

Lima, 26 de marzo de 2021

Señores

**FONDO DE PROMOCION DE LAS AREAS NATURALES PROTEGIDAS DEL PERU –
PROFONANPE**

Av. Javier Prado Oeste 2378

San Isidro.-

Atención: Ing. Flor Blanco
Gerente de Programas de Pasivos Ambientales

Asunto: **Respuesta Carta PRFNP No 102 - 2021**

De nuestra consideración:

En atención a la solicitud realizada en la comunicación de la referencia relacionada con el Plan de Rehabilitación del Sitio Impactado S0121 (Sitio 16) y otros Planes de Rehabilitación elaborados por parte de nuestro Consorcio, procedemos a dar respuesta en el mismo orden en el que fueron presentadas:

Precisiones de la Tecnología Propuesta (Bioestimulación Enzimática)

a. Amplio acceso

La técnica se ha desarrollado en diferentes áreas geográficas por parte de múltiples empresas especializadas en biorremediación de suelos, haciendo uso de productos disponibles en cada área geográfica.

Para la verificación de la aplicabilidad de la técnica en diversos ecosistemas, se realizó la comparación y correlación de las condiciones físicas y bióticas propias de la selva amazónica, teniendo en cuenta factores climáticos, flora, fauna y coberturas de tierra con las condiciones de las áreas geográficas en donde se han realizado trabajos de biorremediación de suelos y que, por su similitud, se puede evidenciar que el comportamiento y los resultados de la técnica pueden ser satisfactorios.

Para la verificación del amplio acceso de la técnica en diferentes áreas geográficas y específicamente para este caso en la Selva Amazónica que es el objeto de estudio, se



seleccionaron proyectos ejecutados de Biorremediación de Suelos en zonas similares a las condiciones ambientales de selva, haciendo uso de tres capas geográficas de información de entidades oficiales de Colombia, a saber, Cobertura de la Tierra, Biomas y Clasificación Climática de Lang, con las cuáles se realizó un análisis espacial utilizando la herramienta Intersect en ArcGIS, basado en el cruce de información de localización geográfica de los proyectos de biorremediación ejecutados y requeridos para aportar experiencia de la técnica propuesta.

Luego del procesamiento se realizó una comparación físico-biótica con la selva amazónica permitiendo identificar para cobertura vegetal la identificación de 27 proyectos de biorremediación, 26 proyectos para la Clasificación Climática de Lang y 27 proyectos para la capa de información de Biomas, cuyos resultados pueden verse en las siguientes salidas gráficas:

Esta información se puede revisar con mayor detalle en el Anexo No. 1 de la presente carta, en el cual se encuentra la siguiente información:

Anexo No. 1

1. Experiencia Específica en Biomas
2. Planos
 - 2.1. VAR-BIO-TEM-ZCLIM-001 Sustentación de experiencia en relación con los Biomas similares a la Selva Amazónica. Escala: 1:2.500.000.
 - 2.2. VAR-BIO-COBER-VEG-001 Sustentación de experiencia en relación con las coberturas vegetales similares a la Selva Amazónica. Escala: 1:2.500.000
 - 2.3. VAR-BIO-TEM-CALIF-CLIM-001 Sustentación de experiencia en relación con la clasificación climática similar a la Selva Amazónica. Escala: 1:2.500.000

b) Productos Alternativos y Distribuidores de la Técnica Propuesta

A continuación, se describen los productos que son utilizados en la técnica de Bioestimulación Enzimática y empresas distribuidoras:

Nitrato de Calcio: en conjunto del Poli (oxi-1,2-etanodiilo), .alfa.-sulfo-.omega.-hidroxi-, alquilo C6-10 éteres y sales de amonio.

El Nitrato de Calcio corresponde a un complemento de fertilizaciones pobres en nitrógeno y en el control preventivo y curativo de enfermedades fisiológicas debidas a desequilibrios

en la asimilación del calcio, así como en la preparación de soluciones nutritivas. Su empleo regula la asimilación del potasio y magnesio.

Distribuido por: Van Iperen International B.V., Yara, Fertisur.



Nitrato de Sodio

Poli (oxi-1,2-etanodiilo), .alfa.-sulfo-.omega.-hidroxi-, alquil C6-10-éteres, sales de amonio, Este producto se utiliza como emulsificante.

Distribuido Por: Skyrun Industrial Co.Limited (CSR Ind); Angene.

Mineral de ácido húmico: Este producto se utiliza como Aditivo Enzimático. Sus principales características son:

Forma Granulado. Color Oscuro, marrón a Negro, Inoloro.

Su acción coloidal sobre las arcillas forma los complejos arcillo húmicos, base de la fertilidad de un suelo.

Disgrega las arcillas en los suelos compactos.

Da coherencia a los suelos arenosos y ligeros.

Aumenta la capacidad de retención de agua.

Aumenta la penetrabilidad del suelo.

Reduce la evaporación.

Distribuido por: Tagrow, Grupo Andina, Duwest y Dukasa, Agritop.



Acido Húmico

D-Limonene: Este producto se utiliza como Desengrasante Biodegradable.

Es una sustancia natural que se extrae del aceite de las cáscaras de los cítricos y que da el olor característico a los mismos. Pertenece al grupo de los terpenos, en concreto a los limonoides, que constituyen una de las más amplias clases de alimentos funcionales y fitonutrientes, funcionando como antioxidantes.

D-limonene es un agente limpiador y uno de los ingredientes de fragancias cítricas más utilizado. Puede obtenerse de manera natural por medio de la extracción de aceite de las cáscaras de los cítricos y también se produce en forma sintética. Puede usarse en lugar de agentes limpiadores más agresivos, como el tolueno o los éteres glicólicos.

Distribuido por: Spartan del Ecuador, Solvchem International, Proclean Perú.



D-Limonene

Carbonato de Sodio: Este producto es un regulador de pH.

Es una sal blanca y translúcida que es usada entre otras cosas en la fabricación de jabón, vidrio y tintes. Se puede hallar en la naturaleza u obtenerse de forma artificial.

Distribuido por: Foodchem, PQP Productos Químicos Perú.

Peróxido de Hidrogeno: Este producto también puede utilizarse como regulador de pH.

Tiene propiedades capaces de destruir gérmenes y organismos patógenos por oxidación. Por ello, es considerado un desinfectante natural por agricultores y por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA), una institución que permite su uso en la agricultura orgánica y convencional. También es útil a la hora de aportar oxígeno a las raíces y acelerar el proceso de germinación.

Distribuido Por: Productos Industriales Perú, Quimtia Perú, Merck.

Fosforo total y Fosforo asimilable: Este producto se utiliza como Abono Fosfórico.

Es un fertilizante orgánico mineral (que actúa como un mejorador de suelos en sus características físicas, químicas y microbiológicas, que aporta poblaciones activas, materia orgánica, macro y micro elementos de liberación lenta.

Distribuido por: Yara Perú, Agroservicios Bayer.



Fertilizante orgánico mineral

c) Tecnología no exclusiva:

La Bioestimulación Enzimática es considerada como una tecnología no exclusiva al ser desarrollada por diferentes empresas especializadas en el tratamiento de suelos contaminados, además que esta técnica es considerada como un tipo de Biorremediación mejorada aeróbico (Enhanced Bioremediation), la cual corresponde a una técnica reconocida por la FRTR (Federal Remediation Technologies Roundtable) que corresponde a un conjunto de principales gerentes de programas de limpieza federales y otros representantes de la comunidad de Remediación en Estados Unidos, además de estar avalada por la EPA (United States Environmental Protection Agency).

La Biorremediación Mejorada corresponde a un proceso en el que microorganismos autóctonos o inoculados (por ejemplo, hongos, bacterias y otros microbios) degradan (metabolizan) contaminantes orgánicos que se encuentran en el suelo y/o agua subterránea, convirtiéndolos en productos finales inocuos. Se pueden usar nutrientes, oxígeno u otras enmiendas para mejorar la biorremediación y la desorción de contaminantes de los materiales del subsuelo. (Remediation Technologies Screening Matrix and Reference Guide, Version 4.0 3.1 In Situ Biological Treatment 4.2 Enhanced Bioremediation <https://frtr.gov/matrix2/section4/4-2.html>).



En la Bioestimulación Enzimática se utiliza como fuente de oxígeno la aireación a través del arado del suelo con el fin de evitar utilizar otra fuente de oxígeno más agresiva como lo es el peróxido de hidrógeno, el cual es utilizado en otras tecnologías de la Biorremediación mejorada.

La empresa Bio Intech S.A.S. dentro de su portafolio de servicios, cuenta con la implementación de esta técnica, la cual realiza una detallada caracterización de los compuestos contaminantes y una determinación de un “pool” o cultivo de “Superbacterias” capaces de degradar estos compuestos hasta llevarlos a su mineralización total; para ello, esta empresa cuenta con la ayuda del Centro de Investigaciones Microbiológicas (CIMIC) de la Universidad de los Andes y su grupo científico, y un grupo de Profesionales multidisciplinario, que establecen novedosos protocolos de campo y laboratorio generando uno de los Procesos de Biorremediación más efectivos de Latinoamérica, y finalmente, se obtienen abonos orgánicos y/o suelos supresores a partir de materiales altamente contaminados.

Un caso de experiencia de esta empresa se encuentra dentro del **Anexo 2**, en el cual realizó el tratamiento en una biocelda con área sellada (el suelo es impermeabilizado para evitar lixiviación) de 12.000 m², en donde como resultados finales se obtuvieron suelos supresores (suelos resistentes a algunas plagas y fitopatógenos) con muy buenas características de textura y estructura y altas concentraciones de bacterias que actúan en simbiosis con las plántulas sembradas.

Además, EPA REACH IT ofrece una lista de proveedores que ofrecen tratamiento biológico de suelos, que combina información de tres bases de datos establecidas de la EPA, el Sistema de Información de Proveedores para Tecnologías de Tratamiento Innovadoras (VISITT), el Sistema de Tecnologías de Caracterización y Análisis de Campo de Proveedores (Vendor FACTS) y las Tecnologías Innovadoras de Tratamiento (ITT), para brindar a los usuarios acceso a información completa sobre las tecnologías de tratamiento, caracterización y sus aplicaciones.

En la **Tabla 1** se presenta la lista de vendedores reconocidos por la EPA que ofrecen dentro de sus servicios la aplicación de la Biorremediación Mejorada en Estados Unidos.

Tabla 1. Lista de Proveedores de Servicios Reconocidos por la EPA de Biorremediación Mejorada

<u>Proveedor</u>	<u>Teléfono</u>
ABB ENVIRONMENTAL SERVICES, INC.	(617) 245-6606



<u>Proveedor</u>	<u>Teléfono</u>
ALVAREZ BROTHERS, INC.	(512) 576-0404
BIO-GENESIS TECHNOLOGIES	(602) 990-0709
BIOGEE INTERNATIONAL, INC.	(713) 578-3111
BIOREMEDIATION SERVICE, INC.	(800) 775-9464
CLEAN-UP TECHNOLOGY, INC.	(310) 327-8605
EARTHFAX ENGINEERING, INC.	(801) 561-1555
ECOLOGY TECHNOLOGIES INTERNATIONAL, INC.	(602) 985-5524
ENSR CONSULTING AND ENGINEERING	(508) 635-9500
ETEC	(503) 661-8991
ETUS, INC.	(407) 321-7910
FLUOR DANIEL GTI	(800) 635-0053
GEO-MICROBIAL TECHNOLOGIES, INC.	(918) 535-2281
GRACE BIOREMEDIATION TECHNOLOGIES (Canadá)	(905) 272-7427
IT CORPORATION	(615) 690-3211
MICROBIAL ENVIRONMENTAL SERVICES (MES)	(515) 276-3434
MYCOTECH CORPORATION	(406) 723-7770
OHM REMEDIATION SERVICES CORPORATION	(419) 424-4932
PERINO TECHNICAL SERVICES, INC.	(217) 529-0090
REMEDICATION TECHNOLOGIES, INC.	(520) 577-8323
SBP TECHNOLOGIES, INC.	(904) 934-9282
WASTE STREAM TECHNOLOGY, INC.	(716) 876-5290
YELLOWSTONE ENVIRONMENTAL SCIENCE, INC.	(406) 586-2002

Fuente: Vendor List, Enhanced Bioremediation, EPA.

https://frtr.gov/matrix2/appd_a/vendor.html#soil_ex_bio

A continuación, se nombran experiencias recolectadas por algunas de las empresas mencionadas anteriormente que han implementado la técnica dentro de su portafolio de servicios:

- MICROBIAL ENVIRONMENTAL SERVICES (MES): utiliza tecnologías de biorremediación para el tratamiento de suelos contaminados. El tratamiento biológico avanzado de superficies (ABST) se utiliza para tratar el suelo contaminado excavado en la superficie. Se agregan nutrientes para mejorar el crecimiento de una población objetivo de microorganismos naturales. Estos microorganismos descomponen el contaminante en componentes inofensivos como el dióxido de carbono y el agua. La tecnología ABST utiliza un revestimiento de "tipo burrito" para evitar la volatilización del contaminante. Los sistemas están diseñados para operar en modo por lotes o semi-lotes.



Contacto:

Organization: MICROBIAL ENVIRONMENTAL SERVICES (MES)

Address: 11270 Aurora **Phone:** **Description Number**
Avenue

City: Des Moines **1. Primary** (515) 276-3434

State/Province/Territory: IA **2.**

Zip/Postal Code: 50322-7905 **3.**

Country: United States **4. Fax:** (515) 276-0246

Fuente:

<https://www.envirosorce.com/domino/thielen/envrsrc.nsf/BookSearch/09F9B5B49E3B9C6486256621004B4B1A?OpenDocument>

- REMEDIATION TECHNOLOGIES, INC: La tecnología se demostró en las instalaciones de Niagara Mohawk Power Corporation en Harbor Point en Utica, Nueva York, de junio a agosto de 1995.

Los resultados analíticos de la demostración mostraron una reducción en las concentraciones de aceite y grasa de 14,500 a 3,100 (mg / kg), o 79%; las concentraciones totales de PAH se redujeron de 137 a 51 mg / kg, o 63%; y las concentraciones totales de benceno, tolueno, etilbenceno y xileno se redujeron de 0,083 a 0,030 mg / kg, o 64%. La lixiviación de PAH en los sólidos se redujo a niveles no detectables después del tratamiento. El tratamiento también redujo la toxicidad de los sólidos para las lombrices de tierra. Solo el 24% de las lombrices de tierra sobrevivieron cuando se agregaron al suelo contaminado sin tratar, mientras que las lombrices de tierra colocadas en el suelo tratado no mostraron efectos tóxicos.

Contacto:

TECHNOLOGY DEVELOPER CONTACT:

Merv Cooper

Remediation Technologies, Inc.

1011 S.W. Klickitat Way, Suite 207

Seattle, WA 98134

206-624-9349

Fax: 206-624-2839



Fuente:

<https://clu-in.org/products/site/complete/democomp/remediat.htm>

- GRACE BIOREMEDIATION TECHNOLOGIES (Canada): La tecnología de biorremediación mejorada con enmiendas orgánicas GRACE Bioremediation Technologies (DARAMEND™) está diseñada para degradar muchos contaminantes orgánicos en suelos y sedimentos industriales, incluidos pentaclorofenol (PCP), hidrocarburos aromáticos polinucleares (PAH) e hidrocarburos de petróleo. La tecnología se ha aplicado tanto in situ como ex situ. En cualquier caso, el suelo puede tratarse en hasta 2 pies de profundidad utilizando el equipo de mezclado disponible. La tecnología también se puede aplicar ex situ, como una biopila.

La aplicación ex situ de la tecnología se demostró desde el otoño de 1993 hasta el verano de 1994 en las instalaciones de conservación de madera de Domtar en Trenton, Ontario, Canadá. La demostración fue un componente de un proyecto de remediación de 5,000 toneladas que se estaba llevando a cabo en el sitio.

En el área de demostración ex situ, la tecnología DARAMEND™ logró las siguientes reducciones generales: HAP, 94% (1.710 mg / kg a 98 mg / kg); clorofenoles, 96% (352 mg / kg a 13,6 mg / kg); y TPH, 87%. Estas reducciones se lograron en 254 días de tratamiento, incluidos los días de invierno cuando no hubo actividad debido a las bajas temperaturas del suelo. El área de control mostró una reducción del 41% en las concentraciones de PAH; no se observó reducción en la concentración de fenoles clorados o TPH durante el tiempo de tratamiento. Los resultados del análisis de toxicidad (mortalidad de lombrices y germinación de semillas) mostraron que la toxicidad se eliminó o se redujo en gran medida en el suelo tratado.

Contacto:

TECHNOLOGY DEVELOPER CONTACTS:

Alan Seech or Paul Bucens

GRACE Bioremediation Technologies

3451 Erindale Station Road

Mississauga, Ontario, Canada L5A 3T5

905-272-7480

Fax: 905-272-7472

Fuente:

<https://clu-in.org/products/site/complete/democomp/grace.htm>



d) Tecnología comprobada:

Es una tecnología aprobada para la destinación final de los residuos aceitosos y de muchos contaminantes orgánicos llevándolos a concentraciones bajo los estándares de limpieza, la cual se ha desarrollado en diferentes áreas geográficas, por múltiples empresas especializadas en Biorremediación de Suelos. En el campo ambiental este procedimiento es más ventajoso que los demás ya que utiliza los microorganismos nativos.

Esta tecnología cuenta con una experiencia garantizada de 280.000 m³ aproximadamente en zonas con condiciones similares a la Selva Amazónica, tales como factores climáticos, flora, fauna y coberturas de tierra.

La certificación de esta experiencia nombrada anteriormente se puede revisar dentro del Anexo No. 2 del presente documento, en el cual se encuentra la siguiente información:

Anexo No. 2:

1. EXPERIENCIA VOLUMENES TRATADOS: Tabla Resumen con la información que describe la fecha de tratamiento, ubicación de la zona de tratamiento y el volumen tratado por cada uno de los casos de experiencia realizados.

2. Certificaciones de Experiencias:
 - 2.1. 1 4600011804 MECL
 - 2.2. 2 4600011803 MECL
 - 2.3. 3 4600011657 MECL
 - 2.4. 4 4600011649 MECL
 - 2.5. 5 4600011549 MECL
 - 2.6. 6 4600011457 MECL
 - 2.7. 7 3013804 ECP
 - 2.8. 8 4600010873 MECL
 - 2.9. 9 4600010420 MECL
 - 2.10. 9 4600010420 MECL
 - 2.11. 19 AGV-14-06-0001 OBCIPOL
 - 2.12. 23 1121-9397 MECANICOS ASOCIADOS
 - 2.13. 29 201205537 PETROSANTANDER
 - 2.14. 30 201205290 PETROSANTANDER
 - 2.15. 31 201205302 PETROSANTANDER
 - 2.16. 32 MA-0012803 ECOPETROL
 - 2.17. 33 4600000910 VETRA
 - 2.18. 34 201201474 PETROSANTANDER



- 2.19. 36 34-7930 MANSAROVAR
- 2.20. 37 MA-0005074 ECP
- 2.21. 39 61000004969-2 OXY
- 2.22. 40 201102870 PETROSANTANDER
- 2.23. 41 610000004327 OXY
- 2.24. 42 3801196 OCENSA
- 2.25. 43 61000001112 OXY
- 2.26. 44 100020-100028 ALANGE
- 2.27. 45 CEP-1588 CEPCOLSA
- 2.28. 46 CEP-1345 CEPCOLPSA
- 2.29. 47 3801023 OCENSA
- 2.30. 48 SPO-3872-08 OCENSA
- 2.31. 49 COL-PST-051-2008 CEPESA
- 2.32. 50 200800897 PETROSANTANDER
- 2.33. 51 31010 ECP
- 2.34. 2011 5203952 ECOPETROL
- 2.35. 2012 4600000910 VETRA
- 2.36. 2013 5210539 ECOPETROL
- 2.37. 2013 MA-0012803 ECOPETROL}
- 2.38. 2013 MA-0018110 ECP
- 2.39. 2013 MA-0024597 ECOPETROL
- 2.40. Certificación OC AGV-14-06-0001
- 2.41. ECOPETROL OCENSA 5500007750

Sin otro particular, quedamos de ustedes.

Muchas gracias por su atención,

Javier Michelli Ramos
Director

Consortio Ecodes Ingeniería – Varichem de Colombia