializadas, con el fin de determinar potenciales riesgos a los ecosistemas y la salud humana.

Objetivos específicos

1. Desarrollar e implementar una metodología analítica rápida, amigable con el medioambiente y robusta, basada en técnicas de análisis modernas, para la determinación de compuestos orgánicos persistentes en muestras de microplásticos.
2. Georreferenciar en un mapa los sitios calientes donde se sospecha la presencia del complejo COPs-MP/MeP
3. Una vez colectadas las muestras, verificar la presencia del complejo COPs-MP/MeP para establecer el tipo de COPs
4. Una vez identificado el COPs establecer el porcentaje de riesgo a la salud humana que puede existir dependiendo de la concentración.
5. Promover la sensibilización de la población y tomadores de decisiones frente al riesgo que representan estos complejos COPs-MP/MeP a la salud humana y ecosistemas

Comentado [FG1]: Cambios de forma se colocó entre puntos y comas

Comentado [DS2]: Rec. 3 Atendido.

Comentado [FG3R2]: OK

7. COLABORADORES DEL PROYECTO

Investigador principal (IP): Denise Delvalle Borrero
La doctora Denise Delvalle Borrero es egresada de las Universidades Eberhardt Karls University of Tuebingen, y Ruprecht Karls University of Heidelberg, Alemania con BSc, Máster y Doctorado en Bioquímica.
Durante su carrera como profesional ha trabajado para instituciones públicas como la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación, el Ministerio de Salud y el Ministerio de Ambiente. Es docente para materias de ciencias y materias ambientales con experiencia de más de 20 años en universidades privadas y públicas. Desde el año 2015 labora como investigadora en el Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas de la Universidad Tecnológica de Panamá. Es asesora técnica para la Secretaria de los Convenios Basilea, Rotterdam y Estocolmo y asesora científica para las iniciativas de Ciencia Ciudadana, Basura Marina y Microplásticos para el PNUD y Ministerio de Ambiente. Cuenta con publicaciones en revistas indexadas sobre el tema de micro plásticos y publicaciones sobre otros tópicos de interés como manejo y calidad del recurso hídrico.
Lineas de investigación: Es coordinadora de la línea de investigación Microplásticos desde 2017. De 2017 a 2021, desarrolló un proyecto para determinación de concentración, tamaño, forma y color de partículas plásticas en playas del Caribe y Pacifico panameño. Actualmente investiga MP en diferentes matrices (agua servida, marina, sedimentos y biota). Realiza la determinación de la clase química por técnicas MIRS y NIR (ATR-FTIR). Otros temas de interés son: la adherencia de COPs al MP, interacciones de macro y micro basura plástica en el ecosistema manglar. Recientemente realizo un estudio con Ciencia Ciudadana para basura marina y Microplásticos, trabajo comunitario y de extensión. Manejo y calidad del recurso hídrico.
Actividades del proyecto: Coordinadora General del Proyecto, Diseño de la propuesta. Llevar los procesos de compras. Asesoría a estudiantes de tesis y pasantes. Desarrollo de técnicas analíticas y generación de productos como publicaciones e informes.
Dedicación mensual: 30 %

Co-investigador 1 (Co-IP 1): José Fábrega
Licenciado en Ingeniería Civil de la Universidad Santa María La Antigua (USMA) de Panamá. Obtuvo una Maestría y Doctorado en Ingeniería Civil con especialización en Ingeniería Ambiental en Purdue University (Indiana – EEUU). Investigador Regular Titular de Tiempo Completo en la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP). Director del Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas de la UTP (desde 2013). Presidente de la Junta Directiva de la Asociación Panameña para el Avance de la Ciencia (APANAC) (desde 2020) y su punto focal ante el programa de agua de IANAS (*Interamerican Network of Academy of Sciences*) (desde 2013). Miembro de la Junta Directiva del *Global Water Partnership* (GWP) a nivel mundial (desde 2019) y presidente del capítulo de Panamá de esta asociación (2013-2017). Miembro de la Comisión Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (CONACYT) de Panamá (desde 2020). Miembro del Sistema Nacional de Investigación (SNI) de Panamá (desde 2014). Becario Fulbright (EEUU) 1992-1994. Valedictorian de la USMA, promoción 1990. Autor y coautor de múltiples publicaciones y conferencias.
Actividades del proyecto: Solicitar permisos, enviar cartas de apoyo, revisar borradores de articulos. Apoyo en la coordinación con todos los otros centros e instituciones que puedan adherirse posteriormente a la propuesta
Dedicación mensual:12.5 %

Co-investigador 2 (Co-IP 2): Jorge Olmos
Licenciado en Química. Universidad de Panamá. Panamá.
Registro No.385 Idoneidad No. 0269
Magister en Ciencias Ambientales. Universidad Tecnológica de Panamá. Químico e investigador en el área de química analítica y contaminación ambiental en la Universidad Tecnológica de Panamá: 2001 hasta la actualidad. Experticia en Química analítica y contaminación y en técnicas de análisis especializadas como cromatografía, espectrometría de masas, espectroscopía infrarroja y ultravioleta visible, ICP y absorción atómica. Participación como expositor en diversos eventos nacionales e internacionales sobre temáticas diversas tales como el papel de la acreditación en laboratorios de ensayo, norma de calidad ISO 17025, validación de métodos de ensayos, y regulaciones ambientales. Miembro de diversos comités científicos y técnicos a nivel nacional: Comité Técnico convocado para la revisión del Reglamento Técnico DGNTI COPANIT 35-2000

Comentado [DS4]: Rec. 4 Atendido.

Comentado [FG5R4]: OK

Comentado [DS6]: Rec. 4 Atendido.

sobre Calidad de Aguas Residuales Vertidas Directamente a Cuerpos de Aguas Receptores (2016-actualidad).
Integrante del Comité Técnico convocado para la revisión del Reglamento Técnico DGNTI COPANIT 23-393, 23-394 y 23-395 de 1999 sobre Calidad de Agua Potable (2016-actualidad).
Integrante del Comité Técnico convocado para la revisión del Reglamento Técnico DGNTI COPANIT 85-2005 sobre Cemento Asfáltico para uso Vial por Viscosidad. (2004-2005).
Investigador en diversos proyectos con financiamiento nacional o internacional, tales como:
“Evaluación de residuos de Plaguicidas en Zonas de Agricultura Intensiva en Panamá” (EIE17-021), financiada por SENACYT, y en ejecución durante el periodo 2018-2022.
“Proyecto de Residuos Electrónicos en América Latina” (PREAL), Auspiciado por el Fondo del Medioambiente Mundial (FMAM) de las Naciones Unidas, para el periodo 2019-2024.
Proyecto “Morbilidad vs la Calidad del Agua para Consumo Humano en Tonosí: Un estudio Piloto” (PFID-INF-2020-48), financiado por SENACYT y en ejecución durante el periodo 2020-2022.
“Determinación Analítica de Microplásticos en Agua y Sedimentos”, financiado por SENACYT y en ejecución durante el periodo 2017-2019.
“Uso de Zeolitas Naturales como Alternativa para Depurar Efluentes Residuales Contaminados” (Proyecto IDDS 15-225), en ejecución durante el periodo 2016-2019.
Actividades del proyecto:
Apoyo técnico en el desarrollo y aplicación de la metodología para la detección de COPs por GCMS y la extracción por desorción térmica. Interpretación de resultados, apoyo en redacción de artículos.
Dedicación mensual: 20%

Co-investigador 3 (Co-IP 3): Javier Lloyd

Licenciado en Química por la Universidad de Panamá con idoneidad No. 527 y registro No. 623. Miembro del Sistema Nacional de Investigación (SNI) de Panamá para el periodo de 2021-2022 en la categoría de Estudiante de Maestría. Actualmente, Candidato a Maestría en Ciencias Químicas con énfasis en Química Analítica por la Universidad de Panamá. Investigador Principal, coinvestigador principal y colaborador de Proyectos Nacionales e internacionales por la Universidad Tecnológica de Panamá, Universidad de Panamá, el Fondo del Medioambiente Mundial (FMAM), Ministerio de Salud de Panamá, Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT), Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) y el Organismo Internacional de Energía Atómica (OEIA). Líder del Grupo de Investigación de la Universidad Tecnológica de Panamá sobre Desarrollo De Métodos Analíticos Para La Detección Y Determinación De Declorano Plus y Retardantes De Llama en Matrices Ambientales. Auditor Interno por el Centro Experimental de Ingeniería (CEI) de la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP) para evaluación de conformidad de laboratorios según Norma ISO 17025-2017. Especialista en el desarrollo, optimización de metodologías analíticas para el estudio, dinámica y comportamiento de contaminantes en matrices ambientales, utilizando técnicas analíticas clásicas e instrumentales de alta tecnología. Miembro de la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental-Capítulo de Panamá (PANALDIS). Conferencista en Congresos Nacionales y diversas actividades científicas.
Actividades del proyecto:
Apoyo técnico con el desarrollo y aplicación de la metodología para la extracción por ultrasonido y capacitaciones a estudiantes de tesis. Interpretación de resultados y apoyo en redacción de artículos.
Dedicación mensual: 20%

Otros miembros del equipo de investigación:

Estudiantes de tesis

Al menos dos (2) estudiantes a nivel de licenciatura una vez iniciado el trabajo de investigación, se incorporarán al proyecto en áreas afines al proyecto los cuales asumirán tareas de muestreo en campo y se capacitarán en las metodologías desarrolladas para colaborar en los ensayos de laboratorio, de cuyo trabajo se derivarán sus respectivas tesis de licenciatura para finalización de sus carreras.
Dedicación mensual: 50%.

Asistente técnico:

Contratación de un (1) asistente técnico con tareas como el apoyo en la colecta de muestras, su procesamiento y trabajos analíticos.

Comentado [DS7]: Rec. 4 Atendido.

Comentado [FG8R7]: ok

Comentado [DS9]: Rec. 4 Atendido.

Comentado [FG10R9]: OK

Dedicación mensual: 50%

Pasantes:

Al menos dos (2) pasantes por año del proyecto, cuya estadía tiene una duración mínima de un mes, apoyarán en las tareas de laboratorio y acompañarán a las colectas y el aislamiento de microplásticos, por lo general se les solicita un pequeño reporte, el programa IMFSA envía estudiantes dos veces al año.
Dedicación mensual: 100%

8. METODOLOGÍA

Materiales y métodos

7.1 Métodos y técnicas de investigación

Extracción por ultrasonido

Su fundamento científico consiste en la aplicación de ondas de ultrasonidos a la matriz de estudio, provocando un efecto de microburbujas en el material de investigación conocido como cavitación, promoviendo el contacto íntimo entre la matriz, el solvente y el analito [8]. La extracción por ultrasonido ha sido aplicada con éxito para los compuestos perfluoroacilados (PFAs) en sólidos y líquidos con solventes como el hexano, acetona y metanol [30]. El baño ultrasónico de baja frecuencia se encuentra en prácticamente todos los laboratorios por lo que presentamos esta técnica como una opción que vale la pena habilitar y validar [30]–[32]. Además, se cuenta en el Laboratorio de Análisis Industriales y Ciencias Ambientales del Centro Experimental de Ingeniería, con sonda de emisión de ondas ultrasónicas, que es un equipo con mayor precisión y reproducibilidad que un baño ultrasónico sencillo, por lo cual la metodología desarrollada contará con muy alto nivel de calidad técnica. Esta fase de procesamiento de las muestras y aislamiento de los compuestos se realizará con el apoyo del equipamiento adquirido con el Proyecto APY-NI2017b-08.

Extracción por Equipo XR

Para extraer los COP volátiles y semi volátiles por desorción térmica [33] se utilizará el equipo UNITY-XR de Markes International [34]. Este equipo requiere de la adquisición de los siguientes accesorios: Auto muestreador de tubos de desorción térmica [35] y de una microcámara de desorción térmica que acorta el tiempo de análisis opcional dependiendo del presupuesto (TC20- TAG) [36].

Caracterización de los COP y cuantificación del Contaminante:

La cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas para análisis de aditivos en MP, presenta ventajas ante otros métodos (IR, Raman, SEM). Esta técnica sirve tanto para identificación del tipo de plástico como para sus aditivos [8]. Utilizaremos la experiencia adquirida con el proyecto FID16-044 para el aislamiento de plásticos, específicamente fragmentos y pellets entre 1 y 5 mm Los MP aislados de arena de playa fueron identificados por FTIR-ATR siendo su tamaño, el factor limitante (mínimo 1mm). Para la identificación y cuantificación del COP, se utilizará el equipo Cromatógrafo de Gases acoplado a un espectrómetro de masas (GC-MS) adquirido con el proyecto EIE17-021 del cual somos coinvestigadores. La capacidad analítica del GC-MS se amplía con la adquisición aditamentos e insumos necesarios para los análisis, tales como patrones de calibración, gases para cromatografía, columnas cromatográficas, consumibles cromatográficos y solventes, accesorios para el ultrasonido, requeridos para la optimización de la técnica y su adecuación al tamaño de partícula.

Para extraer el COP del plástico se utilizarán dos técnicas: la extracción asistida por ultrasonido y la desorción térmica para volatilizar los compuestos orgánicos volátiles y semi volátiles adheridos a las muestras de MP. Los compuestos se vuelven volátiles luego de un proceso fisicoquímico que ocurre en una atmosfera inerte y conlleva a la descomposición térmica de sustancias a temperaturas elevadas. Los compuestos contenidos en la fase gaseosa pasarán hacia la columna capilar del sistema cromatográfico, donde se llevará a cabo la separación de los diferentes compuestos en la columna capilar, los cuales finalmente se introducirán al espectrómetro de masas para ser identificados y cuantificados.

Materiales necesarios para el desarrollo técnico del estudio:

- FTIR-ATR Alpha de Bruker con celda de diamante y monitor incorporado
- Patrones de calibración: PCBs, PBDEs, DPs. Patrones internos y substitutos
- Patrones para polímeros diversos (LDPE, HDPE, PP, PS PU, ABS)
- Biblioteca de polímeros para espectrometría infrarroja ATR (depende de la marca del equipo)
- Gases para cromatografía: hidrógeno, helio, nitrógeno (2 de helio, 1 de hidrogeno

- y 4 de nitrógeno por año)
- Columnas cromatográficas tipo análisis por espectrometría de masas.
- Consumibles cromatográficos: septum, liners, o-rings, jeringas, filamentos para espectrometría de masas
- Rotavapor y sus accesorios como balones de evaporación en forma de corazón
- Chiller (enfriador) para el rotavapor, viales
- Sistema de dispensación de solventes
- Solventes (hexano, diclorometano, acetonitrilo, acetona, isooctano, ciclohexano, n-heptano)
- Accesorios para el ultrasonido: sondas con el diámetro adecuado para trabajar con pequeñas cantidades de muestras, tubos de ensayo para el sistema.
- Accesorio compatible con Equipo Markes Unity XR

7.2 Fases de la investigación o etapas del proceso de investigación. (Objetivos específicos)

Objetivo 1. Localizar en un mapa los sitios calientes en el área de estudio donde se sospecha la presencia del complejo COPs-MP/MeP

Objetivo 2 Desarrollar e implementar una metodología analítica rápida, amigable con el medioambiente y robusta, basada en técnicas de análisis modernas, para la determinación de compuestos orgánicos persistentes en muestras de microplásticos. Una vez colectadas las muestras, verificar la presencia del complejo COPs-MP/MeP para establecer el tipo de COPs

Objetivo 3 Una vez identificado el COPs establecer el porcentaje de riesgo a la salud humana que puede existir dependiendo de la concentración determinada.

Objetivo 4 Promover la sensibilización de la población y tomadores de decisiones frente al riesgo que representan estos complejos COPs-MP/MeP a la salud humana y ecosistemas marino/costeros.

7.3 Los métodos y procedimientos experimentales

- a. **Evaluar el sitio de colecta:** Los criterios de escogencia para los sitios de muestreo son los siguientes: Se colectará en aquellos sitios que presenten mayor abundancia ya sea de MeP y/o de MP y donde se sospeche que las partículas hayan estado expuestas a los contaminantes orgánicos persistentes de interés para este estudio. Las playas que marcaron con mayor abundancia y variedad de polímeros son playas cercanas al Canal en la parte del Pacífico y playas de Costa arriba y Costa abajo de Colon en el Caribe. Se adicionan playas de la Isla de San Miguel del archipiélago de las Perlas y Playón Chico en Guna Yala por su gran importancia socioeconómica.
- b. **Metodología:** La colecta de MP se realiza en cinco puntos aleatorios ubicados en un transecto de 100 metros, utilizando cuadrantes de 0.5 X 0.5 metros colocados sobre la última línea de pleamar, las 5 submuestras representan estadísticamente la contaminación en esa playa. La arena colectada se trabaja en sitio utilizando dos cribas de 5 mm y de 1 mm de luz de malla, respectivamente. Los mesoplásticos que quedan atrapados en la criba superior se retiran y guardan en bolsas de papel manila o frascos de vidrio de boca ancha codificadas. Los MP menores de 5mm se guardan en bolsas de manila codificadas o frascos de vidrio de boca ancha y se separan por densidad con Cloruro de Sodio saturado en laboratorio. Este y todos los pasos subsiguientes del aislamiento deben realizarse bajo estricto control ambiental para evitar la contaminación cruzada de la muestra.
- c. **La naturaleza** o clase química del polímero plástico se determina por técnicas espectrofotométricas de mediano infrarrojo (MIRS) y el equipo espectrofotómetro Infrarrojo con transformada de Fourier con atenuación total reflejada (ATR). El análisis de cada muestra tiene una duración de 5 minutos. Todas las técnicas para utilizar no son destructivas, el material puede ser utilizado para extracción y determinación del COP.
- d. **Para la extracción** de los COPs adheridos al micro plástico se utilizarán dos técnicas: desorción por ultrasonido y desorción térmica con el equipo Unity XR y accesorios.
- e. **Para la caracterización** química y cuantificación de los COP se utilizará el Cromatógrafo de Gases acoplado a Detector de Masas (GC-MS) adquirido con el proyecto IEE17.
- La muestra debe pesar mínimo 3 gramos.
 - Se calcula que el proceso de extracción del COP por desorción térmica de cada partícula puede durar hasta 10 minutos por muestra con los accesorios adecuados.
- f. **Trabajo de oficina** Incluye la elaboración de tablas Excel para data cruda, la redacción de los informes iniciales intermedios y finales y la elaboración de al menos dos publicaciones para revistas indexadas

Comentado [DS11]: Rec.1 Atendido.

Comentado [FG12R11]: ok

Actividades por etapa

Para efectos del desarrollo de los estudios propuestos, este proyecto se ha dividido en dos etapas, tal como se describe a continuación:

Actividades de la Etapa I (12 meses):

- 1. **Lanzamiento del proyecto con actores claves:** Se realizará el lanzamiento del proyecto con los actores claves, para dar a conocer el estudio a realizar.
- 2. **Adecuación del laboratorio para espectrofotometría Infrarroja o técnicas analíticas MIRS**
- 3. **Compra de equipos, insumos y reactivos:** Se realizará la compra de materiales necesarios para aislamiento y para la caracterización de los COP por las técnicas de ultrasonido, desorción térmica y GC- MS.
- 4. **Contratación de al menos un asistente técnico y reclutamiento de estudiantes de tesis y pasantes:** Se contratará **al menos un** (1) asistente técnico y se espera reclutar al menos dos (2) estudiantes a nivel de licenciatura para el desarrollo del proyecto y al menos dos (2) pasantes por año del proyecto-
- 5. **Capacitaciones:** Entrenamientos a técnicos y a estudiantes de tesis en el uso del GC-MS, capacitación para la técnica por ultrasonido, capacitación para la técnica por desorción.
- 6. **Pruebas preliminares con muestras:** Con las pruebas preliminares se confirmará la eficiencia de las dos técnicas de extracción y verificar la capacidad de análisis.
- 7. **Elaboración del informe intermedio de avance a los seis (6) meses de ejecución de la etapa I, según el formato provisto por LA SENACYT.**
- 8. **Giras de Campo:** Se realizarán giras para colecta de MP y clasificación de macro basuras en la costa del Caribe o del Pacifico en sitios, para la cual se tramitarán la nota de autorización del Consejo local.
- 9. **Elaboración de informe técnico y financiero de la etapa I.**

Comentado [FG13]: Ampliar el detalle sobre los trabajos a realizar

Comentado [d14R13]: Se requiere un ambiente controlado libre de humedad y libre de fluctuaciones electricas, se adecuará un área de aproximadamente 16 metros cuadrados en el edificio de investigaciones en sede central. Esta adecuación consiste en la colocación de separaciones de vidrio y puerta. Colocación de tomas eléctricas. Mesas de acero inoxidable y banquillos para los trabajos de analítica.

Actividades de la Etapa II del proyecto 12 meses

- 1. **Compra de equipos, insumos y reactivos:** Compra de equipo Espectrofotómetro FTIR-ATR e insumos necesarios para el proyecto.
- 2. **Contratación de al menos un asistente técnico y reclutamiento de estudiantes de tesis y pasantes:** Se contratará **al menos un** (1) asistente técnico y se espera reclutar al menos dos (2) estudiantes a nivel de licenciatura para el desarrollo del proyecto y al menos dos (2) pasantes por año del proyecto.
- 3. **Capacitaciones:** Capacitaciones de corta duración para estudiantes y/ técnicos en metodologías no utilizadas en Panamá para análisis de MP (como, por ejemplo: SEM en Costa Rica, GC MS con técnicas de Headspace en INVEMAR, Colombia).
- 4. **Desarrollo Experimental:** Se realizará el desarrollo de la Parte Experimental de la investigación en laboratorio del CEI-LABAICA con blancos preparados (polímeros vírgenes contaminados con concentración conocida del COP) y con patrones. Confirmación de la eficiencia de las técnicas de extracción comparando contra los patrones y sustitutos. Discusión de los resultados preliminares resultado del análisis de la data experimental, trabajo de oficina.
- 5. **Elaboración del informe intermedio de avance a los seis (6) meses de ejecución de la etapa II, según el formato provisto por LA SENACYT.**
- 6. **Elaboración de borrador de tesis:** Los tesisas reclutados deberán elaborar su borrador de tesis de grado con información generada por la investigación.
- 7. **Elaboración de al menos dos (2) borradores avanzados de artículos científicos para someter a una revista científica indexada:** al finalizar todas las etapas, el producto final de nuestro trabajo será resumido en al menos dos (2) borradores de artículo científico para someter a una revista indexada.
- 8. **Divulgación y publicación de resultados:** Divulgación de los resultados preliminares en medios de comunicación y eventos científicos, reuniones con la comunidad, Congresos internacionales y Foro de cierre del proyecto.
- 9. **Elaboración de informe técnico y financiero de la etapa II y el informe final.**

9. RESULTADOS ESPERADOS:

Resultados de la Etapa I:

- 1. **Foto documentación del evento de lanzamiento del proyecto:** Videos,

fotografías, lista de asistencia y publicaciones del Lanzamiento del proyecto.

- 2. **Laboratorio adecuado y con condiciones ambientales controladas.**
- 3. **Equipos, insumos y reactivos adquiridos:** Fotografías de parte de los equipos adquiridos en esta etapa, de igual manera en el informe financiero se acompaña.
- 4. **Recurso humano contratado y vinculado al proyecto.**
- 5. **Evidencia de las capacitaciones realizadas:** se entregarán listas de asistencia, fotos, temarios, entre otros.
- 6. **Reporte técnico con evidencias del desarrollo experimental y de registros de las actividades de entrenamientos en el uso del GC-MS, técnica por ultrasonido y desorción térmica.**
- 7. **Informe intermedio de entregado a los seis (6) meses de ejecución de la etapa.**
- 8. **Evidencia de giras de campo realizadas:** Registros fotográficos, formularios y cadenas de custodia de las actividades de muestreo. Incluye la presentación de la copia de la nota de autorización del Consejo local.
- 9. **Informe técnico y financiero de etapa I entregado.**

Resultados de la Etapa II:

- 1. **Equipos, insumos y reactivos adquiridos:** Se adjunta las fotografías de los equipos adquiridos en esta etapa, de igual manera el informe financiero se acompaña de los anexos correspondientes.
- 2. **Recurso humano contratado y vinculado al proyecto.**
- 3. **Evidencia de registros de las capacitaciones de corta duración en metodologías no utilizadas en Panamá.**
- 4. **Informes técnicos de optimización de la metodología puesta a punto para el análisis de COPs en microplásticos.**
- 5. **Informe intermedio de entregado a los seis (6) meses de ejecución de la etapa II.**
- 6. **Borrador de tesis de cada uno de los tesistas enrolados en el proyecto:** Se presentarán las tesis elaboradas a partir de la información de la investigación, para ser sometidas para la obtención del grado.
- 7. **Dos (2) borradores de artículos científicos sometidos a una revista indexada.**
- 8. **Foto documentación de las actividades de divulgación y presentación de resultados:** Registro fotográfico, de asistencia, publicaciones, participación en congresos, resumen y conclusiones sobre el foro de cierre del proyecto.
- 9. **Informe técnico y financiero de la etapa II e informe final, entregado a la SENACYT.**

10. ESTRATEGIA DE DIVULGACIÓN DEL PROYECTO:

Divulgación científica:

Como estrategia de divulgación de los resultados del proyecto que cuenta con todos los componentes necesarios que se plantean en los requisitos de esta convocatoria, señalamos que al tratarse de un tema innovador para el país se espera elaborar de los resultados al menos dos publicaciones indexadas, una de ellas dedicada al desarrollo y validación del método de ensayo, y otra a la discusión de los resultados obtenidos. Se espera enviar al menos dos publicaciones conjuntas del grupo de investigación del proyecto.

Al mismo tiempo se populariza y sensibiliza a la población y genera cambios a través de investigación científica basada en evidencia sobre la problemática de contaminantes orgánicos persistentes adheridos a MP y MeP. La participación en Congresos internacionales como Micros que es específicamente para temas relacionados al microplástico y nacionales como IESTEC con temas de importancia nacional es parte de la estrategia de divulgación del proyecto.

Capacitaciones con movilidad:

El proyecto ofrecerá capacitaciones a los colaboradores nacionales. Se pretende visitar otros laboratorios con los cuales existen nexos de colaboración y capacitarse en el uso de otros equipos y técnicas con lo que se cumple con la movilidad científica y la generación de capacidades.

Divulgación no-científica:

Se organizarán al menos dos eventos virtuales (uno por etapa) Webinars donde participarán actores del sector formal, legislativo, ONGs y del sector informal del país.

Comentado [FG15]: No se indica nada de las tesis de grado

Comentado [d16R15]: Las publicaciones contienen por lo general los resultados de las investigaciones conducidas por estudiantes. Una tesis de Licenciatura puede tomar entre 6 a 12 meses.

Comentado [FG17]: Listar las potenciales revistas que someterá las publicaciones, y editar según el texto cajonero que indique que los artículos publicados a mas tardar 24 meses despues de finalizado el proyecto.

Comentado [d18R17]: Se espera que estas publicaciones se logren someter a más tardar 24 meses luego de finalizado el proyecto. Las publicaciones contienen por lo general los resultados de las investigaciones conducidas por estudiantes. Una tesis de Licenciatura puede tomar entre 6 a 12 meses.

Contamos ya en el CIHH con un enlace (link) para las actividades que desarrolle el Laboratorio de Microplásticos, dicho link está alojado en el Servidor de la Universidad Tecnológica de Panamá, y servirá para el componente de divulgación y comunicación del proyecto. Al tratarse de un tema novedoso y fundamental para determinar los derroteros de ciertas economías como el ecoturismo, la agroindustria y la salud de la población, se publicarán notas de prensa con regularidad.

11. CONSIDERACIONES ESPECIALES (SI APLICA)

Permisos para Playón Chico: Se está tramitando a nivel de Consejo local una Nota de autorización para visitar y colectar muestras de Micro y meso plásticos en Playón Chico, corregimiento de Ugupseni. La nota se presentó a través de Lic. Diwigdi Valiente y Enrique Linares de MiAmbiente.

Las metodologías analíticas no están sujetas a patentes, se publican con el primer artículo de resultados. La IP es primer autor y los Co-IPs son co-autores de los artículos, buscando asegurar el reconocimiento pertinente a cada miembro del grupo de investigación

Una vez publicada la información, esta será del dominio público dependiendo del modo de publicación (open Access o pagando a Editorial para lectura de este).

De acuerdo con la Dirección de Gestión y Transferencia del Conocimiento de UTP. Aplicará en este caso (metodología publicada en artículo científico) lo siguiente:

DERECHO DE AUTOR: Si es una metodología descrita de la siguiente manera (conjunto de técnicas o métodos que se usan en las investigaciones científicas para alcanzar los objetivos planteados) que sean descritos en artículos científicos se describiría como " protección mediante un registro de derecho de autor denominado legalmente como un registro de una obra literaria ante las instancia legal correspondiente el (Ministerio de Cultura de Panamá) a través de una evaluación previa por las oficinas legales correspondientes de la UTP a saber, Dirección General de Asesoría Legal y La Unidad de Propiedad Intelectual (Dirección de Gestión y Transferencia del Conocimiento).

- Comentado [DS19]: Rec. 2 Atendido.
- Comentado [FG20R19]: OK. Verificar texto editado.
- Comentado [d21R19]: ok

12. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

[illegible]

13. PRESUPUESTO COMPLETO

Rubro	Descripción	Etapas I	Etapas II
Equipos, maquinarias e insumos científicos	Adquisición de Equipos y accesorios	B/.8,000.00	B/.22,000.00
	Reactivos, Insumos Científicos	B/.4,000.00	B/.6,000.00
Recursos bibliográficos, materiales de consumo, o de oficina impresiones	Materiales	B/.2,000.00	B/.3,000.00
Subcontratos de servicios o personal no disponible en el proyecto	Estipendio para estudiantes de tesis	B/.1,600.00	B/.1,600.00
	Incentivos al personal del proyecto y a estudiantes no contemplados en rubro anterior	B/.2,500.00	B/.1,600.00
Inscripciones o matrículas en eventos o cursos de carácter científico, tecnológico, de innovación o emprendimiento	Participación en Congresos y talleres	B/.1,000.00	B/.1,000.00
Viajes de campo y monitoreo	Giras de colecta con personal del proyecto y expertos, pasantes cuando se requiera	B/.3,000.00	B/.2,000.00
Construcciones indispensables para la ejecución del proyecto: pequeñas ampliaciones o modificaciones indispensables a las instalaciones existentes	Adecuación de espacio para el equipo FTIR ATR a adquirir y equipo donado por IAEA	B/.5,000.00	B/.3,000.00
Gastos de transporte aéreo	Pasajes de avión para participación en Congresos y talleres	B/.1,700.00	B/.1,800.00
Viático parciales o totales, para viajes al extranjero, según las tablas de viáticos incluidas en la Ley que aprueba el Presupuesto del Estado	Viático para movilización y hospedaje	B/.1,600.00	B/.1,600.00
Gastos de combustible	Combustible para vehículos participantes en las giras y alquiler y combustible para lanchas	B/.2,000.00	B/.1,000.00
Publicación y difusión de los resultados	Dos eventos: lanzamiento y clausura de proyecto, publicaciones en revista indexadas	B/.3,000.00	B/.5,000.00
Gastos de operación no disponibles y que sean imprescindibles para alcanzar los objetivos del proyecto	Otros gastos que no estén contemplados pero que son necesarios	B/.2,000.00	B/.6,000.00
Gastos administrativos	Porcentaje de gastos administrativos (7%)	B/.2,600.00	B/.4,400.00
Subtotal		B/.40,000	B/.60,000.00
TOTAL FINANCIADO POR LA SENACYT		B/.100,000.00	

Comentado [DS22]: Rec. 5 Atendido

Comentado [FG23R22]: OK

JUSTIFICACIÓN DE PRESUPUESTO:

I Etapa y II Etapa:

- Equipos, maquinarias e insumos científicos:** Compra de un espectrofotómetro infrarrojo con transformada de Fourier y ATR para la caracterización química de las muestras que complementará los resultados obtenidos de la evaluación cuantitativa de los contaminantes orgánicos persistentes descritos en la presente propuesta. También, se hace necesaria la adquisición de insumos científicos relacionados a reactivos químicos, bienes de apoyo para la operación del cromatógrafo de gases con espectrometría de masas ubicado en el Laboratorio de Análisis Industriales y Ciencias Ambientales, cristalería, patrones y tanques de gases de alta calidad analítica.
- Recursos bibliográficos, materiales de consumo, o de oficina impresiones:** para la operación eficiente en términos de tiempo, precisamos la compra de materiales de oficina y uso rutinario como papel bond, engrapadora, abre hueco, cinta adhesiva transparente chica y ancha, impresora, laptop, silla de oficina, bolígrafo, marcadores, cartapacios y archivadores.
- Subcontratos de servicios o personal no disponible en el proyecto:**
 - Se utilizará para el pago excepcional de cualquier **recurso humano requerido para desarrollar** actividad analítica necesaria para el logro de las actividades y resultados del proyecto propuesto.
 - Con el objetivo de apoyar la formación de nuevo recurso humano, este rubro se empleará para el pago de un estipendio mensual que servirá de apoyo para los estudiantes de tesis que formarán parte de este **proyecto**.
- Inscripciones o matriculas en eventos o cursos de carácter científico, tecnológico, de innovación o emprendimiento:** La divulgación de los resultados generados a través de los experimentos desarrollados y validados se promocionarán y divulgarán a través de la presentación en eventos como congresos internacionales como MICROS y cursos científicos nacionales e internacionales.
- Viajes de campo y monitoreo:** Permitirá la búsqueda y colecta de las muestras que se procesarán en el laboratorio a través del desarrollo metodológico instrumental descrito en la propuesta.
- Construcciones indispensables para la ejecución del proyecto:** pequeñas ampliaciones o modificaciones indispensables a las instalaciones existentes: Para la adecuación de la localidad existente, utilizaremos el rubro del presupuesto descrito para el buen uso y funcionamiento del equipamiento existente y nuevo del **proyecto**.
- Gastos de transporte aéreo:** Para la participación en los congresos internacionales y la asistencia a talleres que permitirán el buen logro del proyecto, emplearemos gastos de transporte aéreo para la movilización del personal que formarán parte de esta investigación.
- Viático parciales o totales para viajes al extranjero, según las tablas de viáticos incluidas en la Ley que aprueba el Presupuesto del Estado:** Viáticos contemplados para movilización y hospedaje en apoyó a la participación en talleres y congresos internacionales como MICROS.
- Gastos de combustible:** para la compra de combustible de los vehículos estatales de la institución y el alquiler de la lancha contra factura de una recibidera del Proyecto que se usará para la movilización de los participantes del proyecto a las localidades donde se colectará las muestras de estudio para su posterior análisis y procesamiento en el laboratorio.
- Publicación y difusión de los resultados:** Para cumplir con el propósito sustantivo de la presente propuesta, haremos la gestión final para la publicación de los resultados obtenidos en la investigación a través de la presentación en artículos científicos originales en revistas académicas de alto factor de impacto que generalmente tienen un costo si son open Access.
- Gastos de operación no disponibles y que sean imprescindibles para alcanzar los objetivos del proyecto:** para cubrir cualquier actividad operativa necesaria para el cumplimiento de los fines de este estudio, emplearemos este rubro que permitirá lograr los productos buscados en esta investigación.
- Gastos administrativos:** este objeto de gasto permisible se utilizará para el pago del 7 % al CEMCIT que promoverá la buena gestión de las distintas actividades administrativas y gerenciales.
- Contraparte:** La contraparte de este proyecto aportará en especies que se eleva a más de 600,000. – USD. Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas aportará con el recurso humano, uso de instalaciones como laboratorios, equipos

Comentado [FG24]: Indicar monto aproximado por estudiante a contratar

Comentado [d25R24]: Hay reservado 1,600 por etapa o 3200 para la duración del proyecto

Comentado [FG26]: Asegurarse tener la documentación que permita utilizar el Rubro

Comentado [d27R26]: El área a adecuar destinada a los equipos analíticos MIRS del Laboratorio de Microplásticos, se ubica en Edificio de Investigaciones y pertenece a la Universidad Tecnológica de Panamá

e insumos. Mientras que el Centro Experimental de las Ingenierías aportará con el recurso humano, equipos y movilización del equipo.

14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] J. P. G. L. Frias and R. Nash, “Microplastics: Finding a consensus on the definition,” *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 138, pp. 145–147, Jan. 2019.

[2] S. J. Rowland *et al.*, “Lost at Sea: Where Is All the Plastic,” vol. 304, no. June, p. 838, 2004, doi: 10.1126/science.1094559.

[3] J. S. and D. W. S. writer: J. S. Peter Kershaw (chair), Saido Katsuhiko, Sangjin Lee, “Plastic Debris in the Ocean,” *PNAS July 15, 2014 111 10239-10244; Publ. ahead print June 30, 2014*, vol. 28, pp. 123–163, 2014, [Online]. Available: <https://doi.org/10.1073/pnas.1314705111>.

[4] Andrady A., “Microplastics in the marine environment,” *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 62, no. 8, pp. 596–1605, 2011.

[5] P. K. Lindeque *et al.*, “Are we underestimating microplastic abundance in the marine environment? A comparison of microplastic capture with nets of different mesh-size,” *Environ. Pollut.*, vol. 265, p. 114721, Oct. 2020, doi: 10.1016/J.ENVPOL.2020.114721.

[6] D. D. De Borrero *et al.*, “Distribution of Plastic Debris in the Pacific and Caribbean Beaches of Panama,” 2020, doi: 10.1177/1178622120920268.

[7] A. L. Lusher, N. A. Welden, P. Sobral, and M. Cole, “Sampling, isolating and identifying microplastics ingested by fish and invertebrates,” *Anal. Methods*, vol. 9, pp. 1346–1360, 2017, doi: 10.1039/c6ay02415g.

[8] Teresa A.P. Rocha Santos & A. Duarte, C. C. Analytical, and V. 75, *Characterization and Analysis of Microplastics*. 2017.

[9] A. Bakir *et al.*, “Occurrence and abundance of meso and microplastics in sediment, surface waters, and marine biota from the South Pacific region,” *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 160, p. 111572, Nov. 2020, doi: 10.1016/J.MARPOLBUL.2020.111572.

[10] B. R. G. C. Kubwabo , I. Kosarac , B. Stewart, “Migration of bisphenol A from plastic baby bottles, baby bottle liners and reusable polycarbonate drinking bottles,” *J. Food Addit. Contam.*, vol. 26, no. 6, 2009.

[11] I. E. Napper, A. Bakir, S. J. Rowland, and R. C. Thompson, “Characterisation, quantity and sorptive properties of microplastics extracted from cosmetics,” *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 99, no. 1–2, pp. 178–185, 2015, doi: 10.1016/j.marpolbul.2015.07.029.

[12] J. G. B. Derraik, “The pollution of the marine environment by plastic debris: A review,” *Marine Pollution Bulletin*, vol. 44, no. 9. pp. 842–852, Sep. 2002, doi: 10.1016/S0025-326X(02)00220-5.

[13] M. M. A. Toledo and H. P. Fernández, “Revisión bibliográfica de los métodos de análisis de micro(nano)plásticos en el medioambiente y en la biota marina.,” p. 60, 2019.

[14] P. G. Ryan, “Seabirds indicate changes in the composition of plastic litter in the Atlantic and south-western Indian Oceans,” *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 56, no. 8, pp. 1406–1409, 2008.

[15] K. L. S. J. Edward J. Carpenter, “Plastics on the Sargasso Sea Surface,” *Science (80-.).*, vol. 175, no. 4027, pp. 1240–1241, 1972.

[16] A. L. Lusher, M. McHugh, and R. C. Thompson, “Occurrence of microplastics in the gastrointestinal tract of pelagic and demersal fish from the English Channel,” *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 67, no. 1–2, pp. 94–99, 2013, doi: 10.1016/j.marpolbul.2012.11.028.

[17] A. Bakir, S. J. Rowland, and R. C. Thompson, “Competitive sorption of persistent organic pollutants onto microplastics in the marine environment.,” *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 64, no. 12, pp. 2782–9, Dec. 2012, doi: 10.1016/j.marpolbul.2012.09.010.

[18] N. Schmidt, J. Castro-Jiménez, B. Oursel, and R. Sempéré, “Phthalates and organophosphate esters in surface water, sediments and zooplankton of the NW Mediterranean Sea: Exploring links with microplastic abundance and accumulation in the marine food web,” *Environ. Pollut.*, vol. 272, p. 115970, Mar. 2021, doi: 10.1016/J.ENVPOL.2020.115970.

[19] E. Besseling, E. M. Foekema, M. J. Van Den Heuvel-Greve, and A. A. Koelmans, “The Effect of Microplastic on the Uptake of Chemicals by the Lugworm *Arenicola marina* (L.) under Environmentally Relevant Exposure Conditions,” *Environ. Sci. Technol.*, vol. 51, no. 15, pp. 8795–8804, Aug. 2017, doi: 10.1021/acs.est.7b02286.

- [20] S. Endo *et al.*, “Concentration of polychlorinated biphenyls (PCBs) in beached resin pellets: Variability among individual particles and regional differences,” *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 50, no. 10, pp. 1103–1114, 2005, doi: 10.1016/j.marpolbul.2005.04.030.
- [21] I. Acosta-Coley, D. Mendez-Cuadro, E. Rodriguez-Cavallo, J. de la Rosa, and J. Olivero-Verbel, “Trace elements in microplastics in Cartagena: A hotspot for plastic pollution at the Caribbean,” *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 139, no. December 2018, pp. 402–411, 2019, doi: 10.1016/j.marpolbul.2018.12.016.
- [22] F. Argemi, N. Cianni, and A. Porta, “Disrupción endocrina: Perspectivas ambientales y salud pública,” *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*, vol. 39, no. 3. [Federación de Especialistas de Análisis Biológicos de la Provincia de Buenos Aires], pp. 291–300, 2005, Accessed: Nov. 18, 2018. [Online]. Available: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0325-29572005000300004&script=sci_arttext&tlng=pt.
- [23] GESAMP, “Guidelines for the monitoring and assessment of plastic litter in the ocean by Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection,” *Gesamp*, 2019, doi: ISSN: 1020-4873.
- [24] M. Smith, D. C. Love, C. M. Rochman, and R. A. Neff, “Microplastics in Seafood and the Implications for Human Health,” 2018, doi: 10.1007/s40572-018-0206-z.
- [25] F. Ribeiro *et al.*, “Microplastics effects in *Scrobicularia plana*,” *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 122, no. 1–2, pp. 379–391, 2017, doi: 10.1016/j.marpolbul.2017.06.078.
- [26] H. Hirai *et al.*, “Organic micropollutants in marine plastics debris from the open ocean and remote and urban beaches,” *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 62, no. 8, pp. 1683–1692, 2011, doi: 10.1016/j.marpolbul.2011.06.004.
- [27] D. Sagnelli *et al.*, “All-natural bio-plastics using starch-betaglukan composites,” *Carbohydr. Polym.*, vol. 172, pp. 237–245, 2017, doi: 10.1016/j.carbpol.2017.05.043.
- [28] E. Hoh, Zhu, and R. A. Hites, “Dechlorane Plus, a Chlorinated Flame Retardant, in the Great Lakes,” *Environ. Sci. Technol.*, vol. 40, no. 4, pp. 1184–1189, Feb. 2006, doi: 10.1021/es051911h.
- [29] D. G. de Carvalho and J. A. Baptista Neto, “Microplastic pollution of the beaches of Guanabara Bay, Southeast Brazil,” *Ocean Coast. Manag.*, vol. 128, pp. 10–17, 2016, doi: 10.1016/j.ocecoaman.2016.04.009.
- [30] J. L. Tadeo, C. Sánchez-Brunete, B. Albero, and A. I. García-Valcárcel, “Application of ultrasound-assisted extraction to the determination of contaminants in food and soil samples,” *J. Chromatogr. A*, vol. 1217, no. 16, pp. 2415–2440, 2010, doi: 10.1016/j.chroma.2009.11.066.
- [31] B. Albero, J. L. Tadeo, and R. A. Pérez, “Ultrasound-assisted extraction of organic contaminants,” *TrAC - Trends Anal. Chem.*, vol. 118, pp. 739–750, 2019, doi: 10.1016/j.trac.2019.07.007.
- [32] Y. Picó, “Ultrasound-assisted extraction for food and environmental samples,” *TrAC - Trends Anal. Chem.*, vol. 43, pp. 84–99, 2013, doi: 10.1016/j.trac.2012.12.005.
- [33] V. M. León, B. Álvarez, M. A. Cobollo, S. Muñoz, and I. Valor, “Analysis of 35 priority semivolatile compounds in water by stir bar sorptive extraction-thermal desorption-gas chromatography-mass spectrometry: I. Method optimisation,” *J. Chromatogr. A*, vol. 999, no. 1–2, pp. 91–101, 2003, doi: 10.1016/S0021-9673(03)00600-9.
- [34] “UNITY-xr Thermal Desorption Unit | Markes International.” <https://markes.com/thermal-desorption-instrumentation/sorbent-tube/unity-xr> (accessed Feb. 20, 2021).
- [35] “Accessories: TC-20 & TC-20 TAG | Markes International.” <https://markes.com/thermal-desorption-instrumentation/accessories/tc-20-tc-20-tag> (accessed Feb. 20, 2021).
- [36] “Micro-Chamber/ Thermal Extractor (μ -CTE) Sampling technology for fast screening of toxic organic chemicals from products & raw materials.”