

Agua Subterránea

Suministro de agua encontrado debajo de la superficie, por lo general, en acuíferos.

“Punto Caliente”

Area de tierra o agua subterránea altamente contaminada.

In-situ

Acciones que se llevan a cabo en su ubicación original. En relación a las acciones de remedio, **in-situ** se refiere a la limpieza en un lugar donde existe contaminación de la tierra o del agua subterránea.

Metales

Cualquiera de una clase de elementos químicos que tiene lustre y puede conducir electricidad.

Pozo de Monitoreo

Pozo usado ya sea para coleccionar muestras de agua subterránea, para pruebas de calidad del agua, o para medir los niveles del agua subterránea.

Lista Nacional de Prioridades (NPL)

Lista de la EPA de los sitios en Estados Unidos con problemas graves de residuos peligrosos abandonados o fuera de control y que son identificados para una limpieza a largo plazo de acuerdo al Programa Superfondo. Esta lista se actualiza anualmente.

No-carcinógenos

Sustancias químicas que no causan cancer pero que pueden causar otros efectos adversos a la salud.

Agente Oxidante

Sustancia química que acepta electrones.

Partes por miles de millones (ppmm)

Unidad de medida.

Pluma

Contaminación que se mueve de su fuente a lugares lejanos de la fuente.

Hidrocarburos Poliaromáticos

Grupo de compuestos orgánicos semi-volátiles.

Residuo que Constituye una Amenaza Principal

Materiales altamente contaminados que tienen producto libre o altas concentraciones de contaminación residual.

Plan Propuesto

Documento que resume todas las alternativas de limpieza que fueron estudiadas como parte del proceso de RI/FS y que identifica las alternativas de limpieza preferidas para un sitio.

Acta de la Decisión (ROD)

Documento que explica las acciones de limpieza que serán implementadas en el sitio contaminado. El ROD está basado en información y análisis técnicos generados durante el RI/FS y en comentarios recibidos en sobre el Plan Propuesto.

Agente Reductor

Sustancia química que proporciona electrones a otras sustancias químicas.

Investigación de Remedio (RI)

Proceso CERCLA para determinar el tipo y el alcance de la contaminación por materiales peligrosos en un sitio.

Compuestos Orgánicos Semi-Volátiles (SVOCs)

VOCs que son semi-volátiles.

Solventes

Sustancias químicas que frecuentemente se usan como agentes limpiadores.

Eliminación con Vapor

VOCs volatilizados que son eliminados de la zona contaminada y llevados a la superficie a través de la extracción con vapor.

Sustrato

Con relación a las acciones de remedio, son los materiales que se inyectan a la sub-superficie para limpiar contaminantes en la tierra y el agua subterránea.

Superfondo

Superfondo es el nombre común para el proceso establecido por CERCLA para investigar y limpiar sitios con residuos peligrosos abandonados o fuera de control.

Estudio de Tratabilidad/Pruebas de Tratabilidad

Investigación a corto plazo en relación a cómo (una tecnología en particular), limpiara la contaminación.

Oxidación Ultravioleta (Ox UV)

Proceso de destrucción de contaminantes en el agua sin la liberación de VOCs a la atmósfera.

Zona Vadosa

Capa de tierra/roca no saturada (no llena completamente de agua).

Compuestos Orgánicos Volátiles (VOCs)

Compuestos que contienen carbon que se evaporan fácilmente a temperatura ambiental.

Volatilizar Convertirse en vapor.

por las emisiones de la unidad de oxidación térmica usada para tratar los vapores que eran extraídos.

En 1999 la EPA agregó este sitio a la **Lista de Prioridades Nacionales (NPL, por sus siglas en inglés)** para continuar con el proceso de remedio (limpieza) en el sitio. Las investigaciones ambientales y las limpieza de la contaminación en el sitio Pemaco se están haciendo siguiendo el proceso federal de **Superfondo**. El proceso Superfondo se muestra en la Figura 2 a continuación.

Las actividades de participación del público hasta este momento incluyen tres reuniones comunitarias y numerosas entrevistas de miembros de la comunidad. La EPA también ha trabajado de cerca con la Ciudad de Maywood durante el proceso de RI y de FS.

características del sitio

La EPA llevó a cabo un RI completo entre enero del 2001 y noviembre del 2001 para identificar la naturaleza y la extensión de la contaminación del suelo y del agua subterránea en el Sitio Superfondo Pemaco. La EPA también llevó a cabo **pruebas de tratabilidad** y evaluaciones adicionales de “vacíos de datos” entre diciembre del 2001 y diciembre del 2002 para apoyar el FS. Estas actividades incluyeron la recolección de más de 2,500 muestras de aire ambiental, de suelos, de vapor de suelos y de agua subterránea. Actualmente se está realizando un monitoreo trimestral del agua subterránea.

Con base en la comparación de los resultados analíticos con los niveles regulatorios federales y estatales de contaminantes en el ambiente, se han identificado cincuenta y seis **sustancias químicas de**

preocupación (COCs, por sus siglas en inglés) en los suelos del sitio y en zonas del agua subterránea. Los COCs incluyen:

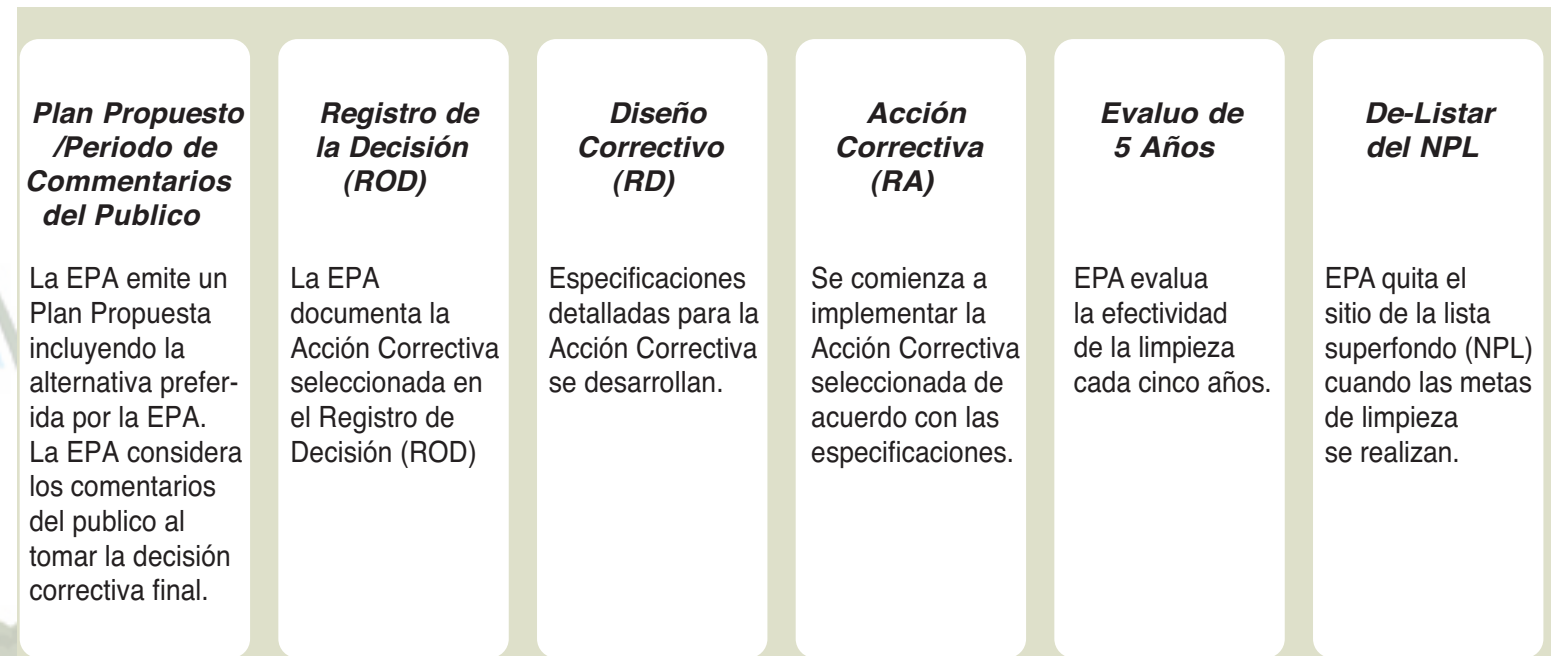
- **Compuestos Orgánicos Volátiles** (VOCs, por sus siglas en inglés; son compuestos orgánicos que se evaporan rápidamente en el aire) que, a su vez, incluyen:
 - Tetracloroetano (PCE) – solvente para la limpieza
 - Tricloroetano (TCE) – solvente para la limpieza
 - Dicloroetano (DCE) – producto secundario del TCE
 - Cloruro de vinilo – producto secundario del TCE

• **Metales**

• **Solventes** [compuestos orgánicos volátiles no halogenados (NHVOCs, por sus siglas en inglés)]

• **Compuestos orgánicos semi-volátiles** (SVOCs, por sus siglas en inglés), entre las que se incluyen los **hidrocarburos poliaromáticos** (PAH, por sus siglas en inglés; es un grupo de sustancias químicas que se forman durante la combustión incompleta del carbón, petróleo y gas u otras sustancias orgánicas).

Las siguientes secciones describen la naturaleza y la extensión de la contaminación con base en datos obtenidos durante el RI para los siguientes medios ambientales: (1) suelos de superficie o cerca de la superficie, (2) suelos superiores de la **zona vadosa**, (3) suelos inferiores de la zona vadosa, (4) agua subterránea en percha, y (5) agua subterránea de exposición.



en por medio del proceso de superfondo

ria ocurren por medio del proceso de superfondo

investigaciones de suelo

Suelos Superficiales y Cerca de la Superficie [0-3 pies por debajo de la superficie, (ds)]

Los PAHs fueron los más prevalentes COCs detectados en las muestras de suelos superficiales y cerca de la superficie. Los metales que exceden los niveles regulatorios en los suelos superficiales y cerca de la superficie son el arsénico, el plomo, y el manganeso. No se detectaron solventes ni SVOCs en los suelos superficiales/cerca de la superficie que excedieran los niveles regulatorios.

La mayoría de la contaminación de los suelos superficiales (aproximadamente 2,200 yardas cúbicas) parece estar a lo largo de las orillas del sitio Pemaco. Esto concuerda con el hecho de que se colocó el relleno limpio sobre gran parte del sitio durante las acciones de remoción previas en los cimientos del edificio que funcionaba como bodega, durante la excavación del UST y durante la remoción dentro de la porción central del sitio.

Suelos de la Parte Superior de la Zona Vadosa (3-35 pies ds)

Los VOCs son los contaminantes más prevalentes y más dispersos en los suelos de la parte superior de la zona vadosa en el sitio Pemaco, en donde se han identificado lo que se calcula en 80,000 a 95,000 yardas cúbicas de suelos contaminados con VOCs. La liberación de VOCs en Pemaco es probablemente el resultado de USTs con fugas y derrames relacionados con el área de carga ubicada en la esquina suroeste del sitio y con ASTs y el almacenamiento de ASTs en la porción norte-central del sitio.

Los únicos metales detectados en los suelos de la zona vadosa en niveles mayores de los niveles regulatorios fueron el arsénico y el cromo total. Las muestras en donde se detectaron estas concentraciones se recolectaron de perforaciones fuera del sitio. La distancia de estas muestras del sitio Pemaco sugiere que las concentraciones detectadas probablemente eran niveles que se encuentran en segundo plano y no los que se encuentran en el sitio de una liberación Pemaco.

La acetona es el único solvente/NH VOC que excedió los niveles regulatorios en los suelos de la zona vadosa; las concentraciones elevadas de acetona se han atribuido a perdigones de bentonita usados durante la instalación de los pozos, puesto que las concentraciones fluctuaron alrededor de estos eventos.

Los SVOCs más prevalentes en los suelos de la porción superior de la zona vadosa son los PAHs, la mayoría de los cuales se encontraron adyacentes a la parte centro-oeste del sitio Pemaco. No se encontró ninguna indicación de que se hubieran usado PAHs en la instalación Pemaco. Es probable que los PAHs sean debidos al humo del escape de los vehículos, a incendios previos y a actividades de pavimentación que pudieron haber ocurrido en el área a lo largo de los años.

Suelos de la Parte Inferior de la Zona Vadosa (35-100 pies ds)

Al igual que los suelos de la porción superior de la zona vadosa, los VOCs son los contaminantes más comunes y dispersos en los suelos de la porción inferior de la zona vadosa, en donde se calcula que hay 14,000 yardas cúbicas de suelos contaminados con VOCs que se ha

identificado a través del muestreo de suelos. Las concentraciones más altas de VOCs se encuentran principalmente en la esquina suroeste del sitio Pemaco a una profundidad de entre 55 y 60 pies ds.

Entre los metales que excedieron los niveles regulatorios en los suelos de la porción inferior de la zona vadosa se incluyen los siguientes: antimonio, arsénico, bario, cadmio, cromo total y níquel. La distribución de metales en los suelos de la porción inferior de la zona vadosa sugiere que estos metales probablemente son contaminación de segundo plano y que no son debidos a una liberación en Pemaco.

No se detectaron solventes ni SVOCs en los suelos de la porción inferior de la zona vadosa en concentraciones que excedieran los niveles regulatorios.

investigaciones del agua subterránea

El agua subterránea debajo del sitio Pemaco se encuentra en varias capas. La capa menos profunda, la zona de agua subterránea en percha, comienza a una profundidad aproximada de 25 pies y varía en grosor de entre 5 pulgadas a aproximadamente 5 pies. Debajo de esta capa, hay cinco zonas diferentes saturadas con agua que típicamente se encuentran entre 65 y 175 pies. Estas zonas son similares al **Acuífero** de Exposición más regional; por lo tanto, se les ha nombrado de manera informal, de arriba hacia abajo como zonas de Exposición 'A' a la 'E'.

Las zonas 'A' y 'B' son las zonas de preocupación y varían en grosor de unas cuantas pulgadas a 10 pies. Las tres zonas restantes, 'C', 'D' y 'E' se encuentran típicamente entre 95 a 110 pies ds, 125 a 145 pies ds, y 160 a 175 pies ds, respectivamente.

Los pozos municipales de producción de agua subterránea en el área circundante del sitio toman agua de los acuíferos comenzando a una profundidad aproximada de 350 pies ds o más. Puesto que los acuíferos de agua potable están a una profundidad mucho mayor que las zonas de agua subterránea asociadas con el sitio Pemaco, la contaminación del sitio **no** ha afectado a las fuentes de agua potable en el área de Maywood.

agua subterránea en percha

El PCE, TCE, y el cloruro de vinilo son las sustancias químicas más comunes y dispersas detectadas en la zona de agua subterránea en percha en donde se habían identificado aproximadamente 1.4 millones de galones de agua subterránea contaminada con VOCs. Se han hallado **"Puntos calientes"** dentro de las **plumas** con concentraciones de VOCs totales excediendo 1,000 **partes por mil millones** (ppmm). Las porciones de la fase disuelta de la pluma se extienden fuera del sitio y han migrado hasta 250 pies al sur y hasta 200 pies al suroeste de la propiedad Pemaco. Plumas contaminantes que se originan en la propiedad Pemaco también se han mezclado con otras plumas de propiedades vecinas (las propiedades de lo que antes era W.W. Henry y Lubricating Oil Services).

La Figura 3 (pagina 5, arriba) a continuación muestra la pluma contaminante compuesta de VOCs (plumas traslapadas de PCE, TCE y cloruro de vinilo) en el agua subterránea en percha.

de tratamiento como elemento principal. Con base en los criterios de aceptación estatales y de la comunidad, el análisis del remedio final quedará documentado en el Acta de la Decisión, después del cierre del período de comentarios públicos.

depositos de información

Copias de los Informes de la Investigación de Limpieza y el Estudio de Factibilidad para el sitio Superfondo Pemaco están disponibles para su revisión en las ubicaciones que se encuentran a continuación. Estos documentos son parte del Acta Administrativa del sitio Superfondo Pemaco.

U.S. EPA Superfund Records Center

95 Hawthorne Street, Suite 403S
San Francisco, CA 94105-3901
Teléfono: (415) 536-2000;
Fax: (415) 764-4963

Maywood César Chávez Library
4323 E. Slauson Avenue
Maywood, CA 90270
Teléfono: (323) 771- 8600



glosario de terminos

El Acta Administrativo

Un conjunto completo de documentos que forman la base para seleccionar una acción de respuesta CERCLA.

Acuífero

Agua que se encuentra entre las capas de material (tal como la tierra, las rocas, la arena o la grava) debajo de la superficie.

Ds Debajo de la superficie.

Carcinógenos

Una sustancia que causa cáncer.

Sustancia Química de Preocupación (COCs)

Sustancias Químicas sitio-específicas que exceden los niveles regulatorios.

Ley Integral de Respuesta, Compensación y Responsabilidad Ambiental (CERCLA)

Una ley federal aprobada en 1980 y enmendada posteriormente. La ley creó un fideicomiso conocido como el Superfondo, para investigar y limpiar sitios con residuos abandonados o fuera de control.

para mayor información

Para copias adicionales u otra información del Plan Propuesto para el sitio Superfondo Pemaco, favor de comunicarse con las siguientes personas:

Rose Marie Caraway

Gerente del Proyecto de Limpieza
U.S. EPA, Region 9
75 Hawthorne Street (SFD-7-2)
San Francisco, CA 94105-3901
Teléfono: (415) 972-3158
Fax: (415) 947-3526
Email: caraway.rosemarie@epa.gov

Alhelí Baños

Coordinadora de Participación Comunitaria
(U.S. EPA, Region 9)
75 Hawthorne St (SFD -3)
San Francisco, CA 94105-3901
Teléfono: (415) 972-3245
Línea sin costo para dejar mensajes: 800-231-3075
Email: banos.alheli@epa.gov



resumen de las alternativas preferidas

Con base en la evaluación de las alternativas hecha por la EPA en cuanto a los primeros siete de los nueve criterios, la EPA prefiere la Alternativa N2 (Cubierta de Tierra/Re-vegetación) para la Zona de Remedio de la Tierra de la Superficie y Cercana a la Superficie, la Alternativa SP2 (Extracción al Alto Vacío de Doble Fase/Oxidación Ultravioleta/Oxidación Térmica Sin Flama/Carbón Activado Granular) para la Zona de Remedio de la Tierra de la Porción Superior de la Zona Vadosa y el Agua Subterránea en Percha, y la Alternativa SG5 (Calentamiento con Resistencia Eléctrica con Extracción de Vapor/Bombeo y Tratamiento/Oxidación Ultravioleta/Oxidación Térmica Sin Flama/Carbón Activado Granular) para la Zona de Remedio de los Suelos de la Porción Inferior de la Zona Vadosa y al Agua Subterránea de Exposición. El remedio final, o selección de las alternativas preferidas puede variar dependiendo de los comentarios públicos o de nueva información.

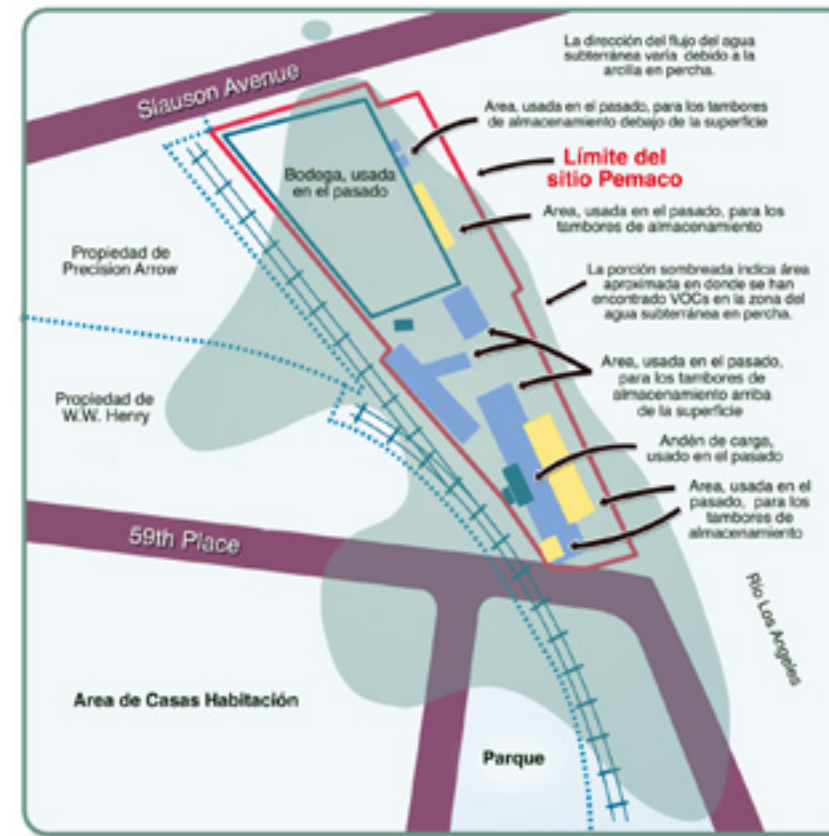
Se considera que la Alternativa (N2) de Cubierta de Tierra/Re-Vegetación para la Zona de Remedio de la Tierra de la Superficie y Cercana a la Superficie es adecuada y confiable para la eliminación de la exposición humana y para impedir la migración de la tierra (por medio de erosión). Aunque esta alternativa no reduce la toxicidad o el volumen de las COCs, la cubierta de tierra proporcionaría una reducción significativa en la movilidad de la contaminación y eliminaría la exposición humana. Los COCs en esta zona (metales, PAHs) son característicamente inmóviles y pueden degradarse naturalmente al pasar el tiempo. A diferencia de la Alternativa de Excavación, la Alternativa de la Cubierta de Tierra/Re-Vegetación tendría un impacto mínimo para los trabajadores de la construcción, para la comunidad y para el medio ambiente durante el período de la implementación. La Alternativa N2, sería la alternativa de más sencilla implementación desde el punto de vista técnico y administrativo, es protectora de la salud humana y es la más costo eficiente.

La Alternativa de Extracción al Alto Vacío de Doble Fase/Oxidación Ultravioleta/Oxidación Térmica Sin Flama/Carbón Activado Granular (SP2) para la zona de remedio de los suelos de la porción superior de la zona vadosa y el agua subterránea en percha reduciría de manera eficaz la toxicidad, la movilidad y el volumen de la contaminación dentro de los suelos de la porción superior de la zona vadosa y el agua subterránea en percha. La HVDPE es la única tecnología, entre las alternativas para esta zona de remedio, que aborda de manera activa la contaminación tanto en la tierra como en el agua subterránea, proporcionando así el nivel más alto de protección a la salud humana y al ambiente. La HVDPE es una tecnología bien demostrada y se espera que sea altamente confiable en la eliminación de las vías para la exposición humana a las COCs y en el movimiento potencial de las sustancias químicas a zonas de agua subterránea más profundas. Puesto que se extraerán aproximadamente 50 a 60% de los contaminantes durante el primer año de la HVDPE, sería necesario una unidad de Oxidación Térmica Sin Flama para tratar el vapor para poder cumplir con los criterios

de descarga. Después del primer año, se calcula que la mayoría de los contaminantes, incluyendo el cloruro de vinilo y el 1,4-dioxano, que no puede ser tratado eficientemente con CAG, serían reducidos de manera significativa. Una evaluación posterior del flujo de vapor determinaría cuándo podría cambiarse de la OTF a un sistema de tratamiento con CAG, que es más costo eficiente.

La Alternativa (SG5) de Calentamiento con Resistencia Eléctrica junto con Extracción de Vapor/Extracción, Mejorada con Vacío, del Agua Subterránea/Bombeo y Tratamiento/Oxidación Ultravioleta/Oxidación Térmica sin Flama/Carbón Activado Granular para la zona de remedio de los suelos de la porción inferior de la zona vadosa y el agua subterránea de exposición utiliza la única tecnología (CRE) que se espera que reduzca de manera eficaz los residuos que constituyen la amenaza principal (suelos altamente contaminados que tienen producto libre o altas concentraciones de contaminación residual) en esta zona de remedio, proporcionando así el nivel más alto de protección a la salud humana y al medio ambiente. Al calentar la tierra y el agua subterránea, los VOCs atrapados en la tierra de grano fino (arcilla) serían liberados de la tierra por medio del vapor que los elimina. La remoción física de las COCs eliminaría eficazmente a todas las vías de exposición humana y el potencial de diseminar la contaminación. Las alternativas de succión con vacío y B&T (SG4) no eliminarían eficazmente a los contaminantes atrapados en los suelos de grano fino. Asimismo, debido a la incertidumbre relacionada con la aplicación de los sustratos a las áreas contaminadas (los sustratos dependen en gran medida del agua subterránea para su dispersión) y su capacidad de degradar a las concentraciones elevadas de contaminantes, las alternativas de remedio *in-situ* (SG2 and SG3) probablemente no abordarían el área fuente de contaminación. Sin medidas de remedio, los suelos de la porción inferior de la zona vadosa podrían ser una fuente continua de contaminación para las zonas de aguas subterráneas de exposición y, con el correr del tiempo, a las zonas más profundas que pueden usarse para los pozos locales de agua potable. Se estima que la Alternativa de Calentamiento con Resistencia Eléctrica cumplirá con los objetivos de las acciones de remedio en el plazo de tiempo más corto. Para poder cumplir con los criterios de descarga, se requeriría de una unidad de Oxidación Térmica sin Flama para tratar al vapor durante la operación del CRE (aproximadamente 1 año), conforme la cantidad estimada de la mayoría de los contaminantes sea extraída y destruída, incluyendo al cloruro de vinilo (que no puede ser tratado eficientemente con CAG), y se cambiaría el tratamiento del vapor al CAG, que es una opción más costo eficiente para niveles menores de contaminación.

Es la opinión de la EPA que las alternativas resumidas anteriormente cumplen con los criterios y proporcionan las mejores ventajas comparativas entre las otras alternativas en cuanto a los criterios de modificación y balance. La EPA cuenta con las alternativas preferidas para satisfacer los requerimientos de CERCLA, artículo 121(b): 1) proteger a la salud humana y al medio ambiente; 2) cumplir con los ARARs; 3) ser costo-eficiente; 4) usar soluciones permanentes y tecnologías de tratamiento alternativas en la máxima medida dentro de lo práctico; y 5) satisfacer la preferencia



▲ Figura 3. Mapa del sitio que muestra la Pluma Contaminante de Agua Subterránea en percha.

zonas del agua subterránea de exposición

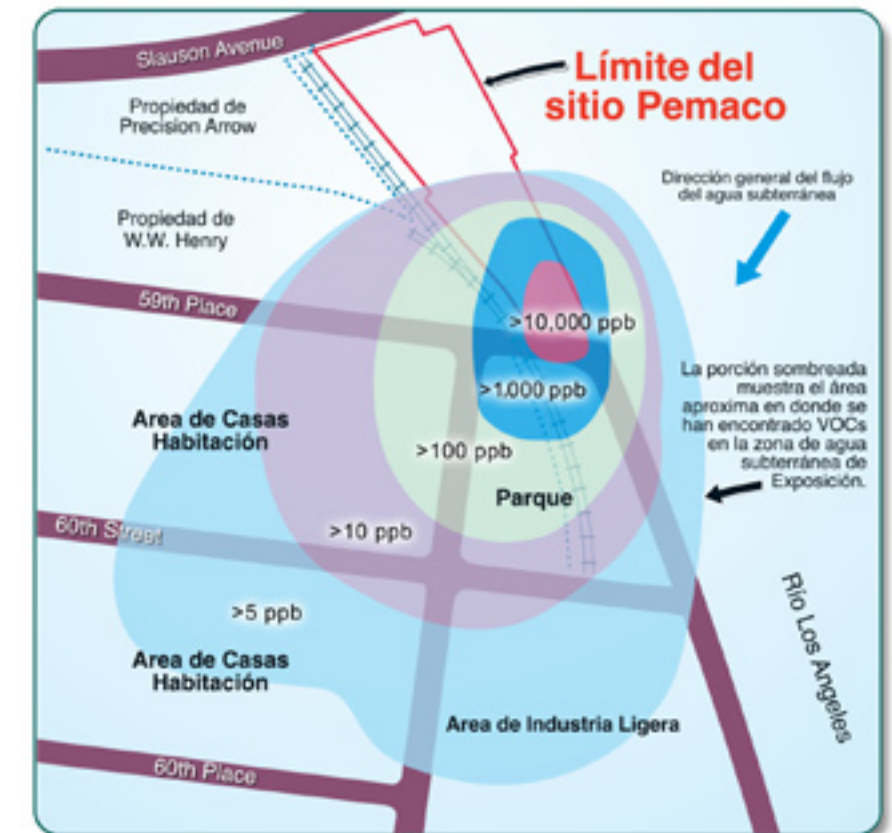
Los VOCs que están por arriba de los niveles regulatorios están dispersos en las Zonas de Exposición 'A' y 'B', en donde se han identificado aproximadamente 15.6 millones de galones de agua subterránea contaminada con VOCs. Se han identificado VOCs, principalmente TCE, en las Zonas de Exposición 'C' y 'D', pero están limitados a un **pozo de monitoreo** ubicado junto al sitio Pemaco en un "punto caliente" de la pluma contaminante en la zona de Exposición. No se han detectado contaminantes por arriba de los niveles regulatorios en la zona de Exposición 'E'.

Las plumas contaminantes más grandes encontradas en las zonas de Exposición 'A' y 'B' contienen principalmente TCE y sus sub-productos (1,1-DCE, cis-1,2-DCE, trans-1,2-DCE y cloruro de vinilo). La figura 4 muestra la pluma de TCE compuesta (traslapada) en las zonas de Exposición 'A' y 'B' del agua subterránea. El "punto caliente" de esta pluma está directamente debajo de la porción más sureña de la propiedad Pemaco y contiene TCE en concentraciones que exceden 20,000 ppm. Las concentraciones de contaminantes de esta naturaleza en el agua subterránea son una indicación de suelos sumamente contaminados que tienen **producto libre** o concentraciones altas de contaminación residual. Por ende, los suelos en el

contorno de 10,000 ppm de la pluma de Exposición compuesta (ver figura 4) se consideran como **residuos de amenaza principal**, o materiales altamente contaminados (en este caso suelos) que tienen producto libre o altas concentraciones de contaminación residual. La porción de la fase disuelta de la pluma contaminante de exposición se extiende al suroeste de la propiedad Pemaco y se encuentra debajo de un área de dos manzanas que se usan para viviendas.

resumen de los riesgos del sitio

Se llevó a cabo una evaluación de riesgos para identificar y calcular riesgos potenciales para la gente debidos a la contaminación de Pemaco si el sitio **no** se limpiaba. La evaluación de riesgos calculó riesgos potenciales para los siguientes grupos: (1) usuarios futuros del parque, (2) residentes futuros del sitio (si los hubiere), y (3) residentes fuera del sitio actuales. Se abordaron dos tipos de riesgos potenciales a la salud en esta evaluación: el riesgo de desarrollar cáncer y el riesgo de desarrollar efectos a la salud no debidos al cáncer.



▲ Figura 4. Mapa del Sitio mostrando la Pluma Contaminante del Agua Subterránea de Exposición

Con la evaluación de riesgos se llegó a la conclusión de que los riesgos potenciales a la salud debidos a la contaminación de Pemaco son bajos en este momento. Sin embargo, si no se hace la limpieza, los riesgos podrían ser mucho mayores en el futuro.

Los riesgos potenciales por los contaminantes causantes de cáncer (“carcinógenos”) se definen como la probabilidad de que una persona tenga cáncer debido a una exposición de largo plazo a esos carcinógenos. Esta probabilidad se expresa como el número adicional de cánceres que pudieran darse debido a la exposición de largo plazo a la contaminación del sitio. La meta de la EPA es mantener el riesgo de cáncer en un sitio Superfondo en un límite de entre 1 en 1 millón de personas (10E-6) a 100 en 1 millón (10E-4) – estos son los límites de riesgo meta de la EPA.

Para los contaminantes que no causan cáncer pero que pueden causar otros problemas de salud (“no-carcinógenos”), los riesgos se expresan como el Índice de Peligro (HI, por sus siglas en inglés). Si el HI es menor o igual a 1.0 no se espera que haya ningún efecto adverso a la salud. Los HI mayores a 1.0 indican un mayor riesgo a la salud; entre más alto el HI, es más probable que pudiera haber efectos en la salud, especialmente en los miembros más sensibles del grupo expuesto.

riesgos para los usuarios futuros del parque

Los riesgos estimados de cáncer para un usuario futuro del parque (por ingestión y contacto dérmico con los suelos de la superficie) caen en la parte media de los límites de riesgo meta de la EPA. Este riesgo de cáncer se debe primordialmente a la exposición potencial al benzo(a)antraceno, al benzo(a)pireno, al benzo(b)fluoranteno, dibenzo(a,h) antraceno y al indeno(1,2,3-cd)pireno, que son sustancias químicas que tienen múltiples fuentes en el área. El HI no-carcinógeno estaba bastante por debajo del nivel meta de 1.0.

riesgos para residentes futuros del sitio

Los riesgos potenciales para residentes en el futuro se calcularon en caso de que cambien los planes de desarrollo del parque y que en lugar de un parque se construyan viviendas en el sitio. Los riesgos calculados de cáncer para cualquier residente futuro caen muy por arriba del extremo superior de los límites de riesgo meta de la EPA, lo cual indica que se debe limpiar el sitio para dar protección en contra de estos riesgos. Estos altos riesgos son debidos principalmente al arsénico, al benceno, al cloroformo, al TCE y al cloruro de vinilo en el agua subterránea. El HI total también excedía en mucho el nivel meta de 1.0 debido primordialmente a la exposición potencial a acetona, arsénico, benceno, cloroformo, cis-1,2-dicloroetano, manganeso, TCE y cloruro de vinilo en los suelos de la superficie y en el agua subterránea. Ambos riesgos, el carcinógeno y el no-carcinógeno, para los residentes futuros fuera del sitio son debidos principalmente al contacto directo con los suelos de la superficie o por ingestión y/o inhalación del agua subterránea.

riesgos para los residentes actuales fuera del sitio

Los riesgos estimados para los residentes que viven actualmente cerca del sitio Pemaco se calcularon con base en muestreos de aire interior y exterior. Además de Pemaco hay otras fuentes de sustancias químicas en el aire en el área de Maywood y el área suburbana de Los Angeles (especialmente relacionadas con el tránsito de vehículos motorizados), por lo tanto, los riesgos calculados con esta prueba deberán distinguirse de los riesgos debidos a la contaminación relacionada con el sitio.

Los riesgos estimados de cáncer para los residentes actuales fuera del sitio, basados en pruebas de aire interior y exterior, caen dentro de los límites de riesgo meta. El riesgo de cáncer fue principalmente debido a una exposición potencial por inhalación de cloroformo, benceno, metil-ter-butil eter y PCE. El HI no-carcinógeno total excedió el nivel meta de 1.0, lo cual fue debido primordialmente al cloroformo, al 1,2,4, trimetilbenceno y al benceno. Muchos, si no es que todos los contribuyentes principales al cáncer y a los riesgos de cáncer, son sustancias químicas que probablemente se encuentran presentes en el aire interior y exterior debido a su liberación de los vehículos o de instalaciones industriales cercanas. Esta conclusión se vio apoyada por los cálculos de riesgo basados en datos de fondo del aire, lo cual también dio como resultado riesgos de cáncer que están dentro de los límites de riesgo meta y un HI no-carcinógeno mayor a 1.0.

Para poder enfocarse en la contaminación relacionada al sitio, se hicieron cálculos del riesgo de cáncer con base en la evaluación de la intrusión de vapor (movimiento del vapor de suelos contaminado relacionado con el sitio, a viviendas cercanas). La utilización de modelos de intrusión de vapor arrojó estimados del riesgo de cáncer dentro del límite meta y un HI bastante por debajo del nivel de estudio. El mayor riesgo potencial de cáncer por la intrusión del vapor fue aquel debido a la exposición al TCE. Con base en los resultados de las pruebas de aire interior y exterior, la influencia del tránsito de vehículos motorizados y las operaciones industriales en el área y los modelos de intrusión del vapor; la EPA de los EU concluyó que la vía de intrusión del vapor es actualmente de preocupación mínima en el sitio Pemaco.

Actualmente la EPA es de la opinión fundamentada de que las Alternativas Preferidas identificadas en este Plan Propuesto o alguna otra medida activa considerada en este Plan Propuesto, son necesarias para proteger la salud pública o el bienestar o el ambiente de la exposición actual o potencial a las sustancias peligrosas detectadas en el sitio Superfondo Pemaco.

objetivos de las acciones de remedio

Los objetivos de las acciones de remedio (RAOs, por sus siglas en inglés) describen lo que se espera que se logre con la limpieza propuesta del sitio. Como parte de los RAOs, la EPA ha identificado niveles de limpieza para los suelos y las aguas subterráneas del sitio contaminadas. Las metas de limpieza están basadas en los Niveles

figura 9. zona de remedio de los suelos de la porción superior de la zona vadosa y el agua subterránea en percha - resumen de la evaluación de las alternativas

	Alternativa SP1 Ninguna Acción	Alternativa SP2 Extracción al Alto Vacío de Doble Fase/Oxidación Ultravioleta/Oxidación Térmica Sin Flama/Carbón Activado Granular	Alternativa SP3 Oxidación Química In-situ	Alternativa SP4 Bioremediación In-situ Mejorada
CRITERIOS DE EVALUACION:				
Protección en General	○	●	◐	◐
Cumplimiento con los Requisitos Estatales y Federales	○	●	◐	◐
Eficacia a Largo Plazo y Permanencia	○	●	●	●
Reducción de la Toxicidad, Movilidad o Volúmen	○	●	◐	◐
Eficacia a Corto Plazo	N/A	◐	●	●
Implementabilidad	N/A	●	●	●
Costo Presente (\$)	0	\$3,659,000	\$2,540,000	\$1,735,000
Aceptación por la Dependencia Estatal	Después del período de comentarios del público, se evaluará la aceptación de las alternativas preferidas por parte de la dependencia estatal.			
Aceptación por parte de la Comunidad	Después del período de comentarios del público, se evaluará la aceptación de las alternativas preferidas por parte de la comunidad.			

NOTA: Los costos estimados y los valores presentes se han redondeados a tres cifras significativas. Los estimados del costo se consideran orden de magnitud con una precisión esperada de mas 50 a menos 30 porciento.

figura 10. zona de remedio de los suelos de la porción inferior de la zona vadosa y agua subterránea de exposición - resumen de la evaluación de las alternativas

	Alternativa SG1 Ninguna Acción	Alternativa SG2 OQIS/RQIS/ B&T/ANM/ Oxidación UV	Alternativa SG3 BISM/ B&T/ANM/ Oxidación UV	Alternativa SG4 Extracción Mejorada con Vacío del Agua Subterránea/ B&T/ANM/ Oxidación UV/ OTF/CAG	Alternativa SG5 ERH with VE/ Extracción Mejorada con Vacío del Agua Subterránea/B&T/ Oxidación UV/ OTF/CAG
CRITERIOS DE EVALUACION:					
Protección en General	○	●	●	●	●
Cumplimiento con los Requisitos Estatales y Federales	○	●	●	●	●
Eficacia a Largo Plazo y Permanencia	○	◐	◐	●	●
Reducción de la Toxicidad, Movilidad, o Volúmen	○	◐	◐	◐	●
Eficacia a Corto Plazo	N/A	●	●	●	●
Implementabilidad	N/A	●	●	●	◐
Costo Presente (\$)	0	\$5,412,000	\$4,874,000	\$6,129,000	\$8,895,000
Aceptación por la Dependencia Estatal	Después del período de comentarios del público, se evaluará la aceptación de las alternativas preferidas por parte de la dependencia estatal.				
Aceptación por parte de la Comunidad	Después del período de comentarios del público, se evaluará la aceptación de las alternativas preferidas por parte de la comunidad.				

NOTA: Los costos estimados y los valores presentes se han redondeados a tres cifras significativas. Los estimados del costo se consideran orden de magnitud con una precisión esperada de mas 50 a menos 30 porciento.

alternativa preferida por la EPA para la zona de remedio de los suelos de la porcion inferior de la zona vadosa y el agua subterranea de exposicion: (continuado)

1,000 ppm y 10,000 ppm de la pluma. El B&T del agua subterranea sería usado en la pluma entre la zona de 10 ppm y 1,000 ppm para controlar el movimiento de la pluma contaminante. La ANM se usaría fuera de la pluma compuesta de 10 ppm para verificar la reducción de la pluma. El agua subterranea y el vapor de la tierra contaminados serían transportados a sistemas de tratamiento que se encuentran en la superficie. Se usaría la Ox UV para tratar el agua subterranea y la OTF para tratar al vapor. Ambos sistemas de tratamiento destruirían completamente a todas las sustancias químicas en el sitio. Después de un año de tratamiento, se cambiaría al CAG para tratar al vapor, lo cual es una opción más costo eficiente para aminorar los niveles de la contaminación. El agua subterranea tratada podría ser reinyectada de nuevo al acuífero, ser descargada al sistema de alcantarillado o ser descargada al río Los Angeles.

Esta alternativa supone que la cantidad de contaminantes extraídos durante la operación del CRE rápidamente sobrecargaría al sistema de tratamiento con carbón.

Además, algunas COCs presentes en esta zona de remedio, en particular el cloruro de vinilo, no pueden ser tratados eficientemente con el CAG cuando hay concentraciones elevadas. Por lo tanto, hay que tratar el vapor con OTF durante el primer año de operación del CRE. No es probable que el sistema de tratamiento de OTF para el vapor emita productos de combustión incompleta, tales como las dioxinas y los furanos, por arriba de los niveles de fondo debido a que el sistema tiene una alta eficiencia de remoción. La OTF sería monitoreada cuidadosamente en cuanto a la liberación de estas sustancias químicas. Una vez que se termine la operación del CRE (aproximadamente 1 año), se calcula que la mayoría de los contaminantes, incluyendo el cloruro de vinilo, habrán sido extraídos y destruidos usando la OTF y el cambio a un sistema de tratamiento de vapor con CAG sería más costo eficiente. Sería necesario evaluar la proporción de cloruro de vinilo antes de implementar el sistema de tratamiento del vapor con CAG.

El CRE combinado con la EV reduce la toxicidad, movilidad y la cantidad de la contaminación. El CRE junto con la EV eliminarían de manera eficaz la exposición humana a los contaminantes de esta zona, así como también eliminaría el potencial para el movimiento de la contaminación dentro del agua subterranea. La duración total de esta alternativa se supone que es de 10 años (1 año de CRE, 4 años adicionales de B&T, y 5 años de ANM)

evaluacion de las alternativas

Las alternativas de remedio fueron evaluadas en detalle con relacion a los nueve criterios de evaluacion desarrollados por

la EPA, que se mencionan en la Figura 7. Las Figuras 8 a 10 a continuacion, resumen la evaluacion de las alternativas (resumidas anteriormente) para el sitio Superfondo Pemaco.

figura 8. zona de remedio de suelos superficiales y cercanos a la superficie - resumen de la evaluacion de las alternativas

	Alternativa N1 Ninguna Acción	Alternativa N2 Cubierta de Tierra/ Revegetación	Alternativa N3 Excavación y Disposición Fuera del Sitio
CRITERIOS DE EVALUACION:			
Protección en General	○	●	●
Cumplimiento con los Requisitos Estatales y Federales	○	●	●
Eficacia a Largo Plazo y Permanencia	○	●	●
Reducción de la Toxicidad, Movilidad, o Volúmen	○	◐	●
Eficacia a Corto Plazo	N/A	●	◐
Implementabilidad	N/A	●	●
Costo Presente (\$)	0	773,000	1,305,000
Aceptación por la Dependencia Estatal	Después del período de comentarios del público, se evaluará la aceptación de las alternativas preferidas por parte de la dependencia estatal.		
Aceptación por parte de la Comunidad	Después del período de comentarios del público, se evaluará la aceptación de las alternativas preferidas por parte de la comunidad.		

NOTA: Los costos estimados y los valores presentes se han redondeados a tres cifras significativas. Los estimados del costo se consideran orden de magnitud con una precisión esperada de mas 50 a menos 30 por ciento.

Máximos de Contaminantes de la EPA de California y a nivel federal, en las Metas Preliminares de Limpieza de la EPA, Región 9, y en metas para la salud determinadas durante la Evaluación de Riesgo Base en Pemaco. Los objetivos de limpieza de la EPA para el sitio Superfondo Pemaco se presentan a continuación en la Figura 5 y las metas específicas de remedio están enumeradas de acuerdo al medio (aire, agua o suelos) en el FS (estudio de factibilidad).

figura 5. objetivos de las acciones de remedio

- Impedir el riesgo de exposición humana a suelos y agua subterranea que tenga (1) COCs por arriba de ARARs/TBCs (2) un riesgo total de cáncer mayor de 10E-4 a 10E-6 y (3) un valor umbral no-carcinogeno mayor a 1.0.
- Impedir la migración de COCs: (1) de suelos de la superficie y/o de la zona vadosa al agua subterranea en percha, (2) del agua subterranea en percha y/o suelos de la porcion inferior de la zona vadosa a zonas de agua subterranea de exposicion, (3) de zonas de agua subterranea de exposicion a zonas de aguas subterraneas más profundas y/o pozos de producción locales a una tasa que pudiera causar que el agua subterranea exceda los ARARs/TBCs.
- Restaurar la calidad del agua en la zona de agua subterranea en percha y en las zonas de aguas subterraneas de exposicion 'A' y 'B' a ARARs/TBCs a la calidad de agua subterranea local de fondo.
- Minimizar e impedir migraciones futuras de los COCs.

ARARs (siglas en inglés de: Requisitos Aplicables, Pertinentes y Apropiados) [son principalmente los Niveles Máximos de Contaminantes a Nivel Federal y de California (MCLs, por sus siglas en inglés)] TBCs (siglas en inglés de: A Ser Considerados) (documentos para aquellas sustancias químicas que carecen de ARARs, son primordialmente las metas preliminares de remedio (PRGs, por sus siglas en ingles) en la Región 9 de la EPA

estrategias usadas para desarrollar alternativas de limpieza

Debido a las características alcance y complejidad del sitio (e.g. cinco zonas), se determinó que no sería posible tener un solo grupo de alternativas de remedio para todo el sitio. Por lo tanto, la EPA identificó combinaciones de zonas de medios (suelo, aire y agua)

y tecnologías de tratamiento para agua subterranea y suelos que fueran compatibles y que dieran un cierto grado de beneficios económicos o de otro tipo al ser usadas las unas con las otras. Este abordaje dio como resultado la definición de tres "zonas de remediación" que consisten en:

- Suelos de la superficie o cerca de la superficie (0-3 pies ds)
- Suelos de la porcion superior de la zona vadosa y agua subterranea en percha (3-35 pies ds)
- Suelos de la porcion inferior de la zona vadosa y agua subterranea de exposicion (35-100 pies ds)

La EPA usó las tres zonas de remedio ilustradas en la Figura 6 para organizar el ensamble de alternativas de remedio y para

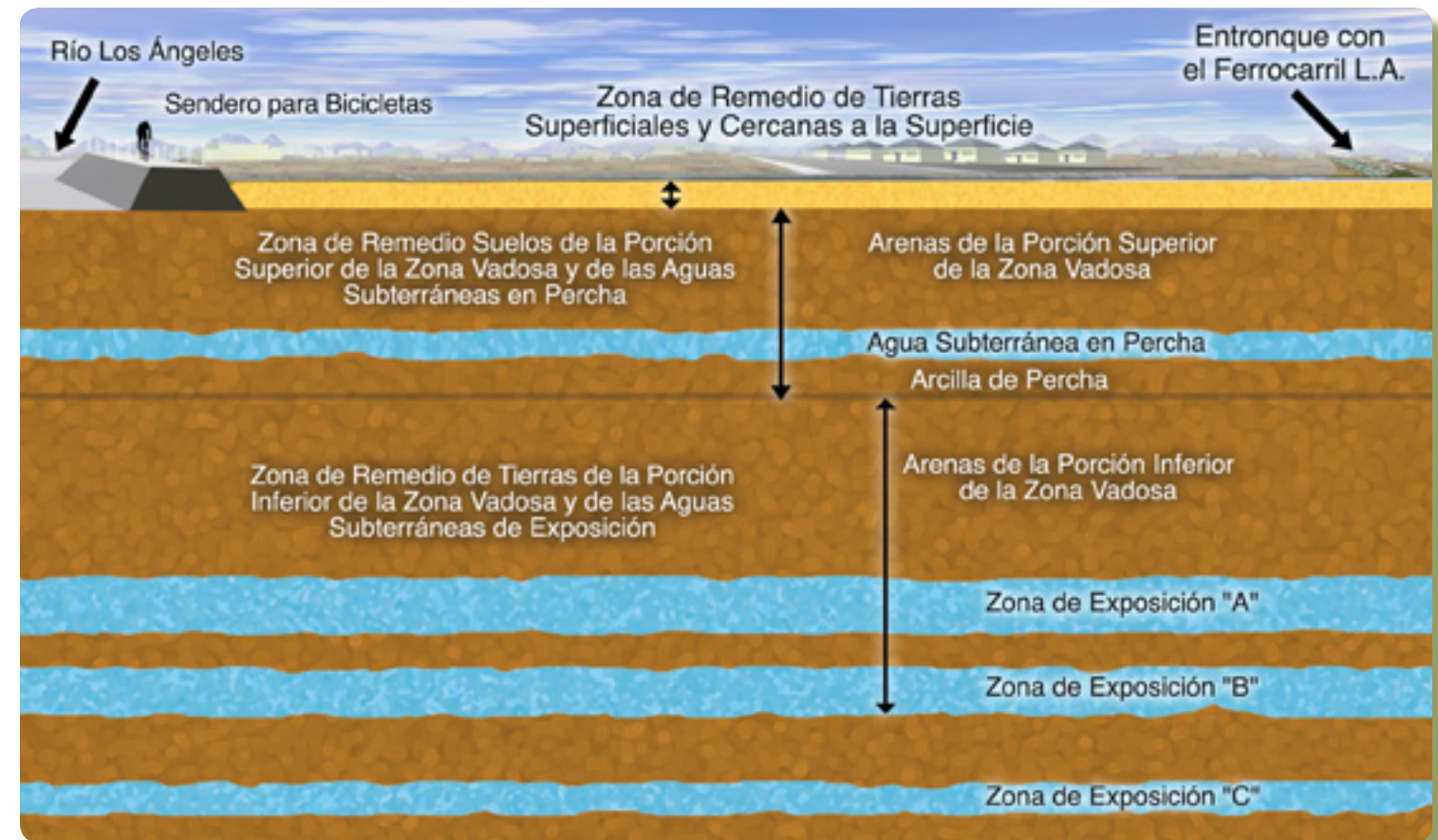


Figura 6. Medios Contaminados y Zonas de Remedio para el sitio Pemaco del Superfondo.

apoyar la base de las decisiones para el manejo de riesgos.

Con base en los RAOs, la cantidad y la composición del agua subterránea y los suelos a ser limpiados, se ensamblaron las tecnologías en alternativas de remedio (opciones de limpieza) para cada zona de remedio. Las alternativas de remedio para las dos zonas superiores de remedio, (1) la zona de remedio de suelos de la superficie y cerca de la superficie y (2) la zona de remedio de suelos de la superficie superior de la zona vadosa y el agua subterránea en percha, fueron ensambladas utilizando tecnologías que abordan toda el área de contaminación dentro de cada zona, puesto que las concentraciones de contaminantes son relativamente homogéneas. La contaminación en la zona de remedio de los suelos de la porción inferior de la zona vadosa y el agua subterránea de exposición abarca un área de superficie mucho mayor y varía más en concentraciones que las otras dos zonas de remedio superiores. Para ensamblar las alternativas de remedio para esta zona, se ensamblaron las tecnologías para abordar las áreas de concentraciones variadas dentro de la pluma contaminante de exposición (e.g. mayor a 10,000 ppm, mayor a 1,000 ppm, y mayor a 10 ppm de la pluma compuesta contaminante de TCE del agua subterránea de exposición).

resumen de las alternativas de limpieza

Las alternativas de remedio (limpieza) fueron desarrolladas para el sitio a través de un proceso de RI/FS. La EPA consideró un número de alternativas para cada zona de remedio que pudieran usarse para reducir los riesgos de una exposición potencial a los contaminantes.

CERCLA requiere que las alternativas de acciones de remedio sean evaluadas en términos de qué tan bien cumplen estas alternativas con los nueve criterios de selección de remedio específicos (ver Figura 7).

A continuación se encuentra un resumen de cada una de las alternativas que aún se están considerando, incluso las alternativas preferidas de la EPA. Las alternativas preferidas de la EPA para cada zona de remedio son consideradas como las que mejor cumplen con los criterios de selección de remedio.

selección de la medida correctiva análisis de 9 criterios

- 

1 Protección General de la Salud y el Medio Ambiente
Cómo se eliminan, reducen o controlan los riesgos para el público y el medio ambiente
- 

2 Cumplimiento con los requisitos aplicables o relevantes y apropiados (ARARs)
Cumplimiento de las leyes federales y estatales sobre medio ambiente y/o fundamentos de la excepción otorgada.
- 

3 Efectividad y permanencia a largo plazo
Mantenimiento de protección confiable de la salud humana y del medio ambiente a través del tiempo, una vez cumplidas las metas de limpieza.
- 

4 Reducción de la toxicidad, movilidad y volumen (TMV) mediante el tratamiento
Capacidad de la reparación de reducir la toxicidad, movilidad y volumen de los agentes contaminantes peligrosos presentes en el sitio.
- 

5 Efectividad a corto plazo
Protección de la salud humana y del medio ambiente durante el periodo de construcción e implementación.
- 

6 Posibilidad de implementación
Viabilidad técnica y administrativa de una reparación, incluida la disponibilidad de materiales y servicios necesarios para realizarla.
- 

7 Costo
Costos estimados de capital, operación y mantenimiento de cada alternativa.
- 

8 Aceptación estatal
El Estado coincide con, se opone a o no tiene comentarios sobre la alternativa preferida.
- 

9 Aceptación de la comunidad
Se toman en cuenta las preocupaciones y preferencias de la comunidad.

limpieza final

alternativa SG4 -extracción, mejorada con vacío, del agua subterránea/ bombeo y tratamiento/atenuación natural monitoreada/oxidación ultravioleta/oxidación térmica sin flama/carbón activado granular

Estimado de Costo Presente:\$6,129,000.00
 Estimado de Costo de Capital Directo: \$3,019,000.00
 Estimado del Costo Anual de O&M:\$ 676,000.00

La extracción, mejorada con vacío, del agua subterránea utiliza pozos típicos de extracción de agua subterránea con bombas sumergibles y también bombas de superficie de alto vacío. La **depresión en el nivel de agua** de los pozos causada por la extracción permitiría que los vapores de la tierra pudieran extraerse. Conforme se extrae el vapor (con vacío), se eliminan los VOCs contaminantes que están atrapados en los poros de la tierra, reduciendo de manera eficaz la contaminación en los suelos de la porción inferior de la zona vadosa.

Con esta alternativa, la extracción, mejorada con vacío, del agua subterránea se haría en todos los pozos dentro del área de 10,000 ppm de la pluma contaminante (ver Figura 4) para tratar a los contaminantes y al producto libre. Dentro de los contornos compuestos de 10 ppm y 1,000 ppm de la pluma contaminante, se usaría el B&T típico de pozos. La ANM se usaría fuera de la pluma de 10 ppm para verificar la reducción de la pluma. El agua subterránea y el vapor de tierra extraídos se transportarían a sistemas separados de tratamiento. Con la oxidación ultravioleta se trataría el agua subterránea y la oxidación térmica sin flama se usaría para tratar el vapor. Tanto la Ox UV como la OTF destruirían completamente todos los contaminantes en el sitio. Después de un año de procesos de remedio, el sistema de tratamiento del vapor sería cambiado al CAG, que es una opción más costo eficiente para los niveles inferiores de contaminación. Suponiendo que se cumple con los criterios de limpieza, el agua subterránea podría ser reinyectada a la tierra, ser descargada al sistema de alcantarillado o ser descargada al río Los Angeles.

Esta alternativa supone que grandes cantidades de VOCs, aproximadamente 50%, podrían ser extraídas durante el primer año de operación. Algunas COCs presentes dentro de esta zona de remedio, en particular el cloruro de vinilo, no pueden ser tratadas con CAG cuando hay concentraciones elevadas y por lo tanto, se requiere tratar el vapor con OTF. No es probable que éste sistema de tratamiento para el vapor emita productos de combustión incompletos, tales como las dioxinas y los furanos, por arriba de los niveles de fondo debido a que el sistema tiene una alta eficiencia de remoción. La OTF sería monitoreada cuidadosamente en cuanto a la liberación de estas sustancias químicas. Después del primer año, se calcula que la mayoría de los contaminantes, incluyendo el cloruro de vinilo, habrán sido extraídos y destruídos usando la OTF y el cambio a un sistema de tratamiento de vapor con CAG sería más costo eficiente. Una mayor evaluación de la proporción de cloruro de vinilo sería necesaria antes de implementar el sistema de tratamiento de vapor con CAG.

La extracción del agua subterránea, junto con la extracción de vapor al alto vacío, permiten un buen control del movimiento de la contaminación y una reducción en la cantidad (en el sitio) de COCs a través de la extracción de líquidos y contaminantes de gas. Esta alternativa eliminaría de manera eficaz la exposición humana a los contaminantes de esta zona, así como también eliminaría el potencial para la dispersión de la contaminación. La duración total de esta alternativa se supone que es de 20 años (15 años de operación más 5 años de monitoreo).

alternativa preferida por la EPA para la zona de remedio de los suelos de la porcion inferior de la zona vadosa y el agua subterranea de exposicion:

alternativa SG5 - calentamiento con resistencia eléctrica con extracción de vapor/extracción, mejorada con vacío, del agua subterránea/bombeo y tratamiento/oxidación ultravioleta/oxidación térmica sin flama/carbón activado granular

Estimado de Costo Presente:\$8,895,000.00
 Estimado de Costo de Capital Directo:\$5,094,000.00
 Estimado del Costo Anual de O&M:\$ 818,000.00

El Calentamiento con Resistencia Eléctrica (CRE) utiliza electrodos que se insertan en la tierra a la profundidad de la contaminación. Los electrodos calientan la tierra y el agua subterránea a aproximadamente 100 grados centígrados. Los contaminantes se **volatilizan** y eliminan de la sub-superficie a través de **eliminación por vapor** in-situ. Los contaminantes volatilizados se recolectan en la superficie por medio de la extracción de vapor (EV) para su tratamiento.

Con esta alternativa, el CRE junto con la EV serían usados para tratar la tierra y el agua subterránea dentro de la pluma de contaminación de 10,000 ppm del agua subterránea (ver Figura 4). La extracción, mejorada con vacío, del agua subterránea sería usada en la zona de

▲ Figura 7. Selección del Remedio: Nueve Criterios para Evaluar las Alternativas de Remedio.

alternativa SG2 - oxidación química in-situ/reducción química in-situ/bombeo y tratamiento/atenuación natural monitoreada/oxidación

Estimado de Costo Presente:\$5,412,000.00
Estimado de Costo de Capital Directo: \$3,160,000.00
Estimado del Costo Anual de O&M:\$ 433,000.00

La oxidación química *In-situ* (OQIS) está basada en el agregar sustancias químicas oxidantes a medios (agua y tierra) contaminados para destruir los contaminantes y convertirlos en compuestos inocuos que se encuentran comúnmente en la naturaleza. La OQIS involucra el inyectar **agentes oxidantes** seleccionados a la sub-superficie y el recolectar y analizar muestras de agua subterránea para monitorear el proceso de degradación de los contaminantes. La Reducción Química *In-situ* (RQIS) es igual que la OQIS en cuanto a su aplicación, pero involucra la inyección de un **agente reductor** seleccionado (en vez de un agente oxidante) a la sub-superficie. Las concentraciones de los contaminantes, los parámetros químicos generales y los indicadores ambientales se documentan antes de, y al término del proceso de inyección. También sería necesario un monitoreo a largo plazo.

Para esta alternativa, los agentes oxidantes o reductores son aplicados en el agua subterránea basándose en las concentraciones de los contaminantes del agua subterránea (ver Figura 4). La OQIS y la RQIS sería usada en combinación, en serie o individualmente para tratar concentraciones mayores de contaminantes dentro del área de 1,000 ppm de la pluma. El bombeo y tratamiento (B&T) del agua subterránea sería usado en el área de la pluma con concentraciones entre 10 ppm y 1,000 ppm para proporcionar control hidráulico y ayudar a esparcir los agentes oxidantes/reductores en el agua subterránea contaminada.

La Atenuación Natural Monitoreada (ANM) consiste en la recolección y análisis de muestras de agua subterránea y en los datos para documentar los niveles de contaminantes presentes en el agua subterránea y la capacidad de degradarlos naturalmente a lo largo del tiempo. La ANM sería usada fuera de la zona de agua subterránea con 10 ppm para demostrar la reducción de la pluma.

Se llevaría a cabo un **estudio de tratabilidad** para determinar la eficacia de la OQIS o la RQIS, el espaciado ideal de los puntos de inyección, y la cantidad de agentes oxidantes/reductores necesarios. La OQIS y la RQIS se aplican de la misma manera (por medio de los pozos) y tienen costos similares. Los resultados del estudio de tratabilidad serían usados para determinar si ambas tecnologías serían aplicadas o sólo una. Se calcula que la duración total de esta alternativa es de 1 año, más, por lo menos, 5 años de monitoreo (6 años en total).

La OQIS no se recomienda para el tratamiento *in-situ* de la tierra puesto que los resultados de la mecánica de la aplicación del sustrato no está demostrada y se requiere de agua subterránea para ayudar a la dispersión de la sustancia química a las zonas contaminadas. Por esta razón, la OQIS/RQIS solamente sería una solución parcial para el tratamiento de esta zona.

alternativa SG3 - bioremediación in-situ mejorada/bombeo y tratamiento/atenuación natural monitoreada/oxidación ultravioleta

Estimado de Costo Presente: \$4,874,000.00
Estimado de Costo de Capital Directo:\$2,622,000.00
Estimado del Costo Anual de O&M: \$ 433,000.00

La Bio-remediación *In-situ* Mejorada (BISM) involucra la inyección de un sustrato (donador de electrones) a la tierra y la recolección y análisis de muestras de agua subterránea para monitorear el proceso de bio-remediación. La BISM es un método que se usa para degradar los VOCs clorados (tales como el PCE y el TCE) utilizando procesos que se dan normalmente en el medio ambiente. El Compuesto de Liberación de Hidrógeno (HRC®, por sus siglas en inglés) es el más probable sustrato orgánico disponible para ser inyectado en la tierra del sitio Pemaco y se ha demostrado que es eficaz en acelerar las tasas de bio-remediación de los VOCs clorados. Este proceso ayuda a la degradación del PCE y del TCE para convertirlos con el paso del tiempo, en compuestos inocuos, tales como el eteno.

Con esta alternativa y con base en los resultados del estudio de tratabilidad, se usaría la BISM para tratar las concentraciones más altas de los contaminantes (dentro del contorno de 1,000 ppm – ver la Figura 4). El bombeo y tratamiento del agua subterránea sería usada para dar control hidráulico y ayudar a la dispersión del sustrato en el área de la pluma con concentraciones entre 10 ppm y 1,000 ppm. La Atenuación Natural Monitoreada se usaría para demostrar la reducción de la pluma fuera del contorno de 10 ppm. Los costos están basados en el tratamiento con BISM por 1 año más un mínimo de 5 años de monitoreo (6 años en total).

La BISM no se recomienda para el tratamiento *in-situ* de la tierra puesto que los resultados de la mecánica de la aplicación del sustrato no está demostrada y se requiere de agua subterránea para aplicar la sustancia química a las zonas contaminadas. Por esta razón, la BISM solamente sería una solución parcial para el tratamiento de los suelos de porción inferior de la zona vadosa y la zona de remedio del agua subterránea de exposición.

alternativas para los suelos de la superficie/cercanos a la superficie - N

alternativa NI - ninguna acción

Estimado de Costo Presente:\$0.00
Estimado de Costo de Capital Directo:\$0.00
Estimado del Costo Anual de O&M:\$0.00

La EPA está obligada a considerar la alternativa de Ninguna Acción para compararla con otras alternativas de remedio. Esta alternativa proporciona una línea base de evaluación en términos del riesgo para el público si no se toma ninguna acción. La alternativa de Ninguna Acción no involucra ningún tratamiento proactivo, remoción o monitoreo del área contaminada. En esta alternativa, seguirán presentes las vías de exposición humana a COCs en suelos de la superficie y cerca de la superficie y continuarán dispersándose los contaminantes. No hay ningún costo asociado con esta alternativa y daría el menor grado de protección general a la salud humana y al medio ambiente. La Alternativa de Ninguna Acción no cumple con los objetivos de acciones de remedio de la EPA y no cumple con los requerimientos estatales y federales.

alternativa de remedio preferida por la EPA para la zona de suelos de la superficie y cercanos a la superficie:

alternativa N2- cobertura del suelo/re-vegetación

Estimado de Costo Presente:\$773,000.00
Estimado de Costo de Capital Directo: \$358,000.00
Estimado del Costo Anual de O&M: \$ 25,000.00

Esta alternativa involucra la colocación en el sitio de una capa de 1 pie de grosor, o sea, aproximadamente 4,550 yardas cúbicas del suelo limpio y el establecimiento de un crecimiento de vegetación para estabilizar los suelos en su lugar (aproximadamente 1,080 yardas cúbicas de tierra más la vegetación). Esta cubierta de tierra no trata ni destruye a las COCs, sino que actúa como una barrera y elimina la posibilidad de exposición humana a las COCs en los suelos de la superficie y cercanos a la superficie. El monitoreo a largo plazo y el mantenimiento de la cubierta de tierra y el crecimiento de la vegetación es esencial para impedir la erosión y la exposición de los contaminantes subyacentes. El agregar una capa de un material geo-textil no-tejido debajo de la capa de tierra mejoraría esta opción puesto que actuaría como un indicador de la erosión excesiva y como una capa adicional para asegurar la eficacia de la cubierta de tierra. La cubierta de tierra terminada serviría de área de recreo después de su reforestación.

Se calcula que la construcción de la cubierta de tierra tome entre 1 y 2 meses y requeriría de un número indefinido de inspecciones de la superficie y de la implementación de acciones correctivas (e.g., mantenimiento y/o reparación de las superficies para tratar la erosión y el desgaste de la superficie) para que siga siendo eficaz.

alternativa N3 - excavación y disposición fuera del sitio

Estimado de Costo Presente: \$1,305,000.00
Estimado de Costo de Capital Directo:\$1,305,000.00
Estimado del Costo Anual de O&M:\$ 0.00

La excavación de la tierra y su disposición fuera del sitio involucra la remoción de la tierra afectada (aproximadamente 2,900 yardas cúbicas) y la disposición de esta tierra fuera del sitio en un relleno sanitario aprobado (aproximadamente 3,770 yardas cúbicas después de la expansión). Al remover la tierra afectada, se eliminan las vías de exposición humana a los COCs y la dispersión de los contaminantes de la tierra al agua. Después de la remoción de la tierra, el sitio se nivelaría de nuevo y se pondría vegetación parecida a la de la opción de cubierta de tierra (Alternativa N2). Se calcula que la duración total de la excavación y de la acción de remedio de disposición fuera del sitio es de 1.5 meses. No se requeriría de monitoreo ni de mantenimiento a largo plazo debido a que las COCs se estarían eliminando físicamente del sitio.

alternativas para los suelos de la porcion superior de la zona vadosa y para el agua subterranea en percha -SP

alternativa SPI- ninguna acción

Estimado de Costo Presente: \$0.00

Estimado de Costo de Capital Directo:\$0.00

Estimado del Costo Anual de O&M:\$0.00

La EPA está obligada a considerar la alternativa de Ninguna Acción para compararla con otras alternativas de remedio. Esta alternativa proporciona una línea base de evaluación en términos del riesgo para el público si no se toma ninguna acción. La alternativa de Ninguna Acción no involucra ningún tratamiento proactivo, remoción o monitoreo del medio (aire, agua o suelos) contaminado. De no tratarse, la contaminación residual de VOCs en los suelos de la porción superior de la zona vadosa puede migrar a la superficie en la forma de vapor y/o migrar hacia abajo y actuar como una fuente continua de contaminación para el agua subterránea.

Con esta alternativa, continuarían las vías de exposición humana a las COCs en los suelos de la porción superior de la zona vadosa y el agua subterránea en percha. No hay ningún costo asociado con esta alternativa y daría el menor grado de protección general a la salud humana y al medio ambiente. La Alternativa de Ninguna Acción no cumple con los objetivos de acciones de remedio de la EPA y no cumple con los requerimientos estatales y federales.

alternativa preferida por la EPA para remedio de los suelos de la porcion superior de la zona vadosa y el agua subterranea en percha:

alternativa SP2- extracción al alto vacío de doble fase/oxidación ultravioleta/oxidación térmica sin flama/carbón activado granular

Estimado de Costo Presente:\$3,659,000.00

Estimado de Costo de Capital Directo: \$1,431,000.00

Estimado del Costo Anual de O&M:\$ 488,000.00

La Extracción al Alto Vacío de Doble Fase (HVDPE, por sus siglas en inglés) usa el alto vacío para succionar aguas subterráneas y el vapor de suelos a la superficie para su tratamiento arriba de la superficie. Se instalarían pozos de extracción para remover tanto el gas como los líquidos contaminantes de los suelos de la porción superior de la zona vadosa (aproximadamente entre 80,000 a 90,000 yardas cúbicas) y de las aguas subterráneas de percha (aproximadamente 1.4 millones de galones), respectivamente. El agua subterránea y vapor de suelos extraídos son transportados a sistemas separados de tratamiento arriba de la superficie donde se limpian los contaminantes. Esta alternativa utiliza la **oxidación ultravioleta** (Ox UV) para tratar el agua subterránea y la **oxidación térmica sin flama** (OTF) para tratar el vapor. Tanto la Ox UV como la OTF destruyen completamente todos los contaminantes que contiene el agua subterránea y el vapor. Después de aproximadamente un año de operación, el sistema de tratamiento OTF para el vapor de los suelos sería reemplazado por un sistema de **carbón activado granular** (CAG). Suponiendo que se logren los criterios de la limpieza, el agua subterránea tratada podría ser reinyectada en la tierra, descargada al alcantarillado o descargada al Río Los Angeles.

Esta alternativa supone que la mayor cantidad de contaminación, aproximadamente 50 a 60%, será extraída durante el primer año de operación. Algunas COCs, tales como el 1,4-dioxano y el cloruro de vinilo, en altas concentraciones, no pueden ser tratadas eficientemente por el CAG. No es probable que el sistema de tratamiento de vapor emita productos incompletos de combustión, tales como las dioxinas y furanos por arriba de los niveles de fondo, debido a la alta eficiencia del sistema de remoción. La OTF sería monitoreada muy de cerca en cuanto a la liberación de estas sustancias químicas. Se calcula que después del primer año la mayoría de los contaminantes de alta concentración, incluyendo al 1,4-dioxano y el cloruro de vinilo habrán sido extraídos y destruidos usando la OTF y el cambio al sistema de tratamiento de vapor por CAG sería más costo eficiente. Sería necesario evaluar la proporción de estas COCs en el flujo de vapor antes de implementar el tratamiento del vapor con CAG.

La HVDPE permite que haya un buen control en la dispersión de la contaminación y una reducción en el volumen de contaminantes tanto en el agua subterránea como en los suelos. La HVDPE eliminaría eficazmente las posibilidades de exposición humana a la contaminación tanto en la porción superior de los suelos de la zona vadosa como en el agua subterránea en percha y también se reduciría el potencial de la dispersión de la contaminación. Está proyectado que la duración total de esta alternativa sea de 10 años (5 años de HVDPE y 5 años de monitoreo).

alternativa SP3 - oxidación química in-situ

Estimado de Costo Presente:\$2,540,000.00

Estimado de Costo de Capital Directo: \$1,849,000.00

Estimado del Costo Anual de O&M:\$ 133,000.00

La oxidación química In-situ (OQIS) está basada en el agregar sustancias químicas a los aproximadamente 1.4 millones de galones de aguas subterráneas en percha. Destruye a los contaminantes al convertirlos en compuestos inoocuos que se encuentran comúnmente en la naturaleza. La OQIS involucra el inyectar agentes oxidantes seleccionados a la sub-superficie y el recolectar y analizar muestras de agua subterránea para monitorear el proceso de degradación de los contaminantes. Las concentraciones de los contaminantes, los parámetros químicos generales y los indicadores ambientales se documentan antes de y al término del proceso de inyección. Sería necesario un monitoreo a largo plazo. Los costos están basados en un año de tratamiento con OQIS más un mínimo de 5 años de monitoreo (6 años en total).

La OQIS no se recomienda para el tratamiento in-situ de la tierra puesto que la mecánica de la adición de sustancias químicas al **sustrato** no está probada y se requiere de agua subterránea para ayudar a su dispersión. Por esta razón, la OQIS solamente sería una solución parcial para el tratamiento de esta zona de remedio. No se estarían abordando las vías de exposición humana a las COCs ni la diseminación potencial de los contaminantes de la tierra al agua subterránea.

alternativa SP4 - bioremediación in-situ mejorada

Estimado de Costo Presente:\$1,735,000.00

Estimado de Costo de Capital Directo:\$1,008,000.00

Estimado del Costo Anual de O&M: \$ 140,000.00

La Bio-remediación In-situ Mejorada (BISM) involucra la inyección de un sustrato orgánico a la sub-superficie y la recolección y análisis de muestras de agua subterránea para monitorear el proceso de bio-remediación, es decir, la degradación de los contaminantes. La BISM es un método que se usa para destruir VOCs clorados (PCE y TCE) utilizando procesos que se dan normalmente en el medio ambiente. Este proceso es disparado por una inyección de un sustrato orgánico seleccionado. El Compuesto de Liberación de Hidrógeno (HRC®) es el más probable sustrato orgánico disponible para ser usado en el sitio Pemaco y está bien documentada su capacidad de acelerar la bio-remediación in-situ. Este proceso resulta en la degradación del PCE y del TCE a compuestos inoocuos, con el paso del tiempo. Los costos están basados en el tratamiento con BISM por 1 año más un mínimo de 5 años de monitoreo (6 años en total).

La BISM no se recomienda para el tratamiento in-situ de la tierra puesto que los resultados de la mecánica de la inyección de sustrato no está demostrada y se requiere de agua subterránea para ayudar a la dispersión. Por esta razón, la BISM solamente sería una solución parcial para el tratamiento de esta zona de remedio. No se estarían abordando las vías de exposición humana a las COCs ni la diseminación potencial de los contaminantes de la tierra al agua subterránea.

alternativas para los suelo de la porcion inferior de la zona vadosa y el agua subterranea de exposicion -SG

alternativa SGI - ninguna acción

Estimado de Costo Presente:\$0.00

Estimado de Costo de Capital Directo: \$0.00

Estimado del Costo Anual de O&M:\$0.00

La EPA está obligada a considerar la alternativa de Ninguna Acción para compararla con otras alternativas de remedio. Esta alternativa proporciona una línea base de evaluación en términos del riesgo para el público si no se toma ninguna acción. La alternativa de Ninguna Acción no involucra ningún tratamiento proactivo, remoción o monitoreo del área contaminada. De no tratarse, los suelos de la porción inferior de la zona vadosa (aproximadamente 14,000 yardas cúbicas) seguirán siendo una fuente de contaminación para las zonas de aguas subterráneas de exposición. Además, puede llegar a existir una vía de exposición humana si la contaminación del agua subterránea dentro de las zonas de aguas subterráneas de exposición (aproximadamente 15.6 millones de galones de agua subterránea contaminada con VOCs) se dispersa hacia los pozos de producción domésticos. En esta alternativa, seguirán presentes las vías de exposición humana a COCs en suelos de la superficie y cerca de la superficie y continuarán dispersándose los contaminantes.

No hay ningún costo asociado con esta alternativa y daría el menor grado de protección general a la salud humana y al medio ambiente. La Alternativa de Ninguna Acción **no** cumple con los objetivos de acciones de remedio de la EPA y **no** cumple con los requerimientos estatales y federales.