



**Lugar de Superfondo The Battery Recycling Company
Arecibo, Puerto Rico**

Agosto 2023

LA EPA ANUNCIA EL PLAN PROPUESTO

El Plan Propuesto describe dos alternativas; una para remediar el suelo y otra interina para el agua subterránea. La Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) consideró e identificó las alternativas preferidas, junto con la justificación de dicha preferencia para el Lugar de Superfondo The Battery Recycling Company (el Lugar).

Este documento fue desarrollado por la EPA, agencia a cargo, en consulta con el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico (DRNA). Después de revisar y considerar toda la información presentada durante un período de comentario público de 30 días, la EPA seleccionará el remedio final para el suelo y uno interino para el agua subterránea en el Lugar. En base a nueva información o comentario público, la EPA puede modificar la alternativa preferida o seleccionar otra acción según se presenta en este Plan Propuesto. Por lo tanto, se exhorta al público a revisar y comentar sobre todas las alternativas presentadas en este documento.

La EPA emite este Plan Propuesto como parte de sus responsabilidades de participación pública bajo la Sección 117(a) de la Ley de Respuesta Ambiental Comprensiva, Compensación y Responsabilidad de 1980, según enmendada (CERCLA o Superfondo) 42 U.S.C. § 9617(a), y las Secciones 300.430(f) 300.435(c) del Plan de Contingencia Nacional por la Contaminación de Petróleo y Sustancias Peligrosas (NCP, por sus siglas en inglés).

Este Plan Propuesto resume y describe información que se encuentra detalladamente en los informes de Investigación Correctiva (RI, por sus siglas en inglés) y del Estudio de Viabilidad (FS, por sus siglas en inglés), así como en otros documentos contenidos en el Expediente Administrativo del Lugar. La ubicación del Expediente Administrativo se proporciona en el texto bajo "Añada a su calendario".

¡AÑADA A SU CALENDARIO!

PERÍODO DE COMENTARIO PÚBLICO

15 de agosto de 2023 al 14 de septiembre de 2023

EPA aceptará comentarios por escrito sobre el Plan Propuesto durante el período de comentario público.

REUNIÓN PÚBLICA

Martes, 29 de agosto de 2023

La EPA celebrará una reunión pública para proveer información sobre el Plan Propuesto y las alternativas presentadas en el Estudio de Viabilidad. También se aceptarán comentarios verbales y por escrito en la reunión pública. La misma se llevará a cabo en Casa Ulanga, ubicada en la Calle Gonzalo Marín #7, Arecibo.

El Expediente Administrativo para la acción propuesta se encuentra disponible para revisión pública en los siguientes repositorios de información:

U.S. EPA Región 2 División de Protección Ambiental del Caribe

City View Plaza II- Suite 7000
Carretera PR-165 KM. 1.2
Guaynabo, Puerto Rico
Horario: lunes – viernes - 9 am. a 5 pm

Alcaldía Municipio de Arecibo

Ave. José de Diego
Arecibo, Puerto Rico 00612
Teléfono: 787-882-2770
Horario: lunes - viernes 8:00 am a 4:00 pm

Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico

Programa de Respuesta de Emergencia y Superfondo
Edificio de Agencias Ambientales Cruz A. Matos
Carretera 8838, km. 6.3, Sector El Cinco, Río Piedras
Teléfonos: 787-999-2200
Horario: lunes – viernes, 9:00 am a 3:00 pm

U.S. EPA Centro de Registros, Región 2

290 Broadway, Piso 18
New York, New York 10007-1866
Teléfono: 212-637-4308
Horario: lunes - viernes 9:00 am a 5:00 pm

Sitio web de la EPA para The Battery Recycling Company:

www.epa.gov/superfund/battery-recycling-company

ROL DE LA COMUNIDAD EN EL PROCESO DE SELECCIÓN

La EPA y el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico (DRNA) dependen del insumo del público para garantizar que se consideren las preocupaciones de la comunidad al seleccionar un remedio efectivo para cada lugar de Superfondo. Con este fin, el Estudio de Viabilidad y este Plan Propuesto se han puesto a disposición del público para un período de comentario público que comienza el 15 de agosto de 2023 y concluye el 14 de septiembre de 2023.

Se llevará a cabo una reunión pública durante el período de comentario público en Casa Ulanga, el 29 de agosto de 2023, a las 5:00 p.m., para presentar las alternativas del Estudio de Viabilidad, profundizar en las razones para recomendar la alternativa preferida y recibir comentarios del público.

Los comentarios recibidos durante la reunión pública, así como los comentarios por escrito, se documentarán en la sección “Resumen de Respuestas” del Récord de Decisión (ROD, por sus siglas en inglés), el documento que formaliza la selección del remedio.

Comentarios escritos deben ser dirigidos a:

Zolymer Luna
Gerente de Proyectos
City View Plaza II, Suite 7000
Carretera PR-165, Km 1.2,
Guaynabo, PR 00969
Luna.zolymer@epa.gov

ALCANCE Y ROL DE LA ACCIÓN A TOMAR

Este Plan Propuesto aborda el remedio interino para el agua subterránea y el remedio final propuesto para el suelo. La EPA utiliza acciones interinas para abordar áreas o medios contaminados que en última instancia pueden ser incluidos en el ROD final para un lugar. Las acciones interinas incluyen medidas para tratar la contaminación en una unidad operacional y/o prevenir la migración de contaminantes o un impactor ambiental mayor, hasta que se emita una decisión de remedio final.

El Lugar está considerado una unidad operacional. La EPA completó las actividades de RI/FS tanto para las aguas subterráneas como para el suelo, y los resultados son presentados y discutidos con mayor detalle en este Plan Propuesto. El Lugar consta de un penacho de agua subterránea de compuestos orgánicos volátiles (COVs) y suelo contaminado primordialmente por plomo en tres

áreas. El remedio propuesto para los suelos incluye excavación de los suelos contaminados, tratamiento por medio de estabilización del suelo *ex situ*, y contención en una unidad a ser construida, y se espera que sea el remedio final para el suelo.

El remedio interino propuesto para el agua subterránea conlleva un programa de monitoreo e implantación de controles institucionales (CIs) que restringen su uso hasta que un remedio final sea seleccionado por la EPA. Como parte del remedio interino, se llevará a cabo una evaluación adicional de atenuación, migración y los efectos del tratamiento del suelo en el agua subterránea. Una acción final para el agua subterránea se determinará en el futuro.

DESCRIPCIÓN DEL LUGAR

El Lugar incluye una propiedad que fue operada por The Battery Recycling Company, Inc. (BRC) que ubica en la Carretera Estatal Numero 2 (PR-2), kilómetro 72.2 Barrio Cambalache, Arecibo, Puerto Rico (Propiedad BRC) (**Figura 1**). La Propiedad BRC ocupa aproximadamente 16 acres.

La Propiedad BRC está delimitada en tres lados (norte, este, y sur) por tierras agrícolas o no desarrolladas, y al lado oeste por la PR-2. Al norte de la Propiedad BRC se ubica un área que se utilizó para el pastoreo de ganado (área de pastos de ganado), un hábitat de cangrejos terrestre en las vías de drenaje y canales que drenan hacia el Caño Tiburones, y un área residencial

Al oeste y en el lado opuesto de la PR-2 se encuentran ubicados una ferretería y un negocio de bloques de concreto. Dentro de la Propiedad BRC hay 10 estructuras, denominadas como Estructuras 1 a la 9 y 1A, que consisten en lo siguiente: Estructura 1 (Administración), Estructura 1A (Administración), Estructura 2 (Edificio de Procesamiento), Estructura 3 (Almacenamiento de Desperdicios), Estructura 4 (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales), Estructura 5 (Almacenamiento), Estructura 6 (Finca de Tanques), Estructura 7 (Chimenea de Emisiones Atmosféricas, también conocida como la Estructura de la Casa de Bolsas), la Estructura 8 (Almacenamiento de Desperdicios) y la Estructura 9 (Tanque Abandonado). Hay un extenso drenaje superficial en la Propiedad BRC, la cual es una zanja que drena dentro de la Propiedad BRC. Éste corre de oeste a este, y divide la Propiedad BRC (de ahora en adelante, drenaje de la Propiedad BRC) y desemboca en una profunda zanja de drenaje (de ahora en adelante, Drenaje del Este) al este de la Propiedad BRC que fluye hacia el norte en dirección al Caño Tiburones, y desemboca

finalmente en la Bahía de Arecibo.

Propiedades adyacentes a la propiedad de The Battery Recycling Company

Propiedades agrícolas y residenciales, inmediatamente adyacentes a las partes actuales e históricas de la Propiedad BRC, se resumen a continuación (**Figura 2**).

Área de Pastoreo de Ganado – Al norte de la Propiedad BRC hay un área agrícola limpia que anteriormente se utilizaba como área de pastoreo para ganado. Esta área siempre ha sido un terreno vacante. Las operaciones de pastoreo para el ganado cesaron en 2011. El área es delimitada al oeste por la carretera estatal PR-2, por la Propiedad BRC al sur, por un área residencial y un hábitat de cangrejos terrestres en las vías de drenaje y canales hacia el Caño Tiburones al norte, y por un área de pastoreo/ agrícolas al norte y al este.

Área Boscosa del Este – Al este de la Propiedad BRC hay un área extensa que consta de tierra boscosa densa. El Drenaje del Este, corre a lo largo de la parte oeste de esta propiedad, separándola de la Propiedad BRC.

Vivero del Sur – Al sur de la Propiedad BRC hay un área agrícola utilizada para un vivero. Hay una verja que separa la propiedad de la Propiedad BRC.

Área Oeste – Al oeste de la Propiedad BRC hay un área pavimentada y con césped que se encuentra directamente frente a la carretera PR-2. En el lado opuesto de la carretera PR-2 se encuentran un negocio de fabricación de bloques de concreto y una ferretería, una iglesia, una subestación eléctrica, una propiedad industrial que contiene múltiples edificios, un campo abierto al norte de un almacén industrial y el Río Grande de Arecibo.

Área Residencial – Al noroeste de la Propiedad BRC hay un área residencial en un calle sin salida en el lado este de la PR-2. Hay cinco estructuras residenciales dentro de esta área.

HISTORIA DEL LUGAR

BRC fue fundada e inició operaciones en 1994 en la Propiedad BRC para almacenar y reciclaje de baterías de plomo-ácido. Hasta 2004, BRC desmantelaba baterías y operaba una fundición de plomo a pequeña escala. Entre 2004 y 2005, la instalación incrementó sus operaciones y se convirtió en una fundición secundaria a gran escala. Las operaciones en la instalación cesaron en 2014 e incluía romper y clasificar baterías de plomo-ácido y recuperaba el plomo para revenderlo. Las operaciones en BRC generaron grandes cantidades de ácido de batería y residuos contaminados con plomo. El manejo inadecuado

de materiales y desperdicios peligrosos por parte de la empresa condujo a altos niveles de contaminación por plomo en la Propiedad BRC y sus alrededores.

Previo a las operaciones de BRC, la Compañía de Fomento Industrial de Puerto Rico (PRIDCO, por sus siglas en inglés) era el dueño de la Propiedad BRC. Desde 1964 hasta 1982, PRIDCO arrendó la Propiedad BRC a Puerto Rico Chemical Company, Inc., (PRCC) para la fabricación de químicos orgánicos utilizando o-xileno para producir ácido fumárico y ácido ftálico desde 1966 hasta el cierre de la instalación debido a una explosión en 1979. PRCC era una subsidiaria de Hooker Chemical Corporation, que cambió su nombre a Occidental Chemical Corporation (Occidental) el 1 de abril de 1982. Después de la explosión en 1979, PRCC cedió el Lugar a PRIDCO. La Propiedad BRC fue vendida por PRIDCO a Luis Figueroa y a su esposa Awilda Carrasquillo para las operaciones de BRC. Luis Figueroa fue el presidente de la BRC mientras estuvo en operación.

El 30 de septiembre de 1986, la EPA acordó una Orden Administrativa de Consentimiento con Occidental, Número de Índice-II RCRA-3013-60302, el cual documentó descargas de tricloroetileno (TCE) dicloroetano (DCE) y cloruro de vinilo durante las operaciones de PRCC en el Lugar. Durante y después de las operaciones de PRCC, se informaron varios derrames de o-xileno fuera de la Propiedad BRC. Evaluaciones posteriores realizadas por la Junta de Calidad Ambiental de Puerto Rico (JCA), conocido hoy como el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales o DRNA) notó vegetación estresada al este del tanque de o-xileno y al este del límite de la instalación. En los años posteriores a la explosión y cierre de la planta de 1979, la JCA realizó una inspección y encontró aproximadamente 30,000 bidones de 55 galones de anhídrido ftálico en la propiedad en condiciones deterioradas. Además, se observó una gran cantidad de desperdicios peligrosos almacenados inadecuadamente, con desperdicios líquidos, manchando la superficie del suelo. Muestreo de agua subterránea en el Lugar detectó concentraciones elevadas de 1,1-DCE, trans-1,2-DCE, tolueno, TCE y cloruro de vinilo. También se encontró contaminación de aguas subterráneas cerca de la Propiedad BRC.

Después de que BRC comenzó a operar en la antigua instalación de PRCC, la Junta de Calidad Ambiental de Puerto Rico (JCA, conocida ahora como el DRNA) completó una evaluación preliminar (enero 1996) y la EPA realizó una investigación de muestreo (enero 1999) para evaluar la Propiedad BRC. La investigación de 1999 encontró arsénico en una concentración máxima de 10.6 miligramos por kilogramo (mg/kg) en el suelo de una

zanja al sur de la Propiedad BRC y plomo en una concentración máxima de 117 mg/kg en el sedimento del humedal en la parte oeste de la Propiedad BRC.

Durante el período de 1996 a 2004, la JCA encontró que BRC no cumplía con las regulaciones federales y de Puerto Rico, incluyendo operando sin los permisos requeridos, almacenamiento inadecuado de desperdicios peligrosos, irregularidades en el manejo de residuos, derrames y violaciones de las regulaciones de emisiones al aire. Durante el mismo período, la JCA también recibió quejas sobre acumulaciones de baterías y desperdicios sólidos, descargas de ácido de baterías al suelo y aguas superficiales a aguas superficiales adyacente, malos olores, incluyendo olores similares a ácidos, y derrames.

En abril de 2008, la EPA colectó y se analizaron muestras superficiales de este a oeste a lo largo de la verja norte de la Propiedad BRC, que contenían concentraciones de plomo de hasta 57,500 mg/kg. Un evento de muestreo en el 2010 en esta área encontró concentraciones de plomo de hasta 4,700 mg/kg, con una concentración promedio de plomo de 843 mg/kg. Inspecciones de evaluación de cumplimiento realizadas por la EPA bajo la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos (RCRA, por sus siglas en inglés) en 2010 encontraron almacenamiento y manejo inadecuado de materiales y desperdicios peligrosos, derrames significativos de material particulado en varias áreas y desbordamiento del sistema de recolección de aguas pluviales/aguas residuales hacia el Drenaje del Este y otras áreas. Las inspecciones mostraron que la BRC estaba en violación de RCRA en varios aspectos, incluyendo la falta de determinación de desperdicios peligrosos en sus desperdicios sólidos, disponer ilegalmente de desperdicios peligrosos e incumplimiento para minimizar riesgos (emisiones).

En noviembre de 2010, y en abril y mayo de 2011, los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades realizaron pruebas a algunos familiares de empleados de BRC para medir los niveles de plomo en la sangre. De cada clínica que realizó las pruebas, entre el 20% y el 40% de las muestras recogidas de la población susceptible (niños menores de 7 años y mujeres embarazadas y lactantes) presentaron niveles de plomo por encima de 10 microgramos por decilitro, el nivel de preocupación establecido por la EPA en ese momento. El muestreo de automóviles y hogares de los empleados de BRC indicó niveles de plomo por encima de 40 microgramos por pie cuadrado ($\mu\text{g}/\text{ft}^2$), y algunos vehículos alcanzaron mediciones superiores a 100,000 $\mu\text{g}/\text{ft}^2$. Se creía que el transporte de la vía de contaminación estaba relacionado con la transferencia de polvo contaminado con plomo en las botas y uniformes

de los empleados desde la Propiedad BRC hasta sus automóviles y hogares. El 7 de junio de 2011, la EPA firmó un Acuerdo de Conciliación y Orden de Consentimiento CERCLA, Número de Índice-02-2011-2010, con BRC para llevar a cabo actividades de remoción en el Lugar, que incluían, pero no se limitaba, eliminar la contaminación por plomo del área de pastoreo de ganado adyacente, de los vehículos y hogares de los empleados de BRC, e implementar medidas de descontaminación en la Propiedad BRC para mitigar la migración de la contaminación de las instalaciones a través de la ropa de los empleados.

En 2011 y 2012, la EPA realizó evaluaciones de remoción de propiedades residenciales y vehículos que pertenecían a empleados actuales y anteriores de BRC. La primera fase de las evaluaciones de remoción realizada en junio de 2011 resultó en acciones de remoción en propiedades residenciales y vehículos que contenían contaminación por plomo. La segunda fase incluyó la reevaluación de propiedades y vehículos que fueron previamente remediados y acciones de remoción para aquellos que aun tenían niveles elevados de plomo.

Desde agosto hasta octubre de 2011, la JCA colectó muestras de suelo, sedimentos y agua de la Propiedad BRC y otras propiedades dentro de un radio de 1 milla. Niveles elevados de plomo sobre el nivel de cernimiento de suelo (400 mg/kg) se detectaron en varias áreas de la instalación y en las propiedades circundantes.

En 2014, la BRC cesó operaciones. La EPA se hizo cargo de las actividades de remoción en el Lugar. En 2015, la EPA investigó el área de pastoreo de ganado al norte de las instalaciones de BRC usando un analizador portátil de fluorescencia de rayos X (XRF, por sus siglas en inglés) para delimitar las áreas contaminadas por plomo en el área de pastoreo del ganado e identificar áreas para excavación y remoción, las cuales fueron luego realizadas por la EPA. Luego de la remoción de 2015, el muestreo posterior a la excavación confirmó que se eliminó toda la contaminación por plomo del área excavada. En septiembre de 2015, la EPA llevó a cabo un cernimiento adicional mediante XRF con muestras colectadas en la esquina noreste de la Propiedad BRC y el Drenaje de la Propiedad BRC, lo que indicó la presencia de plomo en ambas áreas, con concentraciones generalmente superiores a 800 mg/kg y tan altas como 88,800 mg/kg.

En noviembre de 2015, muestras acuosas de escorrentía que fluían a través del Drenaje de la Propiedad BRC y fuera de la Propiedad BRC mostraron la presencia de plomo en niveles de hasta 1,9 miligramos por litro (mg/L). Además, la EPA colectó muestras de dos áreas de

almacenamiento de residuos en la instalación donde se guardaban pilas derivadas de horno y otros desperdicios sólidos de las operaciones de la instalación en estructuras al aire libre. Las pilas de desperdicios en estas estructuras no estaban cubiertas ni se mantuvieron dentro de áreas con diques y estuvieron sujetas a la erosión por el viento y el agua. El material de desecho se derramó sobre el terreno abierto, y las manchas eran visibles en toda la superficie del suelo cerca de ambas pilas. Los resultados analíticos mostraron que ambas pilas de desechos contenían niveles elevados de arsénico, cadmio y plomo.

Una evaluación de remoción en la Propiedad BRC fue llevada a cabo por Weston, en nombre de la Rama de Acción de Remoción de la Región II de la EPA, en dos fases desde enero hasta marzo de 2016. Como parte de la investigación del suelo de la Fase I, la EPA avanzó barrenos y colectaron muestras de suelo para el cernimiento de plomo en toda la propiedad, pero no dentro de las huellas del edificio en la Propiedad BRC. La prueba de XRF, con muestras de confirmación de laboratorio, mostraron que el plomo estaba presente por encima del nivel de manejo para remoción (RML, por sus siglas en inglés) de 800 mg/kg en toda la propiedad. Todas las áreas de la propiedad se vieron afectadas, incluidas las áreas de suelo sin cubierta, áreas con vegetación, áreas cubiertas de asfalto y grava, y el Drenaje de la Propiedad BRC. En algunas áreas, se demostró que la contaminación se extendía a profundidades de 3 pies o más bajo la superficie del suelo. En febrero y marzo de 2016, se completó un evento de muestreo de múltiples medios Fase II en el Lugar, que incluyó la colección de muestras acuosas, de desperdicios sólidos, de toallitas y de microvac (succionadas) desde dentro de las estructuras en la Propiedad BRC. En base a los resultados analíticos de las muestras acuosas, de desperdicios sólidos, de toallitas y de microvac colectadas de los sumideros ubicados en la instalación y las Estructuras Número 1, 1A, 2, 4 y 7, se documentó una gran contaminación por plomo a través de la Propiedad BRC.

La DRNA administra la recolección y el análisis de muestras de plomo en dos estaciones de monitoreo de aire dentro de un cuarto de milla de Propiedad BRC; ambas estaciones están predominantemente a sotavento de la Propiedad BRC. Las estaciones de muestreo de plomo funcionan todo el año y las mediciones se envían trimestralmente al Sistema de Calidad del Aire (AQS, por sus siglas en inglés) de la EPA. De 2011 a 2015, las estaciones a sotavento de la Propiedad BRC mostraron repetidamente concentraciones de plomo que superan el Estándar Nacional de Calidad del Aire Ambiental de 0.15 microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), incluyendo la lectura de plomo más alta en toda la base de datos del

AQS para el año calendario 2013 ($8,216 \mu\text{g}/\text{m}^3$). La JCA realizó modelaje de la calidad del aire y mostró que la Propiedad BRC fue la fuente principal que causó las altas concentraciones de plomo en las estaciones de monitoreo a favor del viento y que la contribución de otras fuentes de emisión de plomo en el área es insignificante.

Se consideró que 147 residentes y trabajadores dentro de un cuarto de milla que estaban sujetos a emisiones al aire por encima de las guías reglamentarias. Dentro de las 4 millas de la Propiedad BRC y las fuentes asociadas, hay más de 50,000 personas; empresas agrícolas comerciales que incluyen un rancho ganadero al norte y una granja de palmeras y un centro de jardinería al sur; 2,900 acres de humedales; y varios otros entornos sensibles.

El 13 de mayo de 2016, la EPA emitió la Orden Administrativa CERCLA, Número de Índice 02-2016-2022, a la BRC y a los propietarios de la BRC, Luis Figueroa y Awilda Carrasquillo Encarnación, disponiéndose que se abstengan de: retirar equipos o activos de la Propiedad BRC que estén o puedan estar contaminados; excavar, mover o construir sobre los suelos; dismantelar o descontaminar equipos o activos sin aprobación previa y bajo la supervisión de la EPA; hacer que cualquier aceite de desperdicio u otros líquidos que puedan contener sustancias peligrosas se liberen y tomar cualquier otra medida, incluyendo las actividades de disposición que puedan dar lugar a la liberación de sustancias peligrosas.

En 2016, la EPA preparó un Informe del Sistema de Clasificación de Peligros para documentar los resultados de las investigaciones de la EPA hasta la fecha y su determinación de incluir el Lugar en su Lista de Prioridades Nacionales (NPL, por sus siglas en inglés). La EPA agregó el Lugar a la NPL el 3 de agosto de 2017.

CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

Entorno físico del Lugar

El Lugar está ubicado en los depósitos costeros y aluviales de la planicie de inundación del Río Grande de Arecibo, aproximadamente 0.5 millas al este del Río Grande de Arecibo, y aproximadamente 2.75 millas al norte de donde el río que fluye hacia el norte emerge de las montañas hacia el sur. La planicie de inundación y el río continúan por aproximadamente 1.5 millas al norte del Lugar antes de desembocar en la Bahía de Arecibo del Océano Atlántico en la costa norte de Puerto Rico. La Propiedad BRC se encuentra a una altura de aproximadamente 4.5 a 6 metros (15 a 20 pies) sobre el nivel medio del mar (msl, por sus siglas en inglés) con la mitad este de la propiedad inclinada hacia el este y el

límite oeste de la propiedad siendo la carretera estatal PR-2, que se encuentra topográficamente más alta que el terreno a ambos lados. Sin embargo, durante eventos climáticos extremos, algunas áreas del Lugar pueden inundarse. A consecuencia, el remedio provisional propuesto para las aguas subterráneas y el remedio propuesto para el suelo integrarán los factores de adaptación climática durante las fases de diseño y construcción para abordar las vulnerabilidades relacionadas con el clima que pueden comprometer la efectividad de los remedios.

De acuerdo con la Herramienta de Detección y Mapeo de Justicia Ambiental de la EPA, el Lugar se encuentra en un tracto censal (72013300302) con problemas de contaminación y oportunidades limitadas de desarrollo/empleo de la fuerza laboral. El remedio interino propuesto para las aguas subterráneas y el remedio propuesto para el suelo no deberían tener impactos adversos en los recursos ambientales que afectarían a las poblaciones minoritarias de bajos ingresos que viven en las inmediaciones del Lugar, o que lo utilizan, debido a su ubicación relativamente aislada con zonificación principalmente industrial y agrícola.

Uso del terreno

Los principales usos del suelo cerca del Lugar son agrícolas, residenciales y comerciales. Hay algunos pozos privados ubicados dentro de un radio de 4 millas del Lugar, pero ninguno está ubicado al norte o gradiente abajo del Lugar de acuerdo con el flujo de agua subterránea regional. El pozo privado más cercano está ubicado dentro de un radio de 0.5 a 1 milla del Lugar. No hay residencias, escuelas o guarderías a menos de 200 pies de la Propiedad BRC. El área residencial más cercana, que consta de cinco residencias, está ubicada aproximadamente a 1,000 pies al noroeste de la Propiedad BRC.

Aproximadamente 55,721 residentes, 22,580 acres de humedales y especies en peligro de extinción incluidas en la lista estatal y federal se encuentran dentro de un radio de 4 millas del Lugar.

Como se discutió anteriormente, el remedio propuesto para el suelo y el remedio interino propuesto para las aguas subterráneas no deberían tener como resultado impactos adversos en los recursos ambientales que afectarían a las poblaciones minoritarias de bajos ingresos que viven en las cercanías del Lugar o lo utilizan debido a su ubicación que es relativamente aislada con una zonificación principalmente industrial y agrícola.

Geología

El Lugar está localizado en la costa centro-norte de Puerto Rico y se encuentra dentro de la Provincia de Piedra Caliza de la Costa Norte. El entorno geológico incluye depósitos aluviales de la llanura aluvial del Río Grande de Arecibo depositados sobre las formaciones de piedra caliza que forman el lecho rocoso.

Hidrogeología

El acuífero de roca madre en el Lugar se encuentra en la formación Caliza Aymamón, que forma parte del sistema acuífero del Carso del Norte. La roca caliza no se encontró durante la investigación del Lugar.

El acuífero aluvial no confinado en el Lugar se extiende desde el nivel freático, aproximadamente de 8 a 20 pies de profundidad, hasta la superficie del lecho rocoso de aproximadamente 130 pies de profundidad. El acuífero aluvial consiste en capas discontinuas de arena, limo y arcilla de espesor variable y la mayor parte de la unidad es limo y arcilla. El caliche, un aluvión cementado con carbonato, se encuentra en el material de relleno poco profundo del Lugar, principalmente sobre el acuífero aluvial. Las unidades de limo y arcilla en el acuífero tienen baja transmisividad y el gradiente de agua subterránea es bajo. En general, el flujo de agua subterránea regional se dirige hacia el norte hacia la costa, con un flujo localizado hacia el Río Grande de Arecibo y Caño Tiburones.

Hidrología superficial

La Propiedad BRC está ubicada en un terreno relativamente plano con una pendiente que drena hacia la parte norte/noreste del Lugar. En la parte central-este de del Lugar, hay un canal de drenaje abierto de aguas pluviales, el Drenaje de la Propiedad BRC, que tiene aproximadamente 1 a 2 pies de profundidad, y que corre de oeste a este y divide la parte este de la Propiedad BRC. Según la topografía de Propiedad BRC, la mayor parte de las aguas pluviales de la mitad este de la propiedad se acumulan en esta zanja de desagüe. El Drenaje de la Propiedad BRC drena hacia una antigua zanja de riego (Drenaje del Este), que corre de sur a norte a lo largo del límite este de la Propiedad BRC.

Históricamente, el agua dentro del Drenaje del Este probablemente fluía hacia el norte a través de una serie de canales de riego que descargaban en el canal sur de Caño Tiburones, llegando eventualmente a la Bahía de Arecibo. Actualmente, este drenaje se extiende aproximadamente 3,000 pies adyacentes a y al norte de la Propiedad BRC. No se observó agua fluyendo en Drenaje del Este, y actualmente parece actuar como un punto de recolección para que la escorrentía se infiltre, en lugar de dirigir el

flujo hacia el norte. Hay otra zanja de drenaje en el borde sur de la parte este de la Propiedad BRC, que descarga en Drenaje del Este.

NATURALEZA Y ALCANCE DE LA CONTAMINACIÓN

Los contaminantes primarios relacionados con el Lugar (SRC, por sus siglas en inglés) son inorgánicos (plomo, antimonio, arsénico, cromo y cobre) y compuestos orgánicos volátiles (COVs) clorados; TCE, cis-1,2-DCE y cloruro de vinilo. Estos contaminantes están presentes en los siguientes medios:

Materiales de edificios – las muestras colectadas durante las investigaciones de 2016 y 2019 encontraron contaminación por polvo de plomo en la mayoría de los edificios presentes en la Propiedad BRC, en concentraciones superiores al nivel de Acción Específico del Lugar de la EPA para plomo. Las muestras acuosas y de desperdicios sólidos colectadas de los sumideros y lagunas en el Lugar contenían plomo, antimonio, arsénico, cadmio, cobalto y talio en concentraciones superiores a los RML de la EPA.

Contaminación del suelo en la Propiedad BRC – Se encontró plomo en concentraciones superiores a 800 mg/kg en la mayor parte de la Propiedad BRC en suelos superficiales (0 – 1 pie por debajo de la superficie del suelo), incluyendo los suelos debajo de las estructuras *in situ*. Las concentraciones de plomo del primer pie del suelo generalmente se encontraron en concentraciones inferiores a 800 mg/kg. Sin embargo, en áreas de origen donde probablemente se descargó ácido al subsuelo, se detectaron concentraciones elevadas de plomo a un máximo de 8 a 12 pies por debajo de la superficie del suelo. Las concentraciones más altas (superiores a 5,000 mg/kg) se encontraron cerca de las áreas de la antigua planta de producción (Estructura 2), y del almacén de escoria/batería (Estructura 3). En el Drenaje de la Propiedad de BRC, las concentraciones de plomo fueron superiores a 800 mg/kg, hasta 4 pies por debajo de la superficie del suelo.

Las concentraciones de los otros SRC primarios (antimonio, arsénico, cromo y cobre) también fueron con frecuencia mayores que los criterios de cernimiento del RI, los valores de fondo específicos del Lugar (SSBV, por sus siglas en inglés) y los niveles regionales de cernimiento (RSL, por sus siglas en inglés) de la EPA en suelos superficiales en la Propiedad BRC, específicamente en las áreas de producción y almacenamiento y en el Drenaje del Este. Cerca de las áreas de origen, se encontraron concentraciones primarias

de SRC superiores a los criterios en suelos más profundos. Generalmente, la distribución de los SRC primarios siguió una distribución similar a la del plomo.

Suelo y sedimento fuera de la Propiedad – La contaminación con plomo en los suelos fuera de la Propiedad BRC se limita al Drenaje del Este, los suelos adyacentes a la zanja dentro del área boscosa del este y los suelos inmediatamente al norte de la instalación en el área de pastoreo para ganado. Las concentraciones de plomo en suelos y sedimentos superiores a 800 mg/kg están presentes en el Drenaje del Este y las áreas bajas asociadas adyacentes a la Propiedad BRC en una longitud total de aproximadamente 2,000 pies. Las concentraciones más altas de plomo estaban presentes en el Drenaje del Este en la confluencia con el Drenaje de la Propiedad BRC.

Los suelos y sedimentos en el fondo de la zanja contenían las concentraciones más altas de plomo; las concentraciones de plomo disminuyeron en los suelos y sedimentos que subían por el banco de la zanja, disminuyendo significativamente dentro de los primeros 5 a 10 pies lateralmente moviéndose fuera de la zanja. La contaminación por plomo generalmente se limita al pie superior del suelo y los sedimentos.

Una cantidad mínima de contaminación está presente en el Área Boscosa del Este en las áreas bajas asociadas con el Drenaje del Este, y en algunas áreas en la parte superior del banco inmediatamente adyacente al Drenaje del Este. Esta contaminación puede atribuirse a actividades de limpieza, el vertido o el seguimiento durante las actividades de construcción.

Generalmente, las concentraciones de otros SRC primarios (antimonio, arsénico, cromo y cobre) en las áreas fuera de la Propiedad BRC se encontraron en concentraciones mayores que los SSBV dentro del Drenaje del Este y áreas adyacentes. Las concentraciones primarias elevadas de los SRCs se colocaron con concentraciones elevadas de plomo, con las concentraciones más altas en el suelo y los sedimentos en el área donde el Drenaje de la Propiedad BRC descargaría hacia el Drenaje del Este.

Anteriormente, la contaminación por plomo estaba presente en la parte más al sur del Área de Pastoreo de Ganado. Sin embargo, luego de la excavación realizada bajo una acción de remoción, el muestreo reveló que la contaminación restante se limita a los suelos inmediatamente adyacentes al camino de salida de la Propiedad BRC. Además, las concentraciones de plomo en los suelos y sedimentos dentro del Área del Vivero del

Sur, el área oeste y el área residencial son bajas, con concentraciones de plomo superiores a 200 mg/kg adyacentes a PR-2.

Contaminación de sedimento en el Río Grande de Arecibo y canal de irrigación – El plomo y otros SRCs primarios no se detectaron en concentraciones superiores a los criterios de cernimiento del RI o SSBV en los sedimentos del Río Grande de Arecibo o dentro de las zanjas de drenaje del noreste.

Contaminantes en el agua superficial – No se encontró plomo en el agua superficial en concentraciones superiores a los criterios de cernimiento del agua superficial del RI. El único SRC principal que se encontró por encima de los criterios de cernimiento de agua superficial de RI fue el cobre, que se encontró en concentraciones mayores que los criterios en una muestra.

Contaminantes en el agua subterránea – La EPA tomó tres rondas de muestras de agua subterránea. Las concentraciones totales de plomo excedieron el criterio de cernimiento de agua subterránea del RI de 15 microgramos por litro ($\mu\text{g/L}$) en un pozo durante la Ronda 1 y tres pozos durante la Ronda 3. El plomo disuelto no superó el criterio de detección de agua subterránea del RI en ninguna de las muestras durante las tres rondas de muestreo. Para las tres rondas de muestreo combinadas, se detectó plomo disuelto en 19 de 53 muestras, en concentraciones que oscilaron entre 0.17 y 11 $\mu\text{g/L}$, todas por debajo del criterio de detección del RI. En la Ronda 3, excepto por un pozo, casi todas las muestras con concentraciones elevadas de plomo total tuvieron detecciones bajas o nulas de plomo disuelto, lo que sugiere que las concentraciones totales observadas en esas muestras estaban relacionadas con partículas (turbidez) en las muestras.

Las concentraciones de arsénico total excedieron el criterio de selección (10 $\mu\text{g/L}$) en cinco pozos, con un rango de 10.2 a 19.1 $\mu\text{g/L}$ durante las Rondas 1, 2 y 3, con una concentración máxima de 19.1 $\mu\text{g/L}$ durante el evento de la Ronda 3. Sin embargo, durante la Ronda 2, la concentración de MW-9 fue de solo 0.91 $\mu\text{g/L}$. Las concentraciones de arsénico disuelto que excedieron los criterios de selección fueron similares durante todas las rondas, con un rango de 10.3 a 19.6 $\mu\text{g/L}$, en las Rondas 1 y 3, y un máximo de 14.9 $\mu\text{g/L}$ durante la Ronda 2.

Los COVs clorados que se encuentran en concentraciones mayores que los criterios de cernimiento del RI en muestras pozos de monitoreo y muestreo para cernimiento de agua subterránea incluyen TCE, cis-1,2-DCE, trans-1,2-DCE y cloruro de vinilo. De estos COVs

clorados, el cis-1,2-DCE y el cloruro de vinilo se encontraron con mayor frecuencia y con mayor distribución. La contaminación de COVs clorados está presente en el agua subterránea debajo y gradiente abajo de la Propiedad BRC entre 16.5 y 73 pies por debajo de la superficie del suelo. La mayor profundidad observada de contaminación por COVs clorados por encima de los criterios de evaluación fue de aproximadamente 73 pies por debajo de la superficie del suelo.

Los datos indican que la fuente de contaminación del agua subterránea se encuentra en la Propiedad BRC y la contaminación migra gradiente abajo en alineación con la superficie potenciométrica medida. Este patrón de distribución sugiere que la contaminación está migrando por advección desde una fuente, y la masa contaminante remanente se absorbe en limo y arcilla de baja permeabilidad. Las concentraciones máximas de cis-1,2-DCE (3500 $\mu\text{g/L}$ en la Ronda 1) y cloruro de vinilo (350 $\mu\text{g/L}$ en la Ronda 3) se detectaron en MW-8, que se encuentra a lo largo del límite norte de la Propiedad BRC, gradiente abajo de la Estructura 3 (el antiguo edificio de almacenamiento de pilas de escoria). Una línea adicional de evidencia es que la contaminación por COVs clorados no se detectó en una muestra de cernimiento de agua subterránea colectada aguas arriba del área aparente de la fuente. El penacho de cis-1,2-DCE tiene una longitud aproximada de 3,500 pies y el penacho de cloruro de vinilo tiene una longitud aproximada de 6,000 pies.

Se cree que el TCE fue la fuente principal de la contaminación por COVs clorados en el Lugar. La presencia de subproductos de degradación (es decir, cis-1,2-DCE y cloruro de vinilo) de la fuente original indicaría que se está produciendo o se ha producido biodegradación en algún momento en el pasado. Degradación de TCE para trans-1,2-DCE también se observó dentro del penacho. Se ha detectado eteno/etano a lo largo del penacho, lo que indica que se ha producido una degradación completa.

Los productos de degradación y las condiciones de reducción en el Lugar muestran que existe evidencia adecuada de biodegradación anaeróbica de compuestos orgánicos clorados dentro del penacho. Los microbios pueden degradar progresivamente el TCE, el cis-1,2-DCE y el cloruro de vinilo a través de la degradación reductora en la fase disuelta a través de la siguiente ruta: TCE \rightarrow cis-1,2-DCE \rightarrow cloruro de vinilo \rightarrow eteno y dióxido de carbono. Cuando el TCE se degrada a DCE, el isómero cis (cis-1,2-DCE) predomina sobre el isómero trans (trans-1,2-DCE). La mayor parte de la vía de degradación reductora requiere un entorno anaeróbico. Sin embargo, mientras que la degradación del cloruro de vinilo puede

ocurrir lentamente en un agua subterránea anaeróbica, ocurre más rápidamente en un ambiente aeróbico.

DESPERDICIOS DE AMENAZA PRINCIPAL

La EPA ha establecido expectativas para utilizar el tratamiento para abordar cualquier amenaza principal que presente un lugar. Los desperdicios de amenaza principal son aquellos materiales de origen que se consideran altamente tóxicos o móviles y que, por lo general, no pueden contenerse de manera confiable o presentarían un riesgo significativo para la salud humana o el medio ambiente en caso de exposición.

En todo el Lugar, y particularmente en el Drenaje del Este y la Propiedad BRC, se detectaron concentraciones elevadas de plomo relacionado con el Lugar que exceden una meta preliminar para remediar el mismo (PRG, por sus siglas en inglés) de 800 mg/kg, siendo el máximo de 97,900 mg/kg. Como discutido más adelante, el modelo predice que todos los receptores en la Propiedad BRC superarían significativamente la meta de la EPA de limitar al 5 % o menos la probabilidad de que el nivel de plomo en la sangre (PbB) de un niño o feto en desarrollo supere los 5 microgramos por decilitro ($\mu\text{g/dL}$). Si el suelo altamente contaminado con plomo no se atiende, sirve como una fuente continua de contaminación a otros medios a través del arrastre del viento, la escorrentía de aguas pluviales y la infiltración de la precipitación. Por lo tanto, la contaminación por plomo en los suelos se ajusta a la definición de desperdicios de amenaza principal y requeriría tratamiento.

RESUMEN DE LOS RIESGOS EN EL LUGAR

Como parte del RI/FS, la EPA realizó una evaluación de riesgo de referencia para la salud humana (HHRA, por sus siglas en inglés) y una evaluación a nivel de cernimiento del riesgo ecológico (SLERA, por sus siglas en inglés) para estimar los efectos actuales y futuros de los contaminantes en la salud humana y el medio ambiente. La evaluación base de riesgo estimó el riesgo a la salud humana y ecológico que pudiera resultar por la contaminación en el Lugar de no tomar acciones para remediar el mismo.

Información del riesgo para la salud humana

Se utilizó un proceso de evaluación de riesgos para la salud humana de cuatro pasos para evaluar los riesgos de cáncer y los peligros para la salud no relacionados con el cáncer relacionados con el Lugar. El proceso de cuatro pasos se compone de la identificación del peligro, la evaluación de la exposición, la evaluación de la toxicidad

¿QUÉ ES UNA “AMENAZA PRINCIPAL”?

El Plan Nacional de Contingencia de Sustancias Peligrosas y Petróleo (NCP) establece una expectativa de que la EPA utilizará el tratamiento para abordar las principales amenazas que plantean para un lugar siempre que sea posible (Sección 300.430(a)(1)(iii)(A) del NCP). El concepto de "amenaza principal" se aplica a la caracterización de "materiales de origen" en un lugar Superfundo. Un material de origen es un material que incluye o contiene sustancias peligrosas, contaminantes o contaminantes que actúan como depósito para la migración de la contaminación a las aguas subterráneas, aguas superficiales o al aire, o que actúan como fuente de exposición directa. Los desechos de principal amenaza son aquellos materiales de origen considerados altamente tóxicos o altamente móviles que generalmente, no pueden contenerse de manera confiable, o presentarían un riesgo significativo para la salud humana o el medio ambiente, si se está expuesto. La decisión de tratar estos desechos se toma en base a un lugar específico a través de un análisis detallado de las alternativas usando los nueve criterios de selección de remedios. Este análisis proporciona una base para llegar a una conclusión legal de que el remedio emplea el tratamiento como elemento principal.

y la caracterización del riesgo (véase el cuadro adjunto "Qué es el riesgo y cómo se calcula", página 9).

El HHRA comenzó con la selección de contaminantes de posible preocupación (COPCs, por sus siglas en inglés) en varios medios (es decir, suelo superficial, sedimento, agua superficial y agua subterránea) que podrían causar efectos adversos en las poblaciones expuestas.

Vías de exposición potenciales

Los escenarios de uso del terreno actuales y futuros evaluados en el HHRA incluyeron las siguientes vías de exposición y poblaciones:

—Residentes (adulto y niño [desde el nacimiento hasta <6 años de edad]) en el Área Residencial (Propiedades 1 a 5) al norte de la Propiedad BRC: ingestión incidental y contacto dérmico con el suelo superficial e inhalación de partículas y volátiles liberados del suelo superficial.

— Intruso (adolescente [de 12 a < 18 años de edad]) en Área de Pastoreo de Ganado/Área Boscosa del Este: ingestión incidental y contacto dérmico con el suelo superficial y el suelo superficial de la zanja, e inhalación de volátiles y partículas del suelo superficial.

— Trabajador comercial (adulto) en el Área Oeste/ Área del Vivero Sur: ingestión incidental y contacto dérmico con el suelo superficial e inhalación de partículas y volátiles liberados del suelo superficial.

— Usuario recreativo (cangrejero) (adolescente [12 a < 18 años de edad]) en el Hábitat del Cangrejo Terrestre: ingestión incidental y contacto dérmico con la superficie del suelo e ingestión y contacto dérmico al caminar en sedimento.

— Usuarios recreativos (niños mayores [de 6 a <18 años de edad]) en Área de Pastoreo Ganado/ Área Boscosas del Este: ingestión incidental y contacto dérmico con el suelo de la superficie de la zanja, inhalación de partículas y volátiles liberados del suelo superficial, así como contacto dérmico al caminar en aguas superficiales.

— Usuario recreativo (cangrejero) (adolescente [12 a <18 años de edad]) en el Río Grande de Arecibo: contacto dérmico al caminar por agua superficial e ingestión y contacto dérmico al caminar en sedimento.

Los escenarios del futuro uso de suelos evaluados en el HHRA incluyeron las siguientes vías de exposición y poblaciones:

— Residente (adulto y niño [desde el nacimiento hasta < 6 años de edad]) en la Propiedad BRC, Área de Pastoreo de Ganado/ Área Boscosa del Este o Área Oeste/ Área de Vivero del Sur: ingestión incidental y contacto dérmico con el suelo superficial e inhalación de partículas y volátiles liberados del suelo superficial.

— Trabajador comercial (adulto) en la Propiedad BCR: ingestión incidental y contacto dérmico con el suelo superficial e inhalación de partículas y volátiles liberados del suelo superficial.

¿QUÉ ES UN RIESGO Y CÓMO SE CALCULA?

Una evaluación de referencia de los riesgos para la salud humana del Superfondo es un análisis de los posibles efectos adversos para la salud causados por las emisiones de sustancias peligrosas de un Lugar en ausencia de cualquier acción para controlar o mitigar estos bajo los usos actuales y futuros del terreno. Se utiliza un proceso de cuatro pasos para evaluar los riesgos para la salud humana relacionados con el Lugar para escenarios de exposición máxima razonable.

Identificación de peligros: En este paso, se identifican las sustancias químicas potencialmente preocupantes (COPCs) en el Lugar en varios medios (es decir, suelo, aguas subterráneas, aguas superficiales y aire) basándose en factores como la toxicidad, la frecuencia de aparición y el destino y transporte de los contaminantes en el medio ambiente, las concentraciones de los contaminantes en medios específicos, la movilidad, la persistencia y la bioacumulación.

Evaluación de la exposición: En este paso se evalúan las diferentes vías de exposición a través de las cuales las personas podrían estar expuestas a los contaminantes en el aire, el agua, el suelo, etc. identificados en el paso anterior. Ejemplos de vías de exposición son la ingestión incidental y el contacto dérmico con el suelo contaminado y la ingestión y el contacto dérmico con las aguas subterráneas contaminadas. Los factores relacionados con la evaluación de la exposición incluyen, entre otros, las concentraciones en medios específicos a las que las personas podrían estar expuestas y la frecuencia y duración de esa exposición. Utilizando estos factores, se calcula un escenario de "exposición máxima razonable", que representa el nivel más alto de exposición humana que podría esperarse razonablemente.

Evaluación de la toxicidad: En este paso se determinan los tipos de efectos adversos para la salud asociados a las exposiciones químicas y la relación entre la magnitud de la exposición y la gravedad de los efectos adversos. Los posibles efectos sobre la salud son específicos de cada sustancia química y pueden incluir el riesgo de desarrollar cáncer a lo largo de la vida u otros peligros para la salud no relacionados con el cáncer, como cambios en las funciones normales de los órganos del cuerpo (por ejemplo, cambios en la eficacia del sistema inmunológico). Algunas sustancias químicas son capaces de causar tanto cáncer como otros peligros para la salud no relacionados con el cáncer.

Caracterización del riesgo: Este paso resume y combina los resultados de las evaluaciones de exposición y toxicidad para proporcionar una evaluación cuantitativa de los riesgos del Lugar para todos los COPC. Las exposiciones se evalúan en función del riesgo potencial de desarrollar cáncer y el potencial de peligros para la salud no relacionados con el cáncer. La probabilidad de que un individuo desarrolle cáncer se expresa como una probabilidad. Por ejemplo, un riesgo de cáncer de 10^{-4} significa un "riesgo de cáncer en exceso de uno en diez mil"; o se puede observar un cáncer adicional en una población de 10,000 personas como resultado de la exposición a contaminantes del Lugar bajo las condiciones identificadas en la Evaluación de Exposición. Las normativas actuales del Superfondo para las exposiciones identifican el rango para determinar si es necesaria una acción correctiva como un exceso de riesgo individual de cáncer de por vida de 10^{-4} a 10^{-6} , que corresponde a un exceso de riesgo de cáncer de uno en diez mil a uno en un millón. Para los efectos sobre la salud no relacionados con el cáncer, se calcula un "índice de riesgo" (HI, por sus siglas en inglés).

El concepto clave de un HI no cancerígeno es que existe un límite (medido como un HI menor o igual a 1) por debajo del cual no se espera que se produzcan riesgos para la salud no cancerígenos. El objetivo de protección es de 10^{-6} para el riesgo de cáncer y un HI de 1 para un peligro para la salud no relacionado con el cáncer. Las sustancias químicas que superan un riesgo de cáncer de 10^{-4} o un HI de 1 suelen ser las que requerirán medidas correctoras en el Lugar y se denominan sustancias químicas preocupantes o COC (por sus siglas en inglés) en la decisión del remedio final o Record de Decisión.

— Trabajador agrícola (adulto) en la Propiedad BRC, Área de Pastoreo de Ganado/ Área Boscosa del Este o Área Oeste/ Área de Vivero del Sur: ingestión incidental y contacto dérmico con el suelo superficial e inhalación de partículas y volátiles liberados del suelo superficial.

— Usuario recreativo (cangrejero) (adolescente [12 a < 18 años de edad]) en el Hábitat del Cangrejo Terrestre: ingestión incidental y contacto dérmico con el suelo superficial e inhalación de partículas y volátiles liberados del suelo superficial, así como contacto dérmico al caminar en aguas superficiales.

— Trabajador de la construcción (adulto) en la Propiedad BRC: ingestión incidental y contacto dérmico con el suelo superficial/subsuperficial e inhalación de partículas y volátiles liberados del suelo superficial/subsuperficial.

— Usuario de agua residencial (adultos y niños [desde el nacimiento hasta < 6 años de edad]): ingestión y contacto dérmico con agua subterránea o inhalación de sustancias químicas volátiles en el agua subterránea mientras se baña o se ducha.

— Usuarios de agua en el trabajo (adulto): ingestión y contacto dérmico mientras usa agua del grifo en el trabajo.

En esta evaluación, las concentraciones de punto de exposición (EPC, por sus siglas en inglés) se estimaron utilizando la concentración máxima detectada de un contaminante o el límite de confianza superior (UCL, por sus siglas en inglés) del 95 % de la concentración promedio. Las ingestas crónicas diarias se calcularon con base en la exposición máxima razonable (RME, por sus siglas en inglés), que es la exposición más alta que se prevé razonablemente en el Lugar. No se detectaron COPCs a niveles de cernimiento en los sedimentos analizados, por lo que no se desarrollaron EPCs para las exposiciones a sedimentos en el Río Grande de Arecibo.

Caracterización del riesgo

En la evaluación de riesgos, se evaluaron dos tipos de efectos tóxicos para la salud de los COPCs distintos al plomo: riesgo de cáncer y peligro no cancerígeno. Las estimaciones de riesgo de cáncer calculadas para cada receptor se compararon con el rango de riesgo objetivo de la EPA de 1×10^{-6} (uno en un millón) a 1×10^{-4} (uno en diez mil). Las estimaciones calculadas del índice de riesgo no cancerígeno (HI, por sus siglas en inglés) se compararon con el valor umbral objetivo de 1 de la EPA. Esta sección

brinda una descripción general de los riesgos para la salud humana que resultan de la exposición a contaminantes que superan los umbrales objetivos de riesgo de cáncer y peligro no cancerígeno. Los riesgos de plomo y la evaluación de la intrusión de vapor se analizan por separado.

Suelo superficial - Según los resultados que se muestran en la **Tabla A**, los riesgos de cáncer excedieron el rango aceptable de la EPA de 1×10^{-6} a 1×10^{-4} para futuros residentes (1×10^{-3}) y trabajadores agrícolas (3×10^{-4}) en la Propiedad BCR. Los riesgos de cáncer fueron iguales al extremo superior del rango aceptable de la EPA (es decir, 1×10^{-4}) para los residentes actuales/futuros en las Propiedades 3 y 5 y para futuros residentes en el Área Boscosa del Este/Área de Pastoreo de Ganado. Los potenciales riesgos elevados de cáncer por exposición al suelo se deben principalmente al arsénico y al cromo presentes en el suelo superficial. El riesgo de cáncer por el cromo puede estar sobreestimado porque se asumió que todo el cromo está en su forma más tóxica como cromo hexavalente y no hay evidencia de que el cromo hexavalente haya estado involucrado en las operaciones históricas del Lugar a diferencia de la forma trivalente la cual es menos tóxica.

El índice total de riesgo no cancerígeno para los niños residentes en las propiedades residenciales 1 – 5 y el Área Oeste/Área de Viveros del Sur, así como para los trabajadores de la construcción en la Propiedad BRC, superó el umbral aceptable de unidad 1 de la EPA, pero no lo hizo cuando se desglosó por efecto/órgano objetivo individual.

Tabla A. Resumen de riesgos asociados con el suelo superficial

Receptor	Índice de Riesgo ¹	Riesgo de Cáncer ²
<i>Área Residencial (Uso Actual/Futuro)</i>		
Niño/Adulto Residente– Propiedad 1	2 ⁺ *	8×10^{-5}
Niño/Adulto Residente– Propiedad 2	2 ⁺	9×10^{-5}
Niño/Adulto Residente– Propiedad 3	2 ⁺	1×10^{-4}
Niño/Adulto Residente– Propiedad 4	2 ⁺	9×10^{-5}
Niño/Adulto Residente– Propiedad 5	2 ⁺	1×10^{-4}
<i>Área de Pastoreo de Ganado/Área Boscosa del Este (Uso Futuro)</i>		
Niño/Adulto Residente	5	1×10^{-4}
<i>Área Oeste/Área del Vivero Sur (Uso Futuro)</i>		

Receptor	Índice de Riesgo ¹	Riesgo de Cáncer ²
Niño/Adulto Residente	2 ⁺	9 x 10 ⁻⁵
<i>Propiedad BRC (Uso Futuro)</i>		
Niño/Adulto Residente	7	1 x 10 ⁻³
Trabajador Agrícola	0.9	3 x 10 ⁻⁴
Trabajador Comercial	5 ⁺	8 x 10 ⁻⁶

***Texto en negrilla** indica un valor por encima del rango o valor de riesgo aceptable.

¹El peligro no relacionado con el cáncer no supera 1 en función de un desglose por efecto/órgano objetivo individual.

²Para los residentes, el índice de riesgo no relacionado con el cáncer que se muestra es para un niño, ya que hubo índices de riesgo elevados solo para los niños residentes. El índice de riesgo para el adulto y el niño residente se evaluó por separado.

³Para los residentes, el riesgo de cáncer se basa en un escenario ajustado por edad que combina exposiciones de niños y adultos. Los riesgos carcinogénicos para el niño y el adulto se combinan para representar los riesgos carcinogénicos acumulativos de por vida.

Agua subterránea: como se muestra en la **Tabla B**, los riesgos de cáncer excedieron el rango aceptable de la EPA de 1×10^{-6} a 1×10^{-4} para el usuario residencial hipotético en el futuro (2×10^{-2}) y trabajadores (7×10^{-4}) usando agua subterránea, y los riesgos elevados de cáncer fueron impulsados principalmente por el cloruro de vinilo. El índice de riesgo no cancerígeno estuvo por encima del umbral de unidad 1 de la EPA para futuros niños (40) y adultos (24) usuarios de agua subterránea residencial, impulsado principalmente por cis-1,2-DCE, trans-1,2-DCE, cloruro de vinilo, arsénico y plomo, y para futuros trabajadores usuarios de agua subterránea (15), que fue impulsado principalmente por cis-1,2-DCE.

Agua superficial y sedimentos: los riesgos de cáncer y los peligros no cancerígenos para los usuarios recreativos potencialmente expuestos a contaminantes en el agua superficial en el Hábitat del Cangrejo Terrestre no excedieron los umbrales respectivos de la EPA. Los riesgos de cáncer y los peligros no cancerígenos para los usuarios recreativos que caminan por las aguas superficiales o los sedimentos del Río Grande de Arecibo también estuvieron muy por debajo de los umbrales respectivos de la EPA.

Tabla B. Resumen de riesgos asociados con agua subterránea (uso futuro)

Receptor	Índice de Riesgo	Riesgo de Cáncer ¹
Residente Niño	40	2 x 10 ⁻²
Residente Adulto	24	
Trabajador	15	7 x 10 ⁻⁴

***Texto en negrilla** indica un valor por encima del rango o valor de riesgo aceptable.

¹Ver nota 2 bajo la Tabla B

Evaluación de plomo - El plomo se seleccionó como COPC en el suelo, sedimento (evaluado como suelo superficial de zanja) y agua subterránea en función de las concentraciones máximas detectadas que superan los niveles de cernimiento. Dado que no hay valores de toxicidad cuantitativos publicados para el plomo, no es posible evaluar las estimaciones de riesgo de cáncer y no cancerígenos del plomo utilizando la misma metodología que los otros COPCs.

De acuerdo con las guías de la EPA, la exposición al plomo se evaluó por separado de los demás contaminantes utilizando modelos de plomo en sangre. El objetivo de reducción del riesgo de plomo en los suelos del Lugar es limitar al 5% o menos la probabilidad de que el PbB de un niño o feto en desarrollo supere los 5 µg/dL. El modelo biocinético de captación de exposición integrada (IEUBK, por sus siglas en inglés) se utilizó para evaluar las exposiciones residenciales al plomo en el suelo superficial y las aguas subterráneas y las exposiciones de usuarios recreativos de niños mayores al plomo en el suelo superficial de la zanja. El modelo de plomo adulto (ALM, por sus siglas en inglés) se utilizó para evaluar la exposición de intrusos y trabajadores al plomo en el suelo superficial, suelo de las zanjas y suelo superficial/subsuperficial. El modelo IEUBK indicó que el porcentaje de una población hipotética que excedía el valor de referencia del nivel de plomo en la sangre de 5 µg/dL se elevó para los siguientes escenarios de exposición: exposiciones residenciales actuales/futuras al suelo superficial en la Propiedad 4 del Área Residencial (7.5 %), exposiciones residenciales futuras al suelo superficial en la Propiedad BRC (98.4 %), exposiciones futuras de usuarios recreativos a la tierra superficial en las zanjas en el Área Boscosa del Este/Área de Pastoreo de Ganado (18.7 %) y exposiciones residenciales futuras al agua subterránea utilizada como agua de grifo (18.1%). De manera similar, el modelo ALM predijo que el 36 % de los trabajadores comerciales, el 76 % de los trabajadores agrícolas y el 85 % de los trabajadores de la construcción superarían la meta de reducción de riesgos en la Propiedad BRC.

Evaluación de intrusión de vapor - Si las propiedades sobre el penacho de agua subterránea de COV (es decir, Propiedad BRC Área de Pastoreo de Ganado/ Área Boscosa del Este) se vuelven a ocupar o se desarrollan para uso residencial o comercial, los futuros residentes o trabajadores pueden estar expuestos a COPCs volátiles a través de la intrusión de vapor del agua subterránea al aire interior. Para evaluar que se complete el potencial de esta vía se compararon los datos de los pozos de monitoreo de aguas subterráneas de todos los pozos de monitoreo menos profundos con el escenario de exposición

apropiado (residencial o comercial) de los niveles de detección de intrusión de vapor (VISL, por sus siglas en inglés) de la EPA en función de un riesgo de cáncer objetivo de 1×10^{-6} y un cociente de riesgo objetivo no cancerígeno de 1. Las concentraciones de agua subterránea de tres sustancias químicas (es decir, cloruro de vinilo, TCE y trans-1,2-DCE) excedieron los VISL residenciales. El cloruro de vinilo fue el único químico que también excedió el VISL comercial. Por lo tanto, estos productos químicos (es decir, cloruro de vinilo, TCE y trans-1,2-DCE) están presentes en concentraciones en el agua subterránea que tienen el potencial de migrar a los edificios en caso de que se vuelvan a ocupar los edificios en BRC o si las áreas dentro de los límites del penacho se desarrollan para uso residencial o comercial en el futuro.

Evaluación de riesgo ecológico

Se llevó a cabo una evaluación de riesgos ecológicos a nivel de cernimiento (SLERA, por sus siglas en inglés) para evaluar el potencial de riesgos ecológicos a receptores sensitivos de la presencia de contaminantes en la superficie del suelo, los sedimentos y las aguas superficiales. Las concentraciones de suelos superficiales, aguas superficiales y sedimentos se compararon con los niveles de cernimiento ecológico (ESL, por sus siglas en inglés) como un indicador del potencial de efectos adversos para los receptores ecológicos. Además, el riesgo potencial para siete receptores sustitutos representativos de las comunidades de aves y mamíferos (aves herbívoras, aves invertívoras, aves carnívoras, mamíferos herbívoros, mamíferos voladores herbívoros, mamíferos invertívoros y mamíferos voladores invertívoros) que se supone que utilizan el Lugar se evaluaron a través de modelos de exposición de la cadena alimenticia. Puede encontrar un resumen completo de todos los escenarios de exposición en el SLERA.

Suelo superficial – A través del cernimiento se determinó que varios inorgánicos y pesticidas potencialmente presentan un riesgo para los receptores ecológicos. En base a los resultados del modelo de la cadena alimenticia que se realizó, y una evaluación de la frecuencia y magnitud de los ESL y niveles de trasfondo, la mayor parte del riesgo se atribuyó al plomo, antimonio, cadmio y cromo en el Drenaje del Este, localizaciones selectas en el Área Boscosa del Este adyacente a la zanja y el lado este de la Propiedad BRC.

Además, a pesar de las excedencias observadas dentro de la Propiedad BRC, el Área Oeste, el Área de Viveros del Sur y el Área Residencial, solo las zanjas en el lado este de la propiedad, que están conectadas a donde se utilizó el material de origen en la instalación, contienen un hábitat ecológico valioso (**Figura 2**). Existe un hábitat

¿QUÉ ES EL RIESGO ECOLÓGICO Y CÓMO SE CALCULA?

Una evaluación de riesgo ecológico de referencia de Superfondo es un análisis de los posibles efectos adversos para la salud de la biota causados por la liberación de sustancias peligrosas de un lugar en ausencia de cualquier acción para controlar o mitigar estos bajo los usos actuales y futuros de la tierra y los recursos. El proceso utilizado para evaluar los riesgos ecológicos relacionados con el Lugar incluye:

Formulación del problema: En este paso, se identifican los contaminantes de preocupación ecológica potencial (COPEP) en el Lugar. Los puntos finales de evaluación se definen para determinar qué entidades ecológicas son importantes para proteger. Luego, se determinan los atributos específicos de las entidades que están potencialmente en riesgo y que es importante proteger. Esto proporciona una base para la medición en la evaluación de riesgos. Una vez que se eligen los puntos finales de la evaluación, se desarrolla un modelo conceptual para proporcionar una representación visual de las relaciones hipotéticas entre las entidades ecológicas (receptores) y los factores de estrés a los que pueden estar expuestos.

Evaluación de la exposición: En este paso, se realiza una evaluación cuantitativa de qué plantas y animales están expuestos y en qué grado están expuestos. Esta estimación de las concentraciones de puntos de exposición incluye varios parámetros para determinar los niveles de exposición a un contaminante químico por parte de una planta o animal seleccionado (receptor), como el uso del área (cuánto del Lugar utiliza típicamente un animal durante sus actividades normales); tasa de ingestión de alimentos (cuánta comida consume un animal durante un período de tiempo); tasas de bioacumulación (el proceso mediante el cual una planta o un animal absorben sustancias químicas, ya sea directamente por exposición a suelo, sedimentos o agua contaminados, o al ingerir alimentos contaminados); biodisponibilidad (con qué facilidad una planta o un animal puede absorber un contaminante del medio ambiente); y etapa de vida (por ejemplo, juvenil, adulto).

Evaluación de efectos ecológicos: En este paso, se realizan revisiones de la literatura, estudios de campo o pruebas de toxicidad para describir la relación entre las concentraciones de contaminantes químicos y sus efectos en los receptores ecológicos, sobre una base específica de medios, receptores y sustancias químicas. Para proporcionar estimaciones de riesgo de límite superior e inferior, se identifican puntos de referencia toxicológicos para describir el nivel de contaminación por debajo del cual es poco probable que ocurran efectos adversos y el nivel de contaminación en el que es más probable que ocurran efectos adversos.

Caracterización del riesgo: En este paso, los resultados de los pasos anteriores se utilizan para estimar el riesgo que representa para los receptores ecológicos. Las estimaciones de riesgo individuales para un receptor dado para cada sustancia química se calculan como un cociente de peligro (HQ), que es la relación entre la concentración de contaminantes y un punto de referencia toxicológico determinado. En general, un HQ superior a 1 indica la posibilidad de un riesgo inaceptable. Se describe el riesgo, incluido el grado general de confianza en las estimaciones de riesgo, resumiendo las incertidumbres, citando pruebas que respaldan las estimaciones de riesgo e interpretando la adversidad de los efectos ecológicos.

limitado en el área de pastoreo de ganado del norte, que incluye el Hábitat del Cangrejo Terrestre, no obstante, esta área no se determinó que estuviera influenciada por la Propiedad BRC dado a las vías de drenaje.

Aguas superficiales - Mediante el cernimiento de los resultados de las aguas superficiales del Río Grande de Arecibo y las zanjas de drenaje que conducen al humedal de Caño Tiburones, se determinó que varios inorgánicos presentan un riesgo potencial para los receptores ecológicos. Sin embargo, luego de revisar más a fondo la frecuencia y la magnitud de estas detecciones, así como sus ubicaciones en relación con la Propiedad BRC, se determinó que ninguno de estos compuestos fue considerados COPECs relacionados con las operaciones previas en la instalación BRC. Las excedencias esporádicas de ESL de estos metales no representan un riesgo significativo.

Sedimento – Muestras de sedimentos potencialmente relacionados con el Lugar se colectaron aguas abajo del Río Grande de Arecibo, y se analizaron para arsénico, cromo, cobre, plomo, vanadio y zinc utilizando XRF. Las concentraciones máximas y promedio de cobre y cromo potencialmente relacionadas con el Lugar excedieron los ESL, pero las concentraciones no excedieron el trasfondo, lo que indica que estos metales no están relacionados con el Lugar. No hay ESL para el vanadio, pero la concentración de trasfondo máxima superó la concentración máxima en el Lugar, lo que indica que el vanadio no está relacionado con el Lugar. Aunque las concentraciones máximas de arsénico, plomo y zinc excedieron tanto el ESL como el trasfondo, los resultados promedio de XRF para sedimentos potencialmente relacionados con el Lugar (aguas abajo) no los excedieron. Los resultados no indican ninguna contaminación significativa relacionada con el Lugar por la liberación en la Propiedad BRC.

Se preparó un anejo posterior al SLERA para el área del Drenaje del Este que se enfoca en el receptor más sensible (aves herbívoras, la paloma terrestre común [Columbina passerina]) y el plomo (principal factor de riesgo). Aunque el cromo, el cadmio, el plomo y el antimonio se identificaron como contribuyendo a elevar el riesgo, se determinó que el cromo, el cadmio y el antimonio estaban colocados con plomo, por lo que el documento se centró en el plomo. Este anejo posterior al SLERA derivó un objetivo de remedio preliminar (PRG, por sus siglas en inglés) para el plomo al refinar los modelos de exposición de la cadena alimenticia para determinar la concentración de plomo en el suelo que protegería a las poblaciones de aves herbívoras (Ver “Metas de Remedio: a

continuación).

Resumen de la evaluación de riesgos

En conclusión, se identificaron riesgos potenciales elevados de cáncer y/o peligros no cancerígenos para usos residenciales y no residenciales futuros de la Propiedad BRC, así como para el uso futuro de aguas subterráneas como agua de grifo. El plomo se evaluó por separado de otros COPCs, utilizando modelos que predicen los niveles de plomo en la sangre, y se identificaron riesgos elevados para exposiciones residenciales actuales/futuras en el Área Residencial - Propiedad 4, usos residenciales y no residenciales futuros de la Propiedad BRC, uso recreativo futuro de las zanjas del Área Forestal del Este/Área de Pastoreo de Ganado y uso futuro de agua subterránea como agua de grifo. Además, según la evaluación de detección de intrusión de vapor, tres sustancias químicas (es decir, cloruro de vinilo, TCE y trans-1,2-DCE) están presentes en concentraciones en el agua subterránea que tienen el potencial de migrar a los edificios a niveles que podrían causar riesgos de inhalación si la Propiedad BRC u otras áreas afectadas por penacho de agua subterránea se redesarrollan para uso residencial o comercial. Además, los contaminantes inorgánicos representaban un riesgo para los receptores ecológicos; la distribución de los excesos de metales en el suelo sugiere que los riesgos potenciales se deben principalmente a las concentraciones de metales en el Drenaje del Este y el lado este de la Propiedad BRC.

En base a los resultados de la salud humana y evaluaciones de riesgo ecológico, el juicio actual de la EPA es que la Alternativa Preferida identificada en este Plan Propuesto es necesaria para limitar los riesgos potenciales para proteger la salud humana o el medio ambiente de las liberaciones reales o amenazas de sustancias peligrosas al medio ambiente.

OBJETIVOS DE LA ACCIÓN DE REMEDIO

Los Objetivos de la Acción de Remedio (RAOs, por sus siglas en inglés) para el Lugar son objetivos específicos para proteger la salud humana y el medio ambiente. Estos objetivos se basan en la información y los estándares disponibles, como los requisitos aplicables o relevantes y apropiados (ARARs, por sus siglas en inglés), la orientación a considerarse (TBC, por sus siglas en inglés) y los niveles basados en el riesgo específicos del Lugar. De acuerdo con el Plan de Contingencia Nacional de Contaminación de Petróleo y Sustancias Peligrosas (NCP, por sus siglas en inglés) y la guía de RI/FS, los RAO deben incluir sustancias químicas de interés (COC), rutas

de exposición y receptores. Se desarrollaron RAOs para suelos y aguas subterráneas.

La sección 121(d) de CERCLA, enmendada, requiere que cualquier acción de remedio debe, como mínimo, lograr la protección general de la salud humana y el medio ambiente y cumplir con los ARAR. La acción de aguas subterráneas propuesta será un remedio interino a fin de evitar exposición mientras el agua subterránea exceda los estándares de agua potable y permitirá que la EPA evalúe más a fondo la atenuación, migración y los efectos del remedio del suelo.

Los RAOs son los siguientes:

Suelos:

- RAO 1: Prevenir la exposición humana al suelo contaminado a través de la ingestión y la inhalación que excedan riesgos inaceptables.
- RAO 2: Prevenir la exposición al suelo contaminado por receptores ecológicos (a través del contacto directo, la ingestión y la absorción en la cadena alimenticia) que excedan riesgos inaceptables
- RAO 3: Prevenir la migración de suelos contaminados a aguas superficiales, sedimentos, y aguas subterráneas.

Agua subterránea:

- RAO 4: Prevenir la exposición a través del contacto directo, ingestión o inhalación de vapores a aguas subterráneas contaminadas en concentraciones que excedan riesgos inaceptables.

El modelaje de la agua subterránea estima que la atenuación natural, inclusive con tratamiento activo, como se evaluó en el FS, podría tomar varios siglos para restaurar el agua subterránea. Por lo tanto, no se desarrolló un RAO específico para el remedio interino.

Metas preliminares de remedio

El desarrollo de metas de remedio y PRGs es un requisito del NCP (40 CFR 300.430(e)(2)(i)). La identificación y selección de los PRG generalmente se basa en los RAO, los usos actuales y futuros previstos del suelo y los ARAR que han sido identificados tentativamente. Los PRG generalmente se presentan como valores específicos de sustancias químicas y medios que abordan directamente los RAO.

La EPA ha establecido PRGs que utilizará para limpiar el suelo contaminado del Lugar. Los PRG para el Lugar se muestran en la **Tabla C**, a continuación.

Tabla C. Identificación de PRGs

Área de interés/medio	Contaminante ¹	PRG
Propiedad BRC – Suelo	Plomo	800 mg/kg ⁵
	Arsénico	5.8 mg/kg
Zanja de Drenaje del Este – Suelo	Plomo	355 mg/kg ²
		134 mg/kg ³
Área Residencial Suelo	Plomo	400/200 mg/kg ⁴

1 – El cromo, el antimonio y el cadmio también son contaminantes ecológicos de preocupación en los suelos del Lugar, pero no se desarrollaron PRGs para estos metales porque están colocados con plomo.

2 – PRG basado en el riesgo para la salud humana basado en el uso recreativo futuro de los suelos dentro del Drenaje del Este.

3 – PRG derivado para el riesgo ecológico, basado en la exposición al plomo de la paloma terrestre común, utilizado como objetivo secundario para garantizar que se alcance la concentración promedio de 134 mg/kg dentro del suelo del Drenaje del Este.

4 – Para lograr una meta de reducción del riesgo de plomo consistente con hallazgos toxicológicos recientes, la concentración promedio de plomo en la superficie del área remediada debe ser igual o inferior a 200 mg/kg, sin un solo punto por encima de 400 mg/kg, lo que corresponde a un nivel de plomo en sangre infantil de 5 µg/dL.

5 – PRG basado en el riesgo para la salud humana basado en el uso comercial futuro del suelo en la Propiedad BRC, que se basa en los parámetros predeterminados de la Metodología de Plomo para Adultos (ALM) en un BLL objetivo de 5 µg/dL y una tasa de ingestión de suelo/polvo de 67 mg/día para un trabajador al aire libre.

Aunque no se desarrollaron PRGs para las aguas subterráneas, los criterios de cernimiento del RI basado en el menor de los requisitos químicos específicos aplicables o relevantes y apropiados o ARARs (p. ej., los estándares de calidad del agua de Puerto Rico y los niveles máximos de contaminantes MCL federales, así como los niveles de cernimiento regionales [RSLs, por sus siglas en inglés]), se utilizaron para ayudar a definir la extensión de los medios contaminados y se utilizarán para evaluar los datos de aguas subterráneas recopilados en el futuro. Los criterios de cernimiento del RI para las aguas subterráneas se enumeran en la **Tabla D**, a continuación.

Tabla D. Criterios de cernimiento para las aguas subterráneas

Área de interés/medio	Contaminante ¹	PRG
Agua subterránea	cis-1,2-DCE	70 µg/L
	trans-1,2-DCE	100 µg/L
	TCE	5 µg/L
	Cloruro de vinilo	0.22 µg/L
	Arsénico	10 µg/L
	Plomo	15 µg/L

Además, los niveles de cernimiento de intrusión de vapor para TCE y cloruro de vinilo de 1.18 µg/L y 0.15 µg/L, respectivamente se utilizarán para determinar si la

intrusión de vapor representa una preocupación.

RESUMEN DE ALTERNATIVAS DE REMEDIO

El artículo 121(b)(1) de CERCLA, 42 U.S.C. 9621(b)(1) requiere que cada remedio seleccionado para el Lugar proteja la salud humana y el medio ambiente, sea costo-efectiva, cumpla con otras leyes estatutarias y utilice soluciones permanentes y tecnologías de tratamiento alternativas y alternativas de recuperación de recursos en la máxima medida posible. Además, el estatuto incluye una preferencia por el uso del tratamiento como elemento principal para la reducción de la toxicidad, movilidad o volumen de las sustancias peligrosas.

De acuerdo con el NCP (40 CFR §300.430) y la *Guía para realizar investigaciones correctivas y estudios de viabilidad* bajo CERCLA de la EPA, cada alternativa se evaluó utilizando la evaluación de los nueve criterios, es decir, la protección general de la salud humana y el medio ambiente, cumplimiento con los ARARs, la efectividad y permanencia a largo plazo, la reducción de la toxicidad, la movilidad o el volumen por medio del tratamiento, la efectividad a corto plazo, la posibilidad de implantarse, el costo y la aceptación del gobierno y la comunidad.

En esta sección del Plan Propuesto se resume la alternativa interina para remediar las aguas subterráneas y las alternativas para remediar los suelos. Descripciones detalladas de las alternativas de remedio para el suelo se encuentran en el Informe de FS del Lugar.

Alternativa interina para remediar las aguas subterráneas contaminadas - programa de monitoreo y controles institucionales

Estimados del modelo de aguas subterráneas estima que la atenuación natural, incluso con la adición de un tratamiento activo, como se evaluó en el FS, podría tardar varios siglos en restaurar las aguas subterráneas. La presencia de limo y arcilla en el Lugar y la longitud del penacho de cloruro de vinilo puede resultar en período más extenso para la degradación de COVs. Por lo tanto, como remedio interino se estaría realizando un programa de monitoreo de aguas subterráneas y CIs, para evaluar la reducción de sustancias peligrosas; tales como el arsénico, plomo, y los COVs, y para asegurar que se protejan los receptores, respectivamente.

Se realizarían muestreos anuales durante un mínimo de ocho años, para recopilar datos y realizar análisis estadísticos de las concentraciones de los contaminantes en pozos individuales. Además, los datos recopilados se utilizarían para evaluar la atenuación natural, migración,

y los efectos del remedio del suelo. Basado en los resultados, el programa de monitoreo se puede extender más allá de los ocho años iniciales. Para propósitos de estimar los costos, se asume que el programa de monitoreo es de 30 años. Se tomarían muestras de los pozos anualmente para COVs, arsénico, plomo, parámetros geoquímicos (es decir, nitrato/nitrito, sulfato, sulfuro, amoníaco, alcalinidad, cloruro, hierro ferroso, metano etano eteno (MEE y carbono orgánico total) y parámetros de campo. Se realizará un PDI para determinar si se deben instalar pozos de monitoreo adicionales en el Lugar y verificar la ausencia de material fuente de COV en la zona vadosa.

Se prevé que el remedio preferido para el suelo reduzca el arsénico y el plomo en las aguas subterráneas. Si bien, no existen pozos de agua potable en el área de contaminación (penacho de agua subterránea), se utilizarán CIs para prevenir la exposición. Los CIs incluirían controles gubernamentales, como leyes o reglamentos existentes en Puerto Rico, que sirvan para restringir el uso de aguas subterráneas contaminadas al restringir la instalación de pozos hasta que el acuífero se restablezca a los estándares de calidad de agua potable. También se implantarán CIs en forma de dispositivos informativos, como avisos o avisos publicados en periódicos y cartas periódicas enviadas a las autoridades gubernamentales locales sobre la necesidad de limitar la extracción de agua o la construcción de pozos nuevos, a menos que se realicen las investigaciones apropiadas de intrusión de vapor y/o se tomen medidas de mitigación.

El costo actual estimado total para esta acción interina para el agua subterránea es de \$1.56 millones.

Alternativas de acción para remediar el suelo contaminado

El tiempo de construcción para cada alternativa refleja solo el tiempo real requerido para construir o implementar la acción y no incluye el tiempo requerido para diseñar el remedio, negociar el desempeño del remedio con cualquier posible parte responsable (PRP) o procurar contratos para el diseño y la construcción.

Elementos comunes

Se asume que los elementos comunes están incluidos en cada alternativa para remediar el suelo. Los siguientes elementos comunes no aplican a la alternativa de no acción.

Controles institucionales (CIs) – Los CIs (p.ej., notificaciones a la comunidad y restricciones de escritura, y/o notificaciones) restringirían el perturbar y/o usar áreas donde sustancias peligrosas, que incluyen plomo y/o

arsénico permanecen por encima de los niveles que permitirían un uso ilimitado y una exposición sin restricciones (UU/UE, por sus siglas en inglés) o que potencialmente comprometerían la acción de remedio implantada. Los CIs no se estarían implantando en las áreas residenciales. Los CIs solo se asumen bajo las Alternativas S2A, S2B, S3 y S4.

Suelos residenciales – Los suelos contaminados dentro del área residencial se removerían para su disposición bajo todas las alternativas para remediar los suelos. El alcance de la remoción tendría como meta concentraciones de plomo superiores al PRG de 400 mg/kg con un promedio por debajo de 200 mg/kg, lo que resultaría en un escenario UU/UE para las áreas residenciales. El suelo contaminado generado dentro del área residencial se clasificaría como desperdicio sólido no peligroso.

Demolición de edificios/estructuras – La Propiedad BRC está actualmente inactiva y desocupada con varios edificios/estructuras (Figura 3). Durante el RI, los resultados de las muestras indicaron niveles elevados de contaminación en el suelo debajo de varios de los edificios/estructuras. Para remediar los suelos debajo de los edificios/estructuras, estos serán demolidos para facilitar el acceso al suelo. Además, debido a los altos niveles de plomo en las estructuras existentes, equipos y materiales no se pueden utilizar. Si no se atienden, las estructuras y el equipo restante se deteriorarán, aumentando la probabilidad de una liberación mayor al medio ambiente. Los escombros de edificios/estructuras demolidas se descontaminarían y se dispondrán como desperdicios no peligrosos en una instalación comercial autorizada para disposición fuera del Lugar dentro de Puerto Rico. La demolición de edificios/estructuras solo se asume bajo las Alternativas S3, S4 y S5. Las estructuras y las áreas asfaltadas cubren aproximadamente el 50 % de los 16 acres de la Propiedad BRC.

Monitoreo: Excepto para la Alternativa S5, todas las alternativas requerirán monitoreo y mantenimiento a largo plazo, particularmente las alternativas que incluyen el componente de contención. Se espera que las alternativas presentadas para remediar el suelo contaminado aborden migración adicional del suelo contaminado a las aguas subterráneas. Luego del remedio del suelo, el programa de monitoreo bajo la alternativa interina del agua subterránea ayudara determinar si el remedio de suelo es efectivo.

Revisiones quinquenales del Lugar: Para los remedios donde sustancias peligrosas, o contaminantes que van a

permanecer en el Lugar por encima de los niveles que permiten el uso sin restricciones y la exposición ilimitada, el requisito estatutario para revisiones quinquenales es activado por la implantación de esta acción para que el remedio continúe protegiendo la salud humana y el medio ambiente. Las Alternativas 2 a la 5 estarán sujetas a estas revisiones quinquenales, las cuales son requeridas por el artículo 121 (c) de la ley del Superfondo.

Alternativa 1 – Ninguna acción

Costo capital total: \$ 0

Operación y mantenimiento: \$0

Costo total actual: \$0

Plazo estimado de construcción: N/A

El NCP requiere que se desarrolle la alternativa de “Ninguna Acción” como una línea base para comparar otras alternativas de remedio. Esta alternativa dejaría el suelo contaminado en el Lugar dentro de las áreas potenciales de preocupación en su estado actual, y no se iniciaría ninguna acción correctiva para abordar el suelo contaminado o mitigar los riesgos inaceptables asociados para la salud humana o el medio ambiente. Los suelos contaminados no se abordarían y se dejarían en la condición actual y potencialmente podrían continuar migrando fuera del Lugar a las áreas circundantes.

Alternativa S2A – Cubierta en el Lugar de suelos contaminados, excavación selectiva y disposición fuera del Lugar

Costo capital total: \$ 8.4 millones

Operación y mantenimiento: \$23,000 por año

Costo total actual: \$8.7 millones

Plazo estimado de construcción: 1 año

Suelos residenciales – Suelos contaminados dentro del área residencial serían excavados y eliminados como desperdicio no peligroso fuera del Lugar en una instalación comercial que cumpla con los permisos requeridos.

Propiedad BRC - El suelo contaminado que exceda los PRGs fuera de la huella de edificios/estructuras y pavimentos de asfalto se contendrían con una capa *in situ* mediante la construcción de una barrera de exposición. Para los propósitos del FS, una barrera de exposición se construiría predominantemente utilizando tierra. Se asume que el espesor de la barrera de exposición representativa será de 24 pulgadas (18 pulgadas de relleno común limpio [subsuelo] y 6 pulgadas de medio

de crecimiento sobre el geotextil como capa marcadora). El material del suelo para la construcción de la cubierta se adquiriría de una fuente comercial cercana identificada durante la fase del RD. Se tomaría una muestra del material de suelo importado antes de su colocación para confirmar que el material está libre de contaminantes (es decir, por debajo de los PRGs). Las 6 pulgadas del medio de crecimiento pueden modificarse, si es necesario, para sustentar la semilla para la revegetación. Es posible que se requiera la nivelación de ciertas partes del área si la nivelación actual no garantiza un drenaje positivo hacia el este, hacia el Drenaje del Este, manteniendo los patrones de drenaje natural existentes. Los materiales y espesores supuestos se refinarían, si fuera necesario, durante el proceso de RD. Para propósitos de estimación de costos, monitoreo periódico, incluyendo mantenimiento de la vegetación se realizaría después de que se implemente el remedio.

Bajo esta alternativa, las losas de concreto de edificios/estructuras y el pavimento de asfalto se repavimentarían para brindar una contención *in situ* adecuada del suelo contaminado que exceda los PRGs debajo de los edificios/estructuras. Un mínimo de 6 pulgadas de asfalto y 4 pulgadas de concreto se colocarían sobre las áreas de pavimento de asfalto existentes y losas de concreto de edificios/estructuras, respectivamente.

Drenaje del Este – Recubrimiento *in situ* de los suelos que excedan los PRGs dentro del Drenaje del Este se lograría mediante la colocación de una cubierta blindada. Una cubierta blindada se construiría predominantemente con material rocoso (escollo o grava). El espesor de la cubierta blindada representativa sería de aproximadamente 18 pulgadas. Antes de colocar la cubierta blindada, se limpiaría el Drenaje del Este de la vegetación existente y se nivelaría para asegurar un drenaje positivo hacia el norte. Se instalaría un material geotextil para estabilizar los taludes de las zanjas de drenaje y servir como capa de lecho para el material rocoso. El material de roca limpia (grava o escollera) necesario para la construcción de la cubierta se adquiriría de una fuente comercial cercana.

Alternativa S2B – Cubierta *in situ* de los suelos contaminados de BRC, excavación y disposición fuera del Lugar para el material del drenaje del este, y excavación y contención *in situ* de suelos residenciales
Costo capital total: \$ 9.7 millones

Operación y mantenimiento: \$15,000 por año
Costo total actual: \$10 millones
Plazo estimado de construcción: 1 año

Propiedad BRC - Bajo esta alternativa, se realizaría una capa *in situ* sobre el suelo contaminado dentro de la Propiedad BRC como se describe en la Alternativa S2A. Los suelos contaminados excavados del área residencial se esparcirían dentro de la Propiedad BRC para su contención *in situ* y cubiertos por una barrera de exposición, similar a la Alternativa S2A, que consistiría en relleno limpio, geotextil y un medio de crecimiento para la vegetación. El suelo contaminado contenido se nivelaría para garantizar que las escorrentías drenen hacia el Drenaje del Este, manteniendo los patrones de drenaje natural existentes.

Drenaje del Este - El suelo contaminado dentro del Drenaje del Este se excavaría para su disposición fuera del Lugar. Se asume que aproximadamente 25% del suelo contaminado que será excavado se caracterizaría como desperdicio potencialmente peligroso para propósitos de tratamiento y disposición. El volumen de suelo contaminado caracterizado como desperdicio peligroso se trataría/estabilizaría usando una modificación de una mezcla con fosfato y se eliminaría como desperdicio no peligroso en una instalación comercial autorizada para disposición fuera del Lugar en Puerto Rico. El resto del volumen de suelo contaminado excavado se eliminaría como desperdicio no peligroso en una instalación de disposición comercial autorizada fuera del Lugar dentro de Puerto Rico.

Se colectarían muestras de suelo de confirmación en las paredes laterales y el fondo de la excavación. Luego de la excavación y la recolección de muestras de suelo confirmadas, el área excavada se nivelaría para proporcionar un drenaje positivo. Se colocaría una capa superficial de medio de crecimiento de 6 pulgadas para la revegetación. Los medios de crecimiento pueden modificarse, si es necesario, para sustentar la semilla para la revegetación. Antes del establecimiento de la vegetación, se colocaría una capa de control de erosión para limitar la erosión y evitar daños por erosión. El relleno importado se analizaría antes de su colocación para confirmar que el material está libre de contaminantes (es decir, por debajo de los PRGs).

Alternativa S3 – tratamiento *in situ* de suelos contaminados, excavación y disposición fuera del Lugar del material del Drenaje del Este y los suelos residenciales

Costo capital total: \$ 20.1 millones
Operación y mantenimiento: \$70,000 por año
Valor neto actual total: \$20.3 millones
Plazo estimado de construcción: 1 año

La Alternativa S3 se enfoca en el tratamiento in situ de estabilización/solidificación del suelo contaminado de la Propiedad BRC. Los suelos contaminados dentro del Drenaje del Este y las áreas residenciales se excavarían y se dispondrían en una instalación de disposición comercial autorizada fuera del Lugar dentro de Puerto Rico.

Los edificios/estructuras y el pavimento asfáltico ubicados dentro de la Propiedad BRC serían demolidos para facilitar el acceso al suelo contaminado debajo de estos.

Propiedad BRC - Según esta alternativa, el suelo contaminado dentro de la Propiedad BRC recibiría tratamiento in situ. Se asume que el tratamiento in situ es estabilización/solidificación y/o estabilización mediada biológicamente utilizando bacterias que producen carbonato de calcio (CaCO₃). El tratamiento in situ reduciría la biodisponibilidad (y por tanto la toxicidad) y la movilidad de los contaminantes dentro del suelo contaminado. Durante la fase de RD, se realizaría un estudio de tratabilidad específico para el Lugar para determinar la efectividad de la tecnología de tratamiento en el entorno del Lugar.

Se anticipa que la modificación de la mezcla con fosfato se trabajará con rotomoldeo en el suelo contaminado hasta una profundidad de 1 pie por debajo de la superficie del suelo. Para suelos contaminados en intervalos entre profundidades de 1 a 4 pies y de 4 a 8 pies, se utilizarían otros métodos mecánicos como excavadoras hidráulicas y/o mezcla con barrena para la mezcla de modificaciones de mezclas con fosfato *in situ*.

Drenaje del Este - El suelo contaminado se excavaría para su disposición fuera del Lugar de manera similar a la Alternativa S2B.

Alternativa S4 – Excavación de suelos contaminados, estabilización *ex situ* y contención

Costo capital total: \$ 17.5 millones
Operación y mantenimiento: \$9,000 por año
Costo total actual: \$17.7 millones
Plazo estimado de construcción: 1.5 años

Propiedad BRC - El suelo contaminado dentro de la Propiedad BRC se excavaría para la contención en un repositorio que se construiría dentro de los límites de la Propiedad BRC. Se asume que el 50 por ciento del total

del suelo contaminado que se genere durante la excavación se caracterizaría como desperdicio peligroso. El suelo contaminado caracterizado como desperdicio peligroso se trataría/estabilizaría utilizando una modificación mezclada con fosfato para la contención en un repositorio que se construiría dentro de la Propiedad BRC. Se asume que el resto del volumen de suelo contaminado excavado se caracteriza como desperdicio no peligroso y no requeriría tratamiento/estabilización antes de la contención. El suelo contaminado dentro de la huella del repositorio no se excavaría, ya que la construcción de este servirá de cubierta a el suelo contaminado.

Drenaje del Este - Los suelos contaminados se excavarían de manera similar a la Alternativa S2B para la contención *in situ* en un depósito diseñado que se construiría dentro de la Propiedad BRC.

Repositorio - Durante la fase de RD, se refinará la localización del **repositorio** dentro de la Propiedad BRC. Además, también se podrían desarrollar múltiples repositorios más pequeños.

Basado en el volumen de suelo contaminado que requiere consolidación, la huella estimada y la ubicación de un depósito en el Lugar se ilustra en la **Figura 5**. Se asume que el depósito en el Lugar ubicará en la esquina noreste de la Propiedad BRC con una huella aproximada de 3 acres y una altura aproximada de 12 pies. Se asume que el repositorio se diseñaría y construiría para garantizar un drenaje positivo de las aguas pluviales hacia el este, hacia el Drenaje del Este, manteniendo los patrones de drenaje natural existentes en el Lugar.

Alternativa 5 – Excavación de suelo contaminado y disposición fuera del Lugar

Costo capital total: \$ 37.7 millones
Operación y mantenimiento: \$0
Costo total actual: \$37.7 millones
Plazo estimado de construcción: 1.5 años

La Alternativa S5 implicaría excavación del suelo contaminado en la Propiedad BRC, en el Drenaje del Este, y las áreas residenciales seguido por disposición fuera del Lugar. La excavación del suelo contaminado sería transportada y se dispondrá en una instalación de disposición comercial autorizada fuera del Lugar en Puerto Rico. Todos los edificios/estructuras y el pavimento asfáltico ubicados dentro de la Propiedad BRC

serían demolidos para facilitar el acceso al suelo contaminado debajo de estos.

Se tratará el suelo con concentraciones de plomo mayores o iguales al PRG de 800 mg/kg (es decir, basado en uso industrial no residencial/contacto directo con trabajadores). CIs serían implantados para esta alternativa porque el suelo con concentraciones de plomo iguales a 800 mg/kg permanecería en el Lugar.

Parte del suelo contaminado que se excavará dentro de la Propiedad BCR, y en el Drenaje del Este se asume que se caracterizaría como desperdicio peligroso para fines de tratamiento y disposición. El suelo contaminado excavado caracterizado como desperdicio peligroso, que ha sido estabilizado, y el suelo contaminado caracterizado como un desperdicio potencialmente no peligroso se cargaría y transportaría para su disposición fuera del Lugar en una instalación de disposición comercial dentro de Puerto Rico y que cumple con los permisos requeridos.

EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE REMEDIO

La EPA utiliza nueve criterios para evaluar individualmente las alternativas de remedio y las compara para seleccionar un remedio. Los criterios se describen en el recuadro de esta página.

Dado que la acción propuesta para el agua subterránea es un remedio interino, se llevó a cabo una evaluación de los criterios relevantes y se proporciona aquí. Basándose en la información disponible en la actualidad, la EPA considera que la acción interina propuesta para las aguas subterráneas cumple con el criterio de umbral de ser protectora de la salud humana y del medio ambiente hasta que se implemente un remedio final para el Lugar. Aunque los ARARs específicos de sustancias químicas no se cumplirán mediante esta acción propuesta, la acción interina proporciona protección a corto plazo al limitar el uso o acceso al agua subterránea. La EPA considera que los CIs limitarán el uso del agua subterránea y se pueden poner en práctica implementables, mientras se implementa la solución del suelo. Aunque el remedio interino para las aguas subterráneas no reducirá la toxicidad, movilidad o volumen, estos factores se considerarán como parte del remedio final para las aguas subterráneas. El Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico concuerda con la solución provisional preferida de la EPA para las aguas subterráneas.

Para el suelo, esta sección del Plan Propuesto resume el

CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA ALTERNATIVAS DE REMEDIO DEL SUPERFONDO

La protección general de la salud humana y el medio ambiente determina si una alternativa elimina, reduce o controla las amenazas a la salud pública y al medio ambiente por medio de controles institucionales, controles de ingeniería o tratamiento.

El cumplimiento de los ARAR evalúa si la alternativa cumple con todos los requisitos aplicables o relevantes y apropiados de los estatutos ambientales federales y estatales y otros requisitos que pertenecen al Lugar, o si proporciona motivos para invocar una exención.

La efectividad y la permanencia a largo plazo consideran la capacidad de una alternativa para mantener la protección de la salud humana y el medio ambiente al paso del tiempo.

La reducción de la toxicidad, movilidad o volumen por medio del tratamiento es el desempeño anticipado de las tecnologías de tratamiento que una alternativa puede emplear.

La efectividad a corto plazo considera el período de tiempo necesario para implantar una alternativa y los riesgos que la alternativa puede representar para los trabajadores, los residentes y el medio ambiente durante la implantación.

La posibilidad de implantación es la viabilidad técnica y administrativa de implantar la alternativa, incluida la disponibilidad de materiales y servicios.

El costo incluye los costos estimados de operación y mantenimiento anuales y de capital, así como los costos actuales. El costo del valor presente es el costo total de una alternativa a lo largo del tiempo en términos del valor en dólares de hoy. Se espera que los estimados de costos sean precisos dentro de un rango de +50 a -30 por ciento.

Aceptación del Estado Libre Asociado de Puerto Rico (o la agencia de apoyo, DNRA) considera si el Estado está de acuerdo con los análisis y recomendaciones de la EPA, tal como se describen en el RI/FS y el Plan Propuesto.

La aceptación de la comunidad considera si la comunidad local está de acuerdo con los análisis y la alternativa preferida de la EPA. Los comentarios recibidos sobre el Plan Propuesto son un indicador importante de la aceptación por parte de la comunidad.

rendimiento relativo de cada alternativa con los nueve criterios de evaluación de umbral y de equilibrio, señalando cómo se compara con las otras opciones que están en consideración. El análisis comparativo completo de las alternativas se encuentra en el FS.

Protección general de la salud humana y el medio ambiente:

De las seis alternativas de remedio retenidas, solo la alternativa de “No acción” (es decir, la Alternativa S1) no brindaría protección a la salud humana y el medio ambiente. Las alternativas S2A, S2B, S3, S4 y S5 protegerían la salud humana y el medio ambiente y lograrían los RAOs.

Para todas las alternativas (excepto la Alternativa S1), el potencial de exposición humana y ecológica (a partir de la ingestión o inhalación de plomo y otros metales co-localizados) se reduciría a través de acciones de remedio (eliminación y/o aislamiento de contaminantes), implantación de y cumplimiento a los CIs y restricciones de controles de acceso para alcanzar los RAOs 1 y 2.

Para todas las alternativas (excepto la Alternativa S1), la movilidad y la migración del suelo contaminado con los COCs se reducirían por medio de remoción de los contaminantes y/o aislación para alcanzar el RAO 3.

Cumplimiento con los requisitos aplicables o pertinentes y apropiados (ARARs, por sus siglas en inglés)

La Alternativa S1 no cumple con los ARAR específicos de sustancias químicas porque no se tomaría ninguna medida para abordar el suelo contaminado. Por lo tanto, esta alternativa recibió una calificación de “inaceptable”. La acción de remedio implantada bajo las alternativas restantes (Alternativas S2A, S2B, S3, S4 y S5) cumpliría con los ARAR específicos de acción, ubicación y producto químico identificados para la acción correctiva para el suelo del Lugar.

Los ARAR específicos de sustancias químicas para el aire serían pertinentes para las Alternativas S2A, S2B, S3, S4 y S5. El cumplimiento de los ARAR de calidad del aire se lograría mediante la implantación de las mejores prácticas de gestión (BMP, por sus siglas en inglés), que incluyen medidas de supresión de polvo y erosión. Se llevaría a cabo monitoreo de aire durante trabajos intrusivos para monitorear el polvo que podría afectar a la comunidad circundante.

Los ARAR específicos de ubicación para las Alternativas S2A, S2B, S3, S4 y S5 se refieren al trabajo que afecta a especies amenazadas o en peligro de extinción y al trabajo realizado dentro o adyacente a zonas inundables o humedales. Las acciones se llevarían a cabo de manera que eviten afectar negativamente a estas especies o los recursos hídricos.

Los ARARs específicos para acciones serían pertinentes para todas las alternativas (S2A, S2B, S3, S4 y S5). La excavación y la disposición fuera del Lugar son elementos comunes en todas las alternativas, por lo tanto, el cumplimiento con los Requisitos de Eliminación

Regulada (LDRs) es necesario en todas ellas. El cumplimiento se lograría a través de la caracterización de los residuos generados durante la excavación de suelos contaminados. Si efectivamente se generara algún residuo peligroso con características específicas, los LDRs se cumplirían antes de su disposición.

Las actividades bajo cada alternativa se llevarán a cabo de manera que cumplan con los requisitos sustantivos de varias leyes y regulaciones de implantación identificadas.

Eficacia y permanencia a largo plazo

La Alternativa S1 no proporciona efectividad y permanencia a largo plazo ya que no se tomaría ninguna acción correctiva. Bajo las Alternativas S2A, S2B, S3 y S4, los suelos contaminados permanecerían en el Lugar. La eficacia y la permanencia a largo plazo se lograrían mediante el aislamiento (contención y/o estabilización) de los contaminantes dentro del suelo contaminado. Bajo las Alternativas S2A, S2B, S3 y S4, los suelos contaminados se mantendrían en su lugar en diferentes grados, y los tratamientos requerirían un mantenimiento a largo plazo para garantizar la protección. La magnitud de los riesgos residuales se eliminaría mediante la remoción de los suelos contaminados dentro del canal de drenaje oriental bajo las Alternativas S2B, S3, S4 y S5.

Para la Alternativa S2, la magnitud de los riesgos residuales se reduce ya que todos los suelos contaminados dentro de la Propiedad BRC y el Drenaje del Este serían contenidos en su lugar, sin tratamiento, bajo una cubierta, siempre y cuando se mantenga la cubierta. No obstante, las vías de exposición para los seres humanos y los receptores ecológicos se limitarían mediante el aislamiento físico de los suelos contaminados mediante un sólido sistema de contención diseñado in situ.

Para la Alternativa S2B, la magnitud del riesgo residual sería similar a la Alternativa S2A para la Propiedad BRC, pero los riesgos residuales para el Drenaje del Este se eliminarían mediante la remoción de los suelos contaminados.

Para la Alternativa S3, la magnitud del riesgo residual se reduciría mediante el aislamiento químico dentro de la Propiedad BRC. Se trataría todo el volumen de suelos contaminados para reducir la biodisponibilidad (y, por lo tanto, la toxicidad) o movilidad de los contaminantes, dejando el suelo contaminado en su lugar y reduciendo la

exposición a los seres humanos y a los receptores ecológicos. Sin embargo, la efectividad y permanencia a largo plazo del tratamiento de estabilización *in situ* depende de un monitoreo e inspección a largo plazo para medir la eficacia de la reducción de la biodisponibilidad de plomo y arsénico.

Para la Alternativa S4, los suelos contaminados serían excavados y desechados dentro de un repositorio de disposición en el Lugar que se ubicaría dentro de la Propiedad BRC. Aunque los suelos contaminados excavados serían depositados en un depósito bajo cubierta en el Lugar, podrían representar un riesgo de exposición o migración si las cubiertas diseñadas se dañaran o no se mantuvieran adecuadamente. Para proteger el remedio implantado, se debería llevar a cabo y mantener un monitoreo a largo plazo, CIs y restricciones de acceso. Fuera del área del depósito de eliminación en el Lugar, la Alternativa S4 proporcionaría efectividad y permanencia a largo plazo mediante una excavación completa. Por lo tanto, la efectividad a largo plazo es mayor que en las Alternativas S2A, S2B o S3.

La Alternativa S5 proporcionaría efectividad y permanencia a largo plazo mediante una excavación completa y la disposición fuera del Lugar de los suelos contaminados. Por lo tanto, la efectividad y permanencia a largo plazo es mayor que en las Alternativas S2A, S2B, S3 o S4.

Además, las cubiertas colocadas sobre los suelos contaminados en las Alternativas S2A y S2B podrían ser más susceptibles a los efectos del clima (por ejemplo, el aumento de la frecuencia de tormentas severas e inundaciones) en comparación con la huella más pequeña de la cubierta instalada en el repositorio de disposición en el Lugar bajo la Alternativa S4, si no se instalan o mantienen adecuadamente a largo plazo.

Por lo tanto, para las Alternativas S2A, S2B, S3 y S4, la efectividad y permanencia a largo plazo dependen de la integridad de los componentes del remedio y se lograrían mediante la implantación de las BMPs, inspecciones periódicas, monitoreo a largo plazo posterior a la construcción, mantenimiento y reparaciones según sea necesario para mantener la integridad de los controles de ingeniería. Los componentes del remedio, incluyendo los CIs y las restricciones de acceso, también requerirían monitoreo y mantenimiento de manera perpetua (excepto la Alternativa S5) para garantizar la integridad a largo plazo del remedio.

Reducción de la toxicidad, la movilidad o volumen (T/M/V, por sus siglas en inglés) mediante tratamiento

Las Alternativas S1 y S2A no logran reducir la toxicidad,

la movilidad o el volumen por medio del tratamiento, ya que el tratamiento no es un componente de estas alternativas.

La Alternativa S3 incluye tratamiento *in situ* del suelo dentro de la Propiedad BRC, lo que reduciría la biodisponibilidad (y por lo tanto la toxicidad) o la movilidad mientras deja el suelo contaminado en su lugar. Además, las Alternativas S2B y S3 incluyen la estabilización *ex situ* de los suelos contaminados excavados del Drenaje del Este mediante el uso de reactivos que resultarían en una reducción de la biodisponibilidad (y, por lo tanto, la toxicidad) y movilidad de los contaminantes en el suelo excavado.

Las Alternativas S4 y S5 incluyen la estabilización *ex situ* de una parte de los suelos contaminados excavados, lo que implica el uso de reactivos que reducirían la biodisponibilidad (y, por lo tanto, la toxicidad) y movilidad de los contaminantes en el suelo excavado. Este proceso de aislarlos física y químicamente puede aumentar el volumen.

Las Alternativas S1 y S2A no cumplen con la preferencia estatutaria de tratamiento como elemento principal de la acción correctiva. La Alternativa S3 cumpliría con la preferencia estatutaria de tratamiento como elemento principal de la acción correctiva. La preferencia estatutaria se cumpliría parcialmente en las Alternativas S2B y S4.

Eficacia a corto plazo

La Alternativa S1 no representaría riesgos a corto plazo para la comunidad o los trabajadores, y no habría impactos ambientales adversos ya que no se tomaría ninguna acción correctiva.

Las Alternativas S2A, S2B, S3, S4 y S5 implican la importación de material limpio (suelo y roca/grava) para fines de construcción del remedio (construcción de cubiertas y rellenos de excavación); por lo tanto, el tráfico de camiones representaría un riesgo a corto plazo para la comunidad y los trabajadores. En el caso de la Alternativa S5, habría un aumento significativo en el tráfico de camiones debido al transporte del suelo contaminado excavado para su eliminación fuera del Lugar, además de la importación de material limpio para relleno de la excavación. Las Alternativas S3, S4 y S5 podrían representar riesgos a corto plazo para los trabajadores debido al aumento significativo en el tráfico de camiones/equipos para el manejo en el Lugar de los suelos contaminados excavados. La Alternativa S4 tendría impactos adicionales a corto plazo para los trabajadores

debido a posibles riesgos de seguridad durante la construcción de un depósito en el Lugar.

Las Alternativas S3, S4 y S5 implican una demolición extensa y la disposición fuera del Lugar de edificios/estructuras dentro de la Propiedad BRC en comparación con las Alternativas S2A y S2B, lo que representa un riesgo a corto plazo para los trabajadores debido a la operación de maquinaria pesada y al polvo generado por los escombros de la construcción. Los riesgos a corto plazo para los trabajadores se mitigarían a través de medidas de seguridad como el uso de equipo de protección personal (EPP) (por ejemplo, botas con punta de acero), medidas de control de polvo, zonas de trabajo y otras prácticas de seguridad.

Se implantarían protocolos y técnicas de prevención de incendios (por ejemplo, planificación, marcos de tiempo de trabajo específicos, vigilancia contra incendios) para proteger a los trabajadores y a la comunidad y evitar impactos ambientales adversos. Los impactos del ruido se mitigarían mediante la implantación de horarios de trabajo adecuados para la construcción. Las emisiones de aire generadas por las actividades de construcción y transporte podrían causar impactos ambientales a corto plazo en áreas no afectadas. Se implantarían medidas de control de polvo y control de erosión, así como las BMPs según corresponda, para minimizar el impacto. El uso de equipos de baja emisión y la selección cuidadosa de recursos y materiales de tratamiento reducirían al mínimo los impactos ambientales a corto plazo.

La duración estimada de la construcción para las Alternativas S2A, S2B y S3 es de aproximadamente 1 año; mientras que para las Alternativas S4 y S5 es de aproximadamente 1.5 años. Por lo tanto, el impacto a corto plazo en la comunidad, los trabajadores y el medio ambiente sería un poco mayor para las Alternativas S4 y S5 en comparación con las Alternativas S2A, S2B y S3.

Posibilidad de implantación

La Alternativa S1 no tiene más acciones correctivas tomadas. Esta alternativa sería la más fácil de implantar, tanto técnica como administrativamente, porque no involucra ninguna acción.

Las Alternativas S3, S4 y S5 involucran modificaciones significativas a la Propiedad BRC que incluyen la demolición de edificios/estructuras existentes. Estas actividades, junto con otros componentes del remedio, presentarían mayores desafíos de implantación técnica en comparación con las Alternativas S2A y S2B, que implican la colocación de una cubierta sobre los suelos

contaminados en la Propiedad BRC, una demolición limitada de edificios/estructuras existentes y el uso de pavimento asfáltico como parte del sistema de contención.

Para la Alternativa S4, en general, la demolición de edificios/estructuras existentes (demolición limitada en las Alternativas S2A y S2B y una demolición más extensa en las Alternativas S3, S4 y S5), la construcción de un repositorio de disposición en el Lugar (Alternativa S4), los CIs y la operación y mantenimiento a largo plazo requerirían coordinación entre la EPA y varias entidades reguladoras de Puerto Rico. Agencias de Puerto Rico y la EPA, que regulan la disposición de tierras se consultarían con respecto a la implantación de las Alternativas S4 y S5.

La viabilidad técnica también difiere entre las Alternativas S2A, S2B, S3, S4 y S5 en términos de implantación debido a los volúmenes de material para disposición. Bajo las Alternativas S2A, S2B, S3, S4 y S5, se generarían aproximadamente 380 BCY (*bank Cubic Yard*, unidad de volumen), 4,140 BCY, 4,520 BCY, 0 BCY y 56,940 BCY, respectivamente, de suelo contaminado para su disposición fuera del Lugar. Bajo las Alternativas S2A y S2B, se generarían aproximadamente 18,200 toneladas de material de demolición de edificios/estructuras en comparación con las Alternativas S3, S4 y S5, donde se generarían aproximadamente 65,720 toneladas de material de demolición de edificios/estructuras para su disposición fuera del Lugar. Podrían surgir dificultades debido al número limitado de instalaciones de disposición dentro de Puerto Rico.

Para la Alternativa S3, las tecnologías de tratamiento de estabilización in situ requerirían estudios de tratabilidad para optimizar el rendimiento del método de tratamiento. El tratamiento in situ podría ser una tecnología especializada disponible comercialmente o podría ser una tecnología patentada con servicios y materiales no fácilmente disponibles en Puerto Rico, lo que requeriría una planificación a largo plazo y una mayor coordinación. Los materiales, servicios y equipos necesarios para la construcción (equipos de movimiento de tierras) están fácilmente disponibles comercialmente. Bajo las Alternativas S2A, S2B y S4, la implantación del monitoreo a largo plazo para la falla de contención sería sencilla en comparación con el monitoreo de la efectividad a largo plazo del tratamiento in situ bajo la Alternativa S3. Se requeriría equipo especializado y personal de construcción para la Alternativa S3.

Costos

Se utilizó una tasa de descuento del 7% para estimar los costos de cada alternativa. La Tabla E a continuación

resume los costos de valor presente para todas las alternativas de remedio evaluadas durante un período de 30 años (Años 0 a 30), excepto para la Alternativa S5, que no requiere monitoreo.

Tabla E. Resumen de costos de valor presente

Alternativa	Costos capitales	Costos de O&M (anual)	Costo presente ¹
S1	\$0	\$0	\$0
S2A	\$8,358,000	\$23,000	\$8,700,000
S2B	\$9,697,000	\$15,000	\$9,940,000
S3	\$20,131,000	\$7,000	\$20,330,000
S4	\$17,527,000	\$9,000	\$17,700,000
S5	\$37,731,000	\$0	\$37,730,000

¹ Se utilizó una tasa de descuento real del 7 por ciento para desarrollar los costos de valor presente para cada alternativa correctiva.

Estado Libre Asociado/ Aceptación de agencia de apoyo

El Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico está de acuerdo con la alternativa preferida de la EPA tal como se presenta en este Plan Propuesto.

Aceptación comunitaria

La aceptación de la comunidad hacia la alternativa preferida se evaluará después de que finalice el período de comentario público y se describirá en el Récord de Decisión, el documento en el cual la EPA selecciona formalmente el remedio para el Lugar.

ALTERNATIVAS PREFERIDAS

Basado en una evaluación de los datos del agua subterránea y las alternativas para remediar el suelo, la EPA propone el monitoreo y los CIs como una acción provisional para el agua subterránea, y la Alternativa S4 (excavación de suelos contaminados, estabilización *ex situ* y contención en el Lugar) como la alternativa preferida para remediar la contaminación del suelo en el Lugar.

La acción provisional propuesta para el agua subterránea incluye los siguientes componentes clave:

- Una investigación prediseño (PDI) para determinar si deberían instalar pozos en el Lugar y verificar la ausencia de material de origen en la zona vadosa.
- Un programa anual de monitoreo del agua subterránea para evaluar la atenuación natural, migración, y los efectos del remedio del suelo, y

- CIs en forma de controles gubernamentales, como las leyes o reglamentos existentes de Puerto Rico que sirven para restringir el uso de agua subterránea contaminada al restringir la instalación de pozos hasta que el acuífero se restablezca a los estándares de calidad de agua potable. También se implantarían CIs en forma de dispositivos informativos, como avisos o avisos publicados en periódicos y cartas periódicas enviadas a las autoridades gubernamentales locales sobre la necesidad de limitar la extracción de agua o nuevas construcciones, a menos que se realicen investigaciones apropiadas de intrusión de vapor y/o se tomen medidas de mitigación.
- La Alternativa S4 proporcionaría protección a la salud humana y al medio ambiente mediante la excavación, el tratamiento de estabilización *ex situ* y la contención en el Lugar, en conjunto con CIs, restricciones de acceso y monitoreo.

La Alternativa S4 tiene los siguientes componentes clave:

- Excavación del suelo dentro de todas las áreas de preocupación fuera del área del repositorio diseñado.
- Tratamiento/estabilización del suelo contaminado excavado mediante el uso de una enmienda mezclada con fosfato.
- Contención de los suelos tratados en un repositorio diseñado *in situ* y cubierto con una geomembrana, cuyo material y grosor se determinarían durante la fase de diseño del remedio (RD, por sus siglas en inglés).
- Muestreo y análisis confirmatorio posterior a la excavación.
- Relleno con material limpio en las áreas excavadas.
- Demolición de los edificios y estructuras restantes en la Propiedad BRC, incluyendo sumideros y cimientos.
- Establecer CIs en áreas no residenciales en forma de notificaciones a la comunidad y restricciones de escritura y/o avisos para limitar la perturbación y/o el uso de áreas donde las sustancias peligrosas, incluyendo plomo y/o arsénico, permanezcan por encima de niveles que permitan un uso ilimitado y una exposición no restringida, o que puedan comprometer potencialmente la acción que se vaya a implantar como remedio.
- Monitoreo a largo plazo.

El costo estimado en términos actuales para la acción interina en el agua subterránea es de \$1.56 millones y para la acción en el suelo (Alternativa S4) es de \$17.7 millones, para un costo total en términos actuales de \$19,260,000. Ésta es una estimación de costo de ingeniería que se espera esté dentro del rango de más 50 por ciento a menos 30 por ciento del costo real del proyecto. Más detalles sobre el costo se presentan en el Apéndice G del Informe del FS.

Dado que se prevé que el remedio preferido resultará en la presencia de sustancias peligrosas, contaminantes o agentes contaminantes en el Lugar por encima de niveles que permitirían un uso ilimitado y una exposición no restringida, de conformidad con la Sección 121(c) de CERCLA, se llevarán a cabo revisiones estatutarias no menos frecuentes de una vez cada cinco años para garantizar que el remedio siga siendo protector de la salud humana y del medio ambiente.

Justificación para la medida provisional para el agua subterránea

El remedio interino propuesto incluye un programa de monitoreo de aguas subterráneas y CIs para prevenir la exposición a corto plazo. Este remedio interino permite a la EPA evaluar más a fondo la atenuación, migración y efectos del remedio del suelo hasta que se seleccione un remedio final para el agua subterránea.

Basada en la información disponible en la actualidad, la EPA considera que esta acción interina es protectora de la salud humana y del medio ambiente hasta que se implemente un remedio final para el agua subterránea en el Lugar. Aunque esta acción interina no tiene la intención de abordar por completo los mandatos legales, limitará el uso o acceso al agua subterránea, reduciendo así los riesgos humanos asociados con la exposición y alcanzando el RAO para el agua subterránea.

Justificación de la preferencia del remedio para la Alternativa 4

La Alternativa S4, excavación de suelos contaminados, estabilización/tratamiento *ex situ* y contención, fue seleccionada como la alternativa preferida para el suelo debido a su facilidad de implantación, ofrecería una mayor permanencia en comparación con las otras alternativas de recubrimiento y se espera lograr una reducción sustancial y a largo plazo de riesgos a través del tratamiento de sustancias peligrosas, incluyendo arsénico y plomo en el suelo.

La alternativa preferida, Alternativa S4, incluye la excavación, tratamiento/estabilización y contención de materiales fuente asociados con los desechos de amenaza principal. Las vías de exposición a receptores humanos y ecológicos se abordarían mediante la excavación de suelo que exceda los PRGs de áreas selectas fuera de la huella del repositorio diseñado, tratamiento/estabilización y colocación en un repositorio diseñado que se construirá en la Propiedad BRC. Por lo tanto, la efectividad a largo plazo es mayor que en las Alternativas S2A, S2B o S3. Se implementarán CIs y monitoreo posterior a la construcción para asegurar la integridad del remedio.

Las Alternativas S3, S4 y S5 resultarían en la reducción de toxicidad y movilidad de contaminantes en el suelo. Sin embargo, en comparación con S5, la Alternativa S4 tiene menos impactos a corto plazo debido al tráfico de camiones (por ejemplo, emisiones), al tiempo que permite que la mayor parte del Lugar esté disponible para su reutilización, a un costo menor - \$17.7 millones en comparación con \$37.7 millones para la Alternativa S5. Además, la Alternativa S4 es más factible de implantar que la Alternativa S3.

Basándose en la información disponible en la actualidad, la EPA considera que la alternativa preferida para el suelo (Alternativa S4) cumple con los criterios de umbral (protección de la salud humana y el medio ambiente y cumplimiento con ARARs) y proporciona el mejor equilibrio de compensaciones en comparación con las otras alternativas en cuanto a los criterios de balance. La alternativa preferida cumple con los siguientes requisitos legales de la Sección 121 de CERCLA: 1) el remedio propuesto protege la salud humana y el medio ambiente; 2) cumple con los ARARs; 3) es rentable; 4) utiliza soluciones permanentes y tecnologías de tratamiento alternativo o tecnologías de recuperación de recursos en la medida máxima posible; y 5) satisface la preferencia por el tratamiento como un elemento principal. Se realizará monitoreo a largo plazo para asegurar la protección del remedio provisional en el agua subterránea y el remedio final en el suelo.

De acuerdo con la política Limpio y Verde de la Región 2 de la EPA, la EPA evaluará el uso de tecnologías y prácticas sostenibles con respecto a la implantación del remedio seleccionado.

Para obtener información adicional sobre la Alternativa Preferida de la EPA para el Lugar Superfondo de The Battery Recycling Company, comuníquese con:

Zolymer Luna Díaz,
Gerente de Proyectos
(787) 977-5844
Luna.zolymer@epa.gov

Lilliana Alemán,
Enlace Comunitario
787-977-5816
Alemanroman.lilliana@epa.gov

Brenda Reyes,
Enlace Comunitario
(787) 977-5869
Reyes.brenda@epa.gov

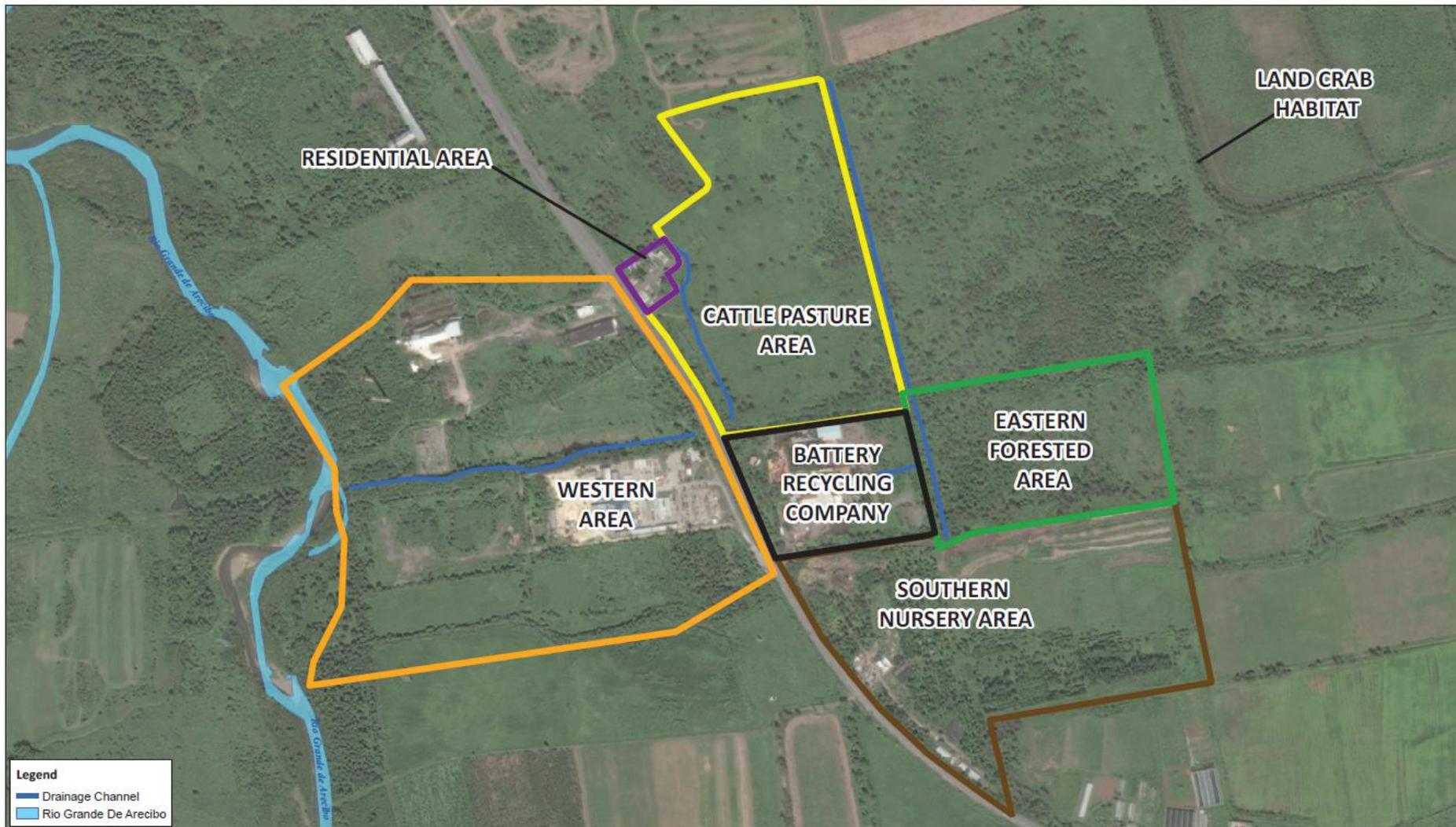
Dirección física y postal
U.S. EPA Región 2 División de Protección Ambiental
del Caribe

City View Plaza Edificio II, Suite 7000
Km 1.2, Carretera PR-165
Guaynabo, PR 00969

En la web en: www.epa.gov/superfund/battery-recycling-company o utilizando el código QR que se muestra a continuación.

Para obtener información general o hacer preguntas sobre el programa Superfondo de la EPA, comuníquese con el enlace público regional de la EPA: George Zachos, zachos.george@epa.gov o al (732) 321-6621 o de forma gratuita al (888) 283-7626.





Legend
 — Drainage Channel
 — Rio Grande De Arecibo



1 inch = 500 feet
 0 250 500 1,000
 Feet

Figura 2
Alrededores del Lugar BRC
Arecibo, Puerto Rico



- Furnace Location
- Kettle Location
- Slag Collection Unit
- Sump
- Battery Recycling Company (BRC) Property
- Drainage Channel
- Surface Water Flow

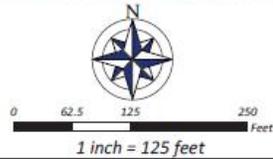
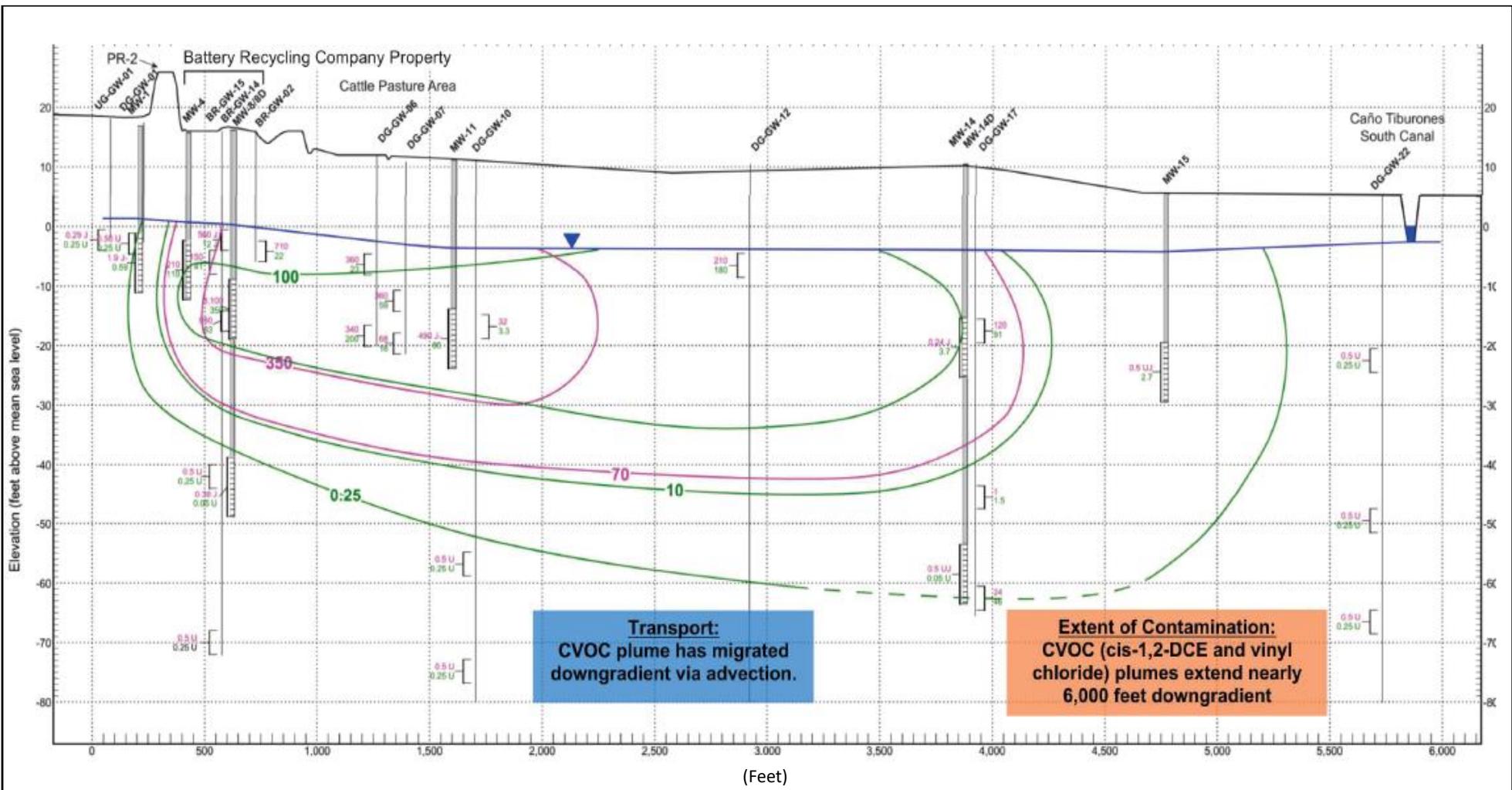


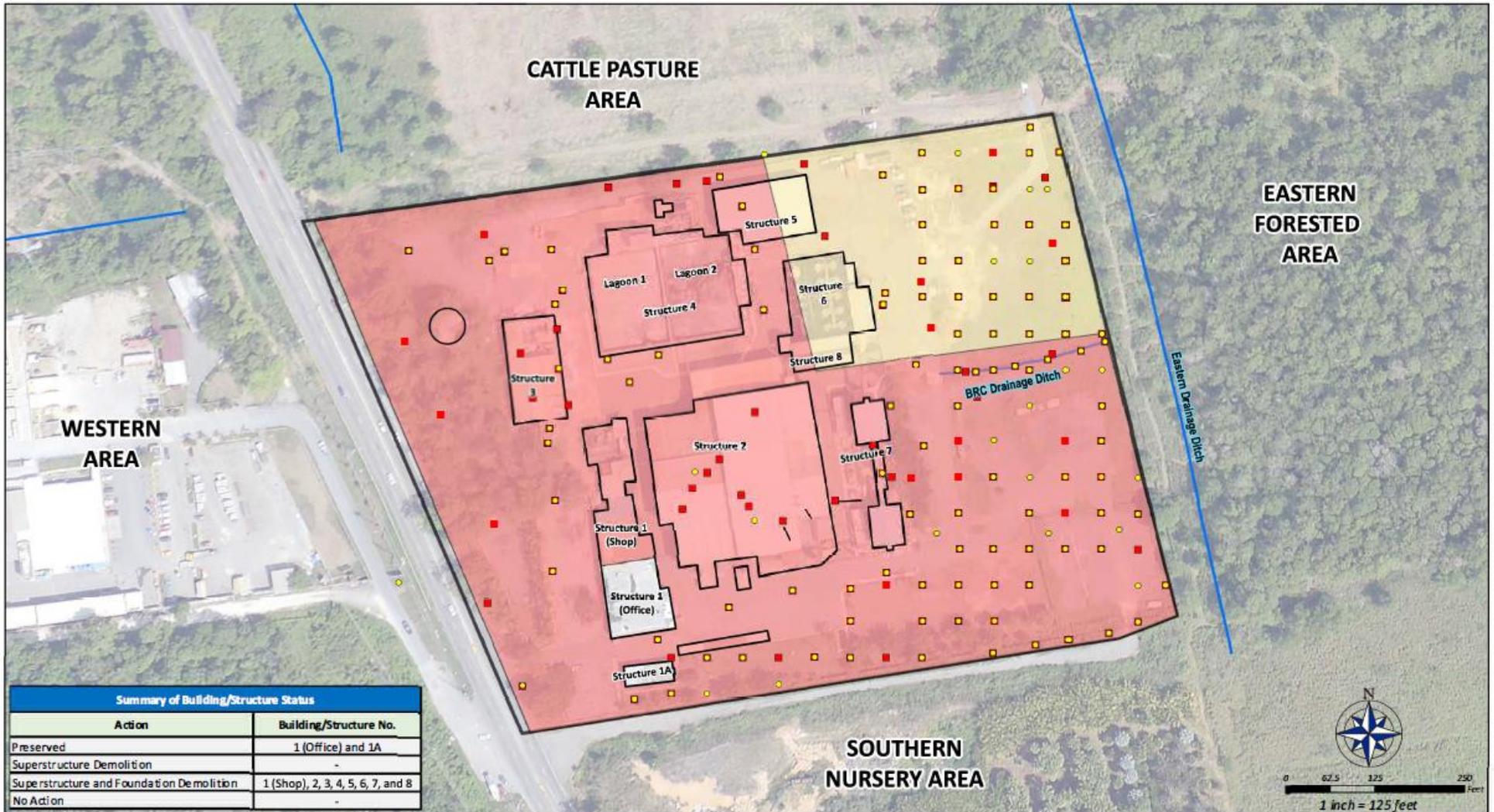
Figura 3
Identificación de estructuras del Lugar BRC
Arecibo, Puerto Rico



▭ Cis-1,2-DCE Isoconcentration Contour (Dashed Where Inferred) $\mu\text{g/L}$
▭ Vinyl Chloride Isoconcentration Contour (Dashed Where Inferred) $\mu\text{g/L}$

Figura 4
 Extensión contaminación agua subterránea del Lugar BRC
 Arecibo, Puerto Rico





Summary of Building/Structure Status	
Action	Building/Structure No.
Preserved	1 (Office) and 1A
Superstructure Demolition	-
Superstructure and Foundation Demolition	1 (Shop), 2, 3, 4, 5, 6, 7, and 8
No Action	-

- Battery Recycling Company Property
- Drainage Channel
- Building
- Locations Exceeding Lead and Arsenic PRGs:**
 - BRC Property Soil (0 to 1 ft bgs) Arsenic: ≥ 5.8 mg/kg
 - BRC Property Soil (0 to 1 ft bgs) Lead: ≥ 800 mg/kg
 - Extent of Excavation of Contaminated Soil within BRC Property (0 to 1 ft bgs)
 - Extent of On-Site Disposal Repository

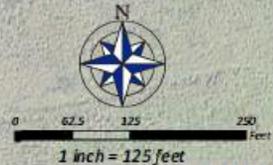


Figura 5
Alternativa S4 – Ubicación propuesta de
repositorio
Arecibo, Puerto Rico