

Actuaciones de recuperación de terrenos contaminados en los EE.UU.: 20 años de Superfondo

16 de diciembre de 2002

**Carlos Sánchez Pachón
Oficina de Innovación Tecnológica
Agencia de Protección Medioambiental de los EE.UU.
pachon.carlos@epa.gov**

Agenda de la Presentación

- Marco legal impulsor de los programas de tratamiento en los EE.UU.
- Resumen de la aplicación de tecnologías de tratamiento en los EE.UU.
- Cambios recientes en la legislación: Ley de Revitalización de Zonas Contaminadas
- Cambios en la práctica de campo del sector: La Triada

Marco Legal

- Dos leyes federales regulan el tratamiento de suelos y aguas subterráneas en los EE.UU.: Ley Global de Respuesta Medio Ambiental, Compensación y Responsabilidad Legal (CERCLA o Superfondo) y Ley de Recuperación y Conservación de Recursos (RCRA)
- CERCLA se aplica tanto a instalaciones públicas como privadas, abandonadas o en operación, que hayan sido afectadas por residuos peligrosos.
- RCRA regula la gestión de residuos sólidos y peligrosos, así como los depósitos de combustible soterrados. Generalmente se aplica sólo a instalaciones industriales en funcionamiento o bajo clausura con problemas de contaminación.

El Origen del Superfondo

La creación del Superfondo fue aprobada por el Congreso en 1980 en respuesta a la necesidad de proteger a los ciudadanos de los peligros que presentaban los sitios con vertidos incontrolados de materiales peligrosos

Aspectos Clave de CERCLA

- Decreta la autorización de intervenciones federales en situaciones de vertidos de desechos peligrosos y productos contaminantes.
- Requiere el inventariado de los sitios contaminados y el establecimiento de prioridades para su saneamiento.
- Establece que se ha de identificar a las partes responsables, a quienes se les exigirá efectuar el saneamiento o financiar el trabajo realizado por la EPA.

Programas Principales de Recuperación de Suelos Contaminados en los EE.UU.

Gastos estimados para 2001-2005 en miles de millones

- Instalaciones federales - Departamentos de Defensa y de Energía \$3,4 y \$3,5 respectivamente.
- Programa Superfondo de la EPA \$8,4
- Programa de actuación correctiva de la RCRA de la EPA \$5,1
- Tratamiento de depósitos de combustible \$8,6
- “Brownfields” y programas estatales \$0,54

Oficina de Innovación Tecnológica

Esquema de actuación

Vendedor de la tecnología

Parte
responsable,
propietario u
operador

Responsable
federal o estatal
de la entidad
reguladora

Ingeniero
consultor

Mercados internacionales

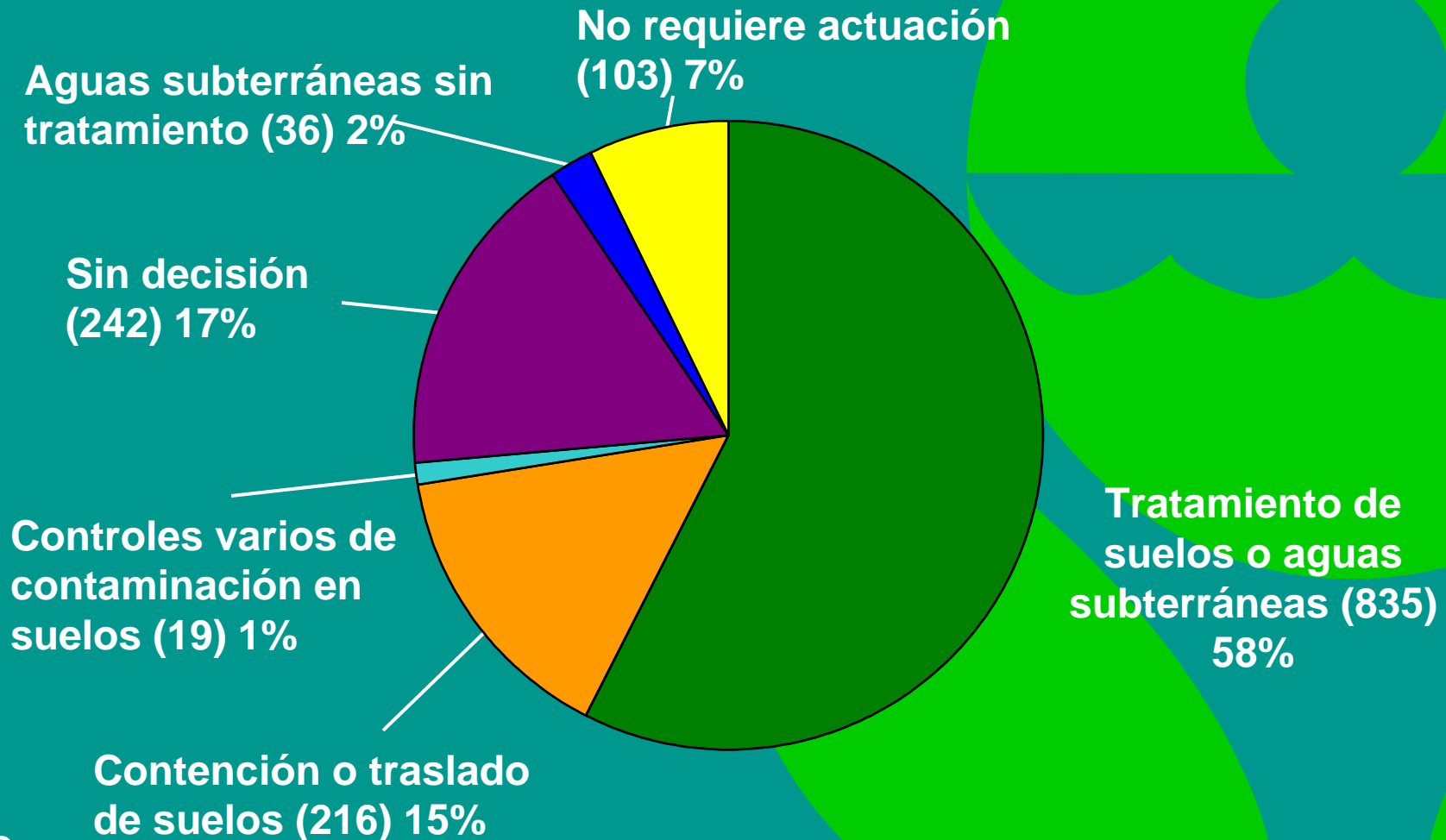
Grupos inversores

Vendedor de la tecnología

Actuaciones de Saneamiento del Superfondo:

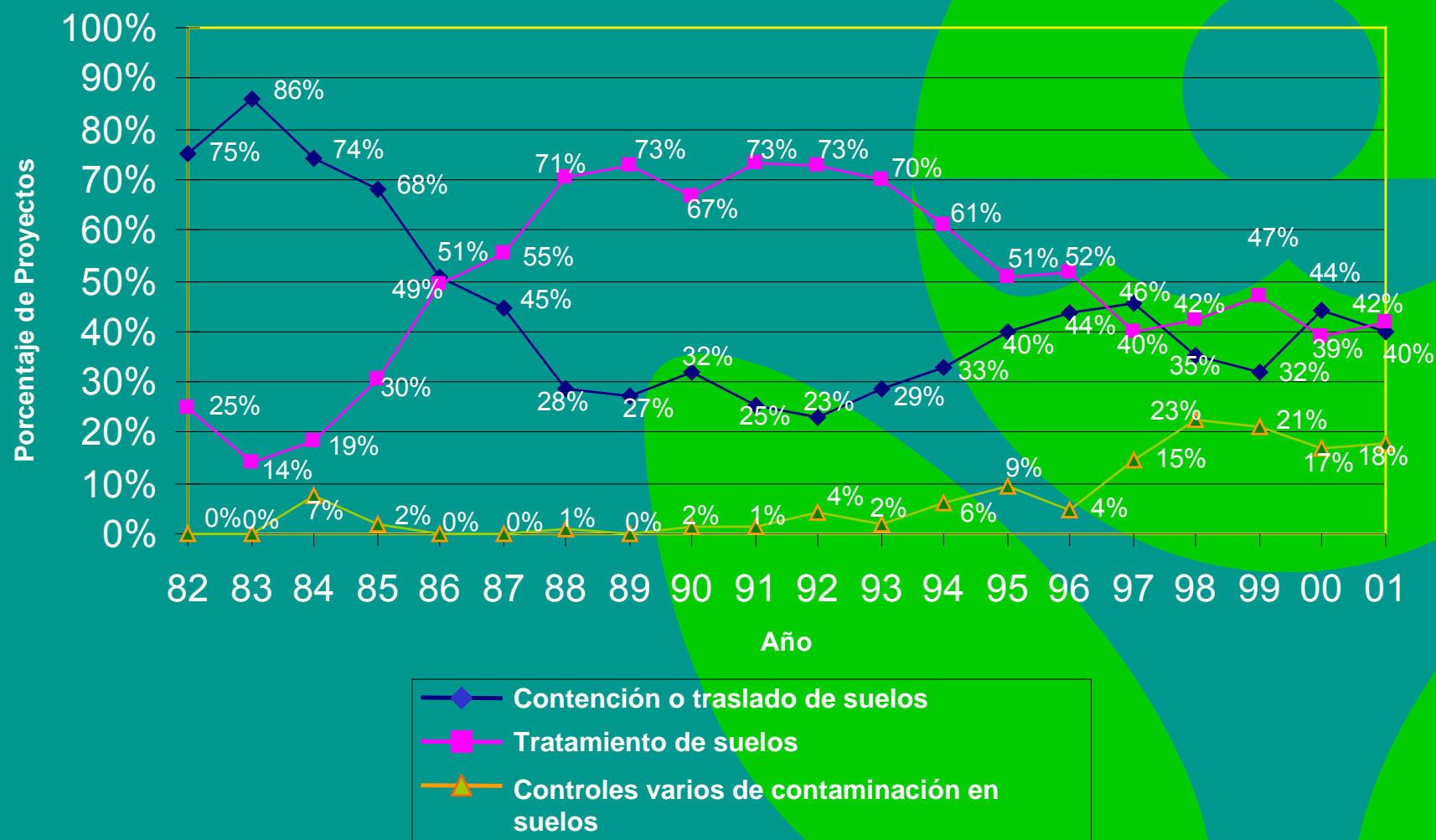
Actuaciones en la LNP (1982 - 1999)

Número total de sitios = 1.451

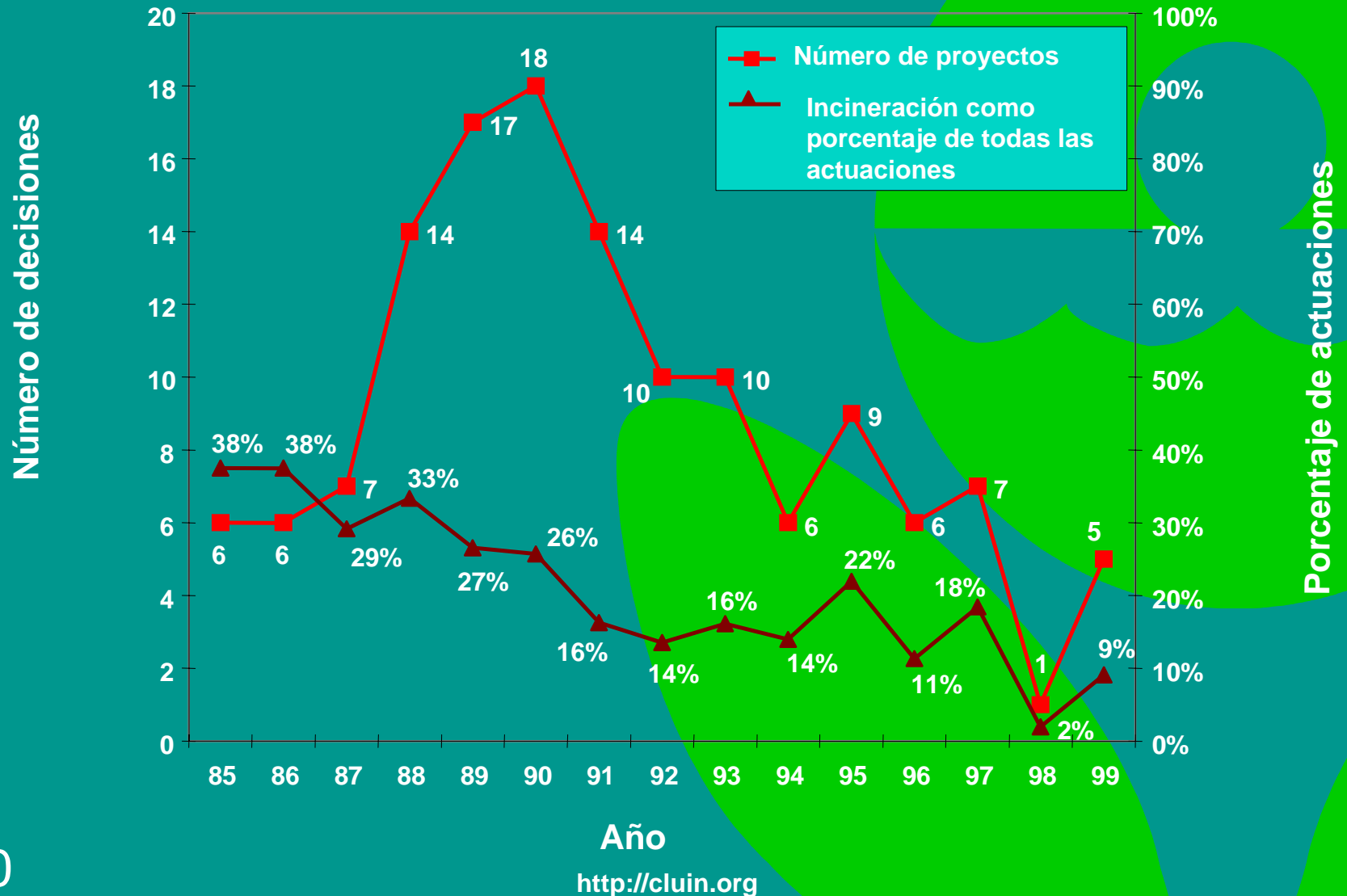


Actuaciones del Superfondo:

Historial de actuaciones: Tratamiento vs. contención

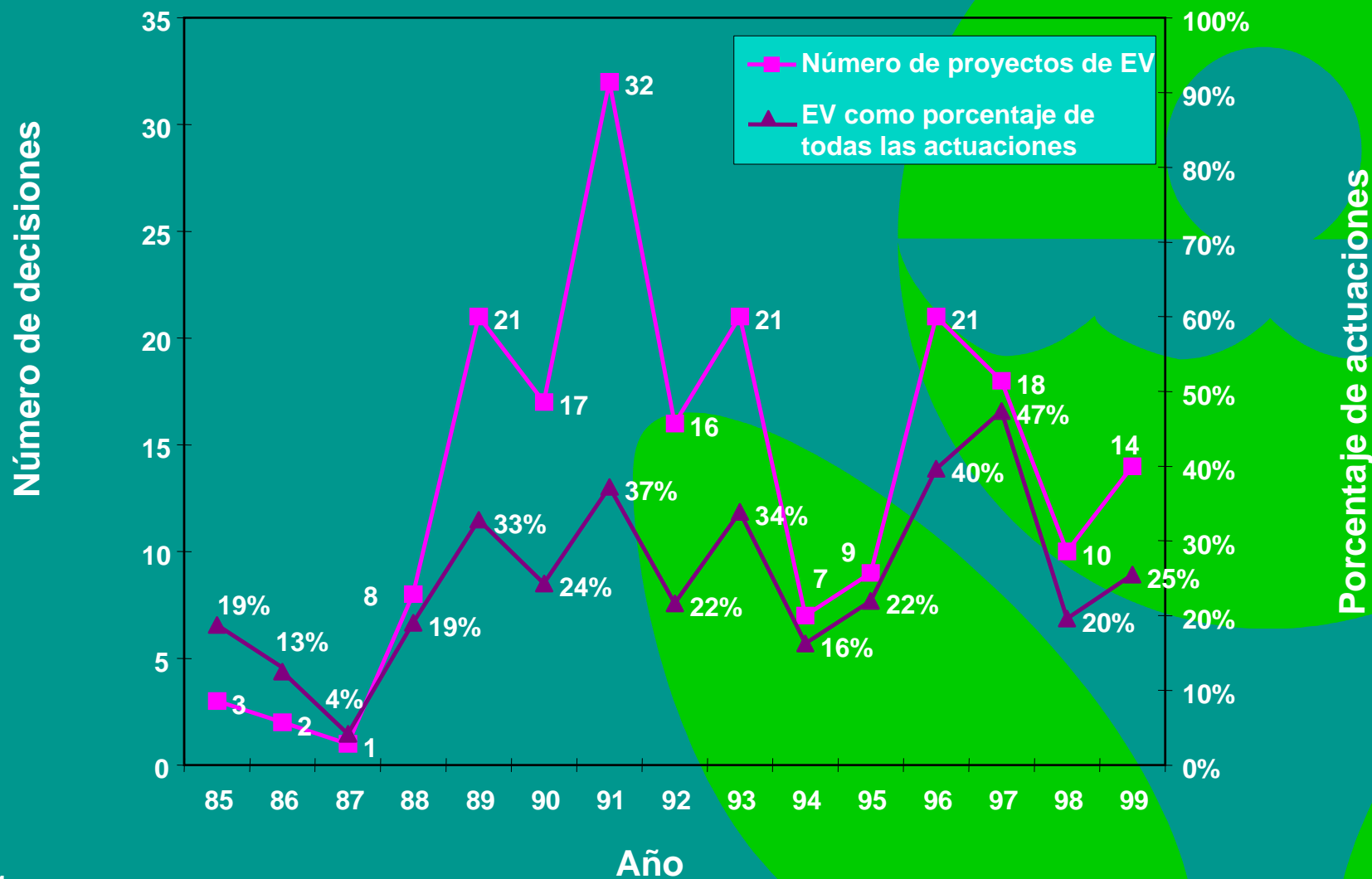


Actuaciones del Superfondo: Proyectos de incineración (1985 - 1999)



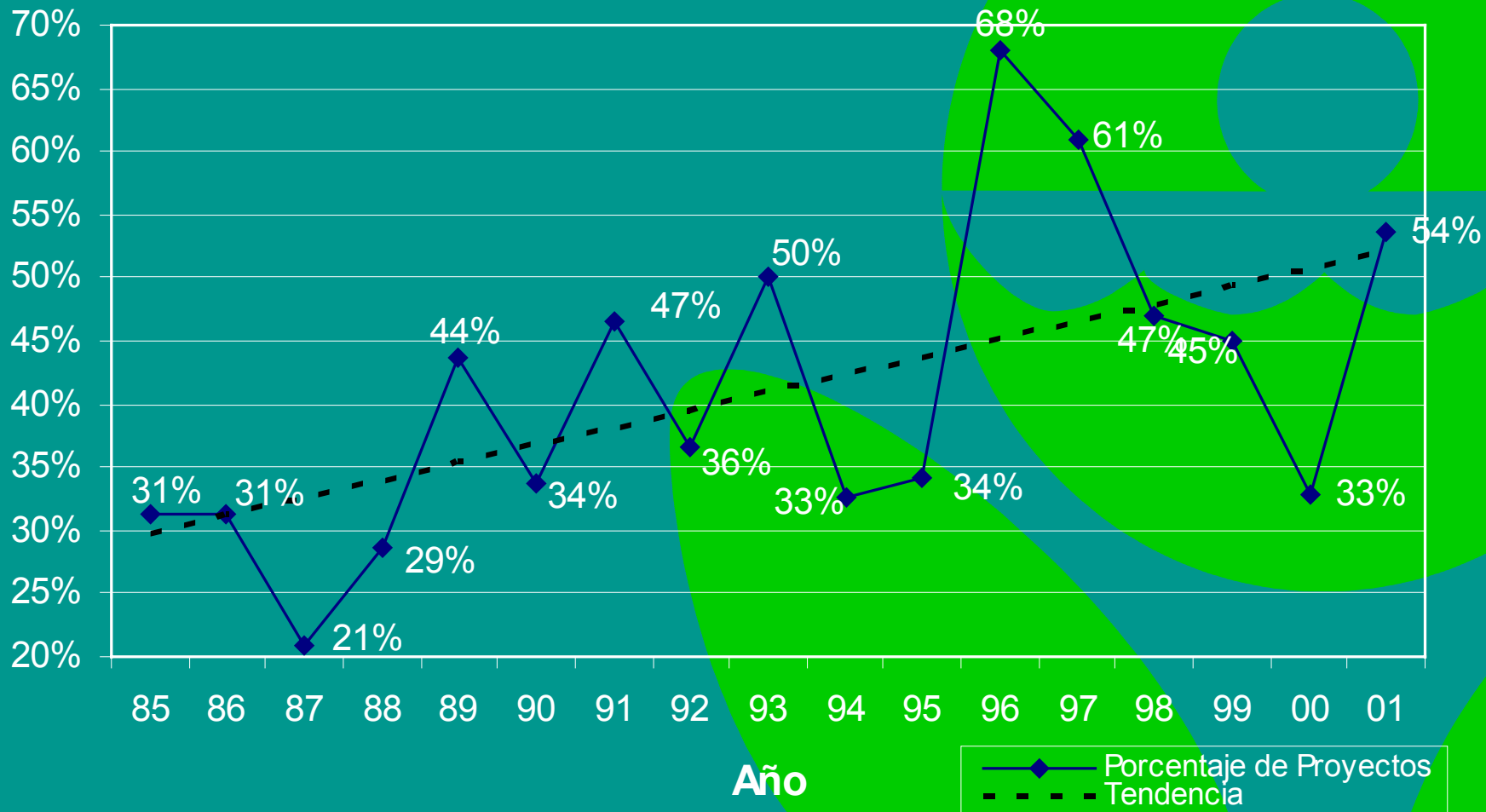
Actuaciones del Superfondo:

Proyectos de extracción de vapores (1985 - 1999)



Actuaciones del Superfondo:

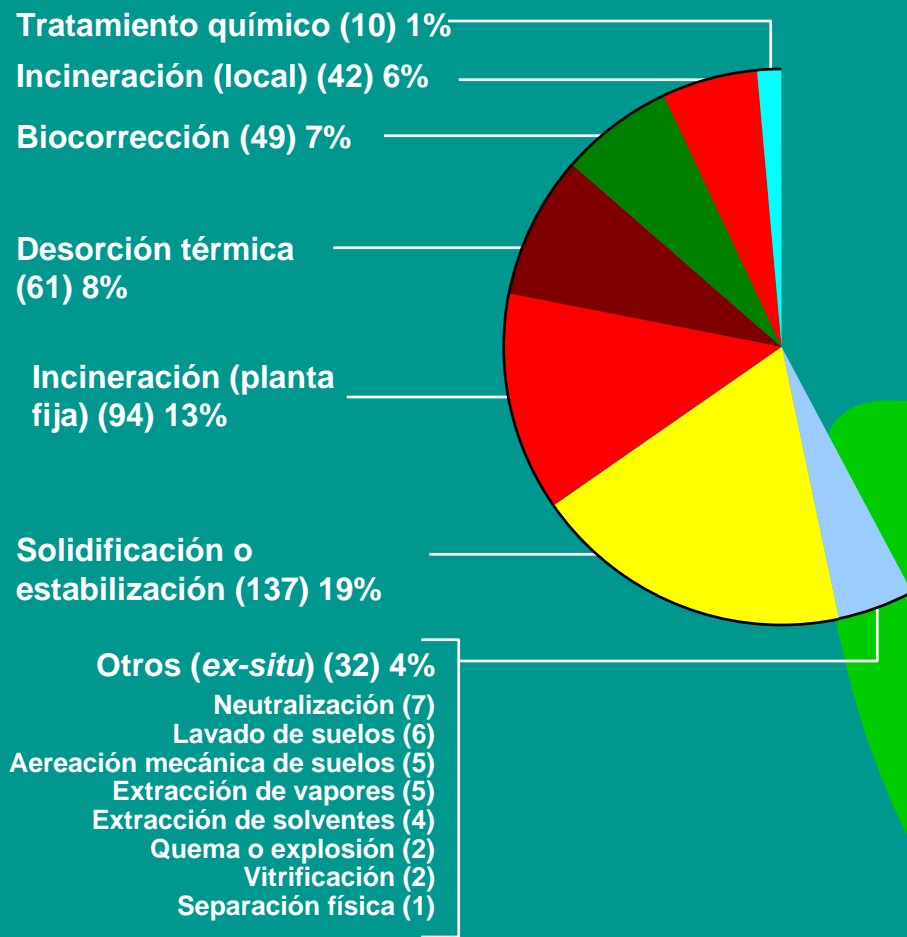
Tecnologías de tratamiento de suelos *in-situ* (1985 - 2001)



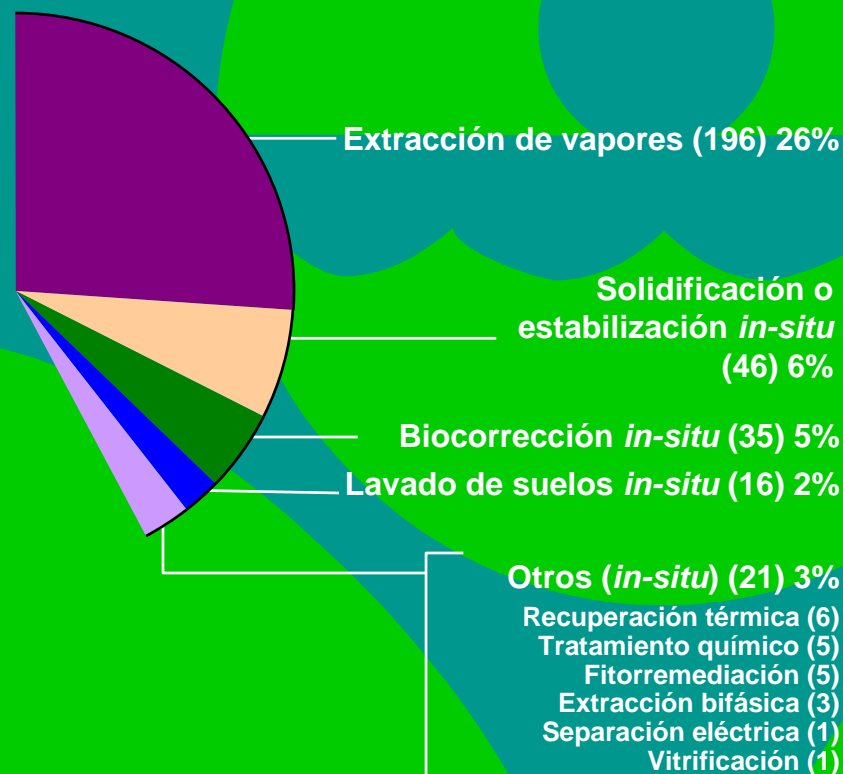
Actuaciones del Superfondo:

Sumario de uso de tecnologías de tratamiento de suelos (1982 - 1999)

Tecnologías *ex-situ* (425) 58%

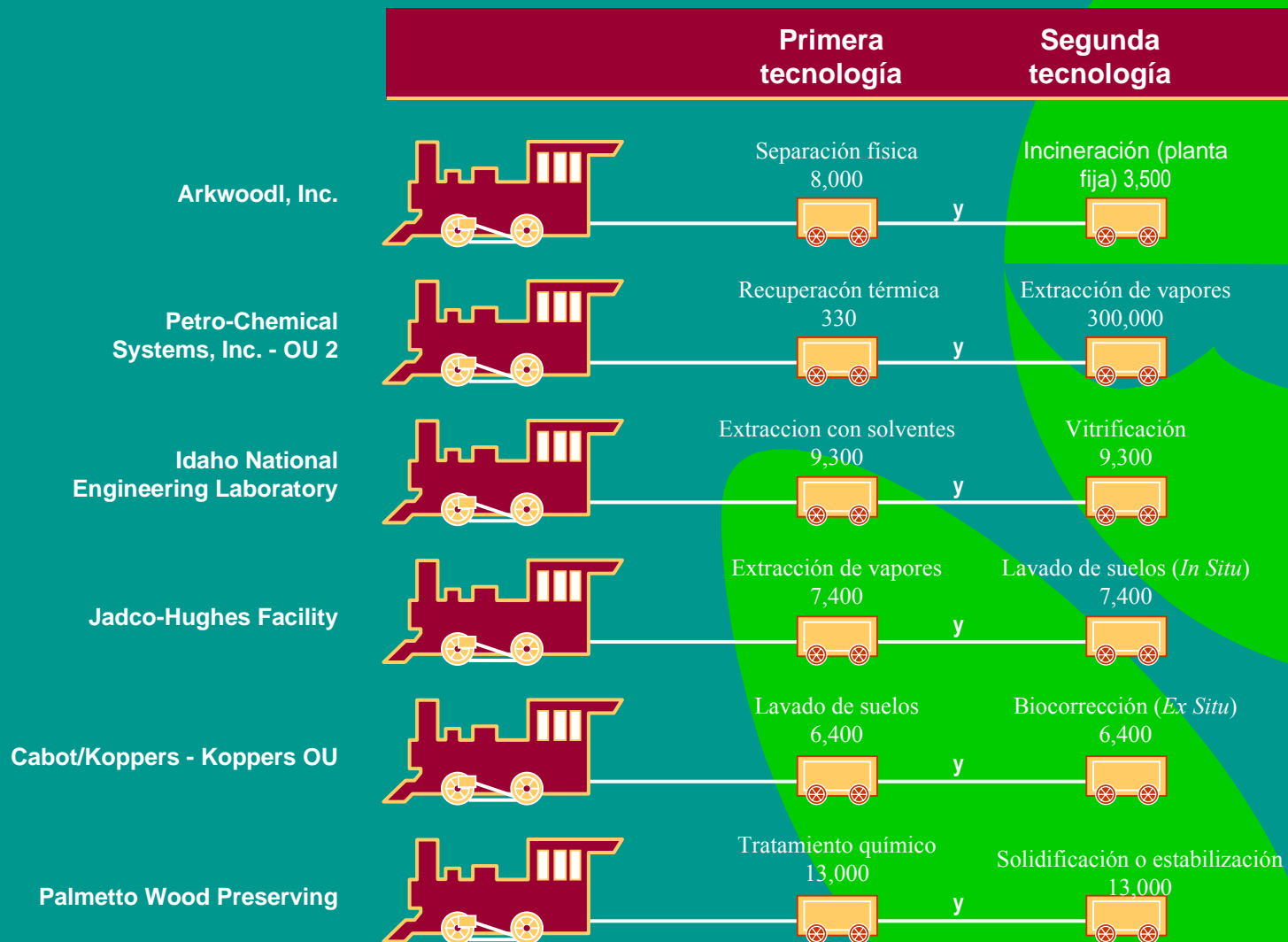


Tecnologías *in-situ* (314) 42%



Actuaciones del Superfondo:

Volúmenes tratados por tecnologías en cadena



Tecnologías Innovadoras

Para Suelos

- Deshalogenación
- Tratamiento químico
- Extracción con solventes
- Vitrificación In Situ
- Biocorrección
- Lavado de suelos In Situ
- Lavado de suelos
- Fitocorrección

Para Aguas Subterráneas

- Aspersión de aire
- Biocorrección In Situ
- Extracción bifásica
- Lavado con solventes
- Fracturación neumática e hidráulica
- Barreras reactivas permeables
- Enjuague con surfactantes
- Electrokinética
- Oxidación In Situ

Para Muestreo y Análisis

- Cono de perforación con FIL
- Fluorescencia de rayos X portátil
- Espectroscopía y cromatografía gaseosa portátiles
- Análisis de PCB
- Equipos de muestreo de suelos y gases
- Monitoreo de COV en pozos de extracción

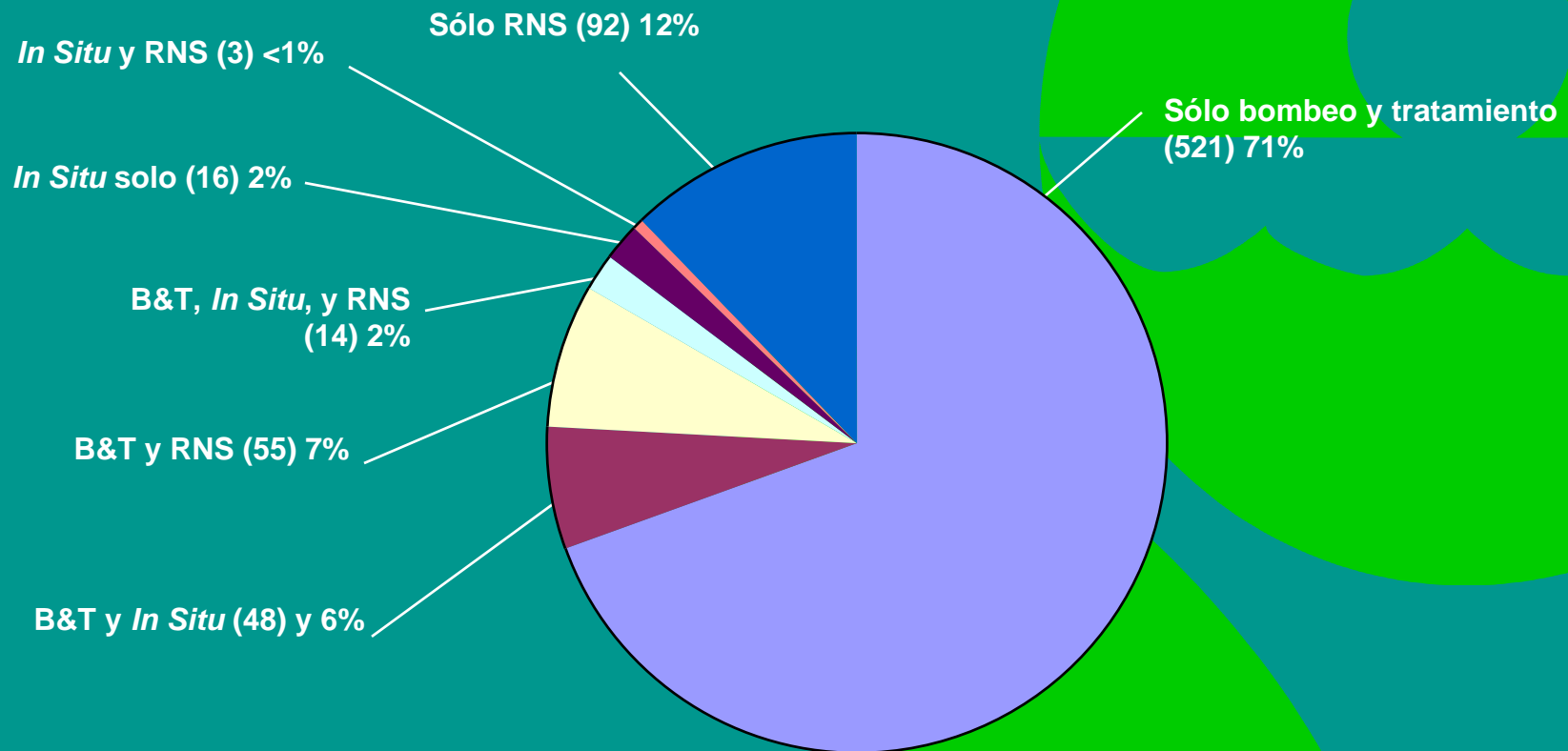
Ranking de Criterios Para la Dificultad de Tratar Aguas Subterráneas*

National Research Council, 1997

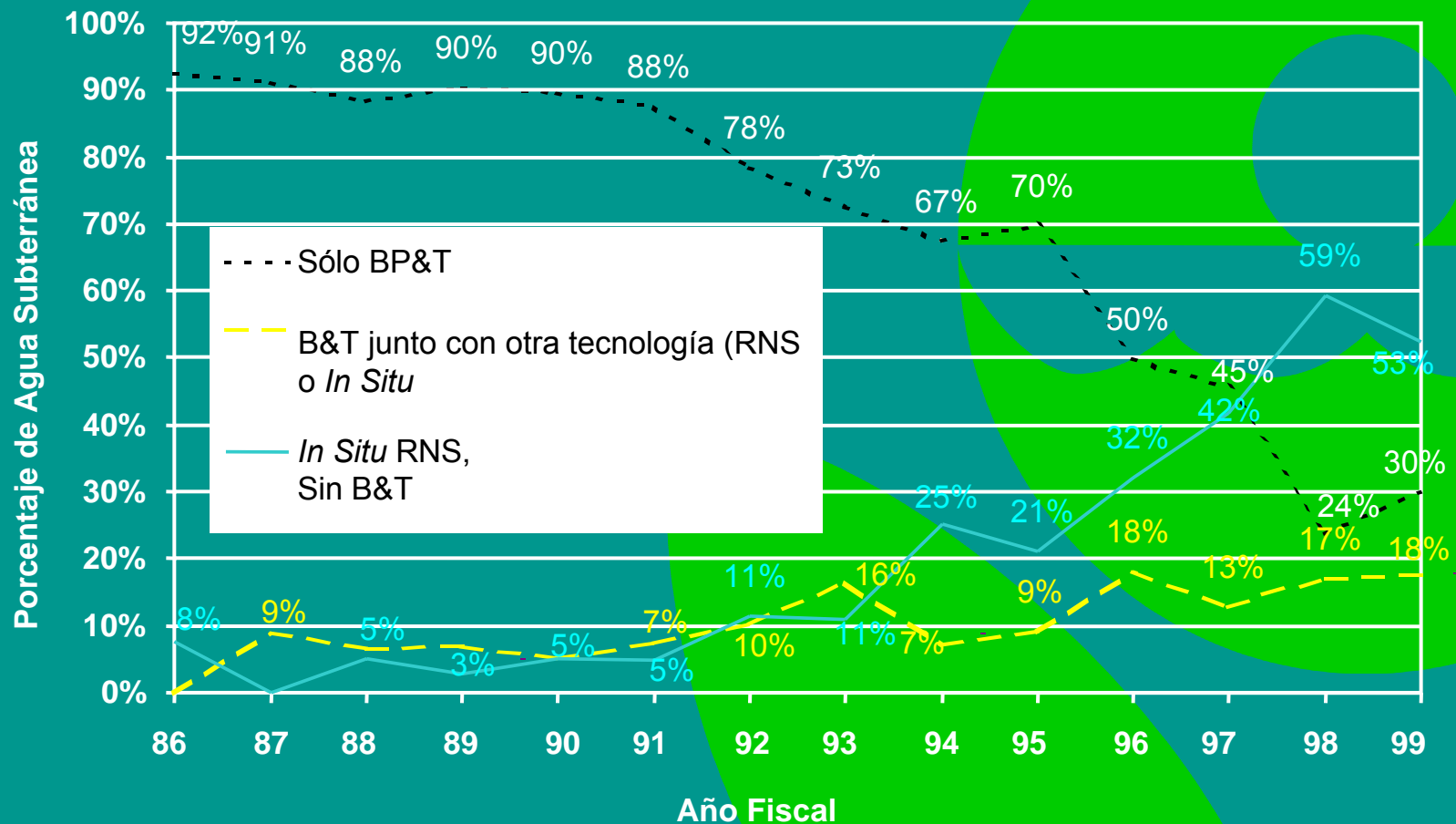
Contaminante → Hidrogeología ↓	Disuelto y de alta movilidad	Disuelto y con movilidad	Disuelto pero absorbido	Fuertemente absorbido	Fases separadas LNAPL	Fases separadas DNAPL
Homogénea, capa única	1	1-2	2	2-3	2-3	3
Homogénea, múltiples capas	1	1-2	2	2-3	2-3	3
Heterogénea, capa única	2	2	3	3	3	4
Heterogénea, múltiples capas	2	2	3	3	3	4
Roca fragmentada	3	3	3	3	4	4

Actuaciones de Superfondo: Tecnologías para aguas subterráneas (1982 - 1999)

Número total de sitios con bombeo y tratamiento, reducción natural supervisada (RNS) o tratamiento *in situ* = 749



Selección de B&T en Superfondo (1986 – 1999)



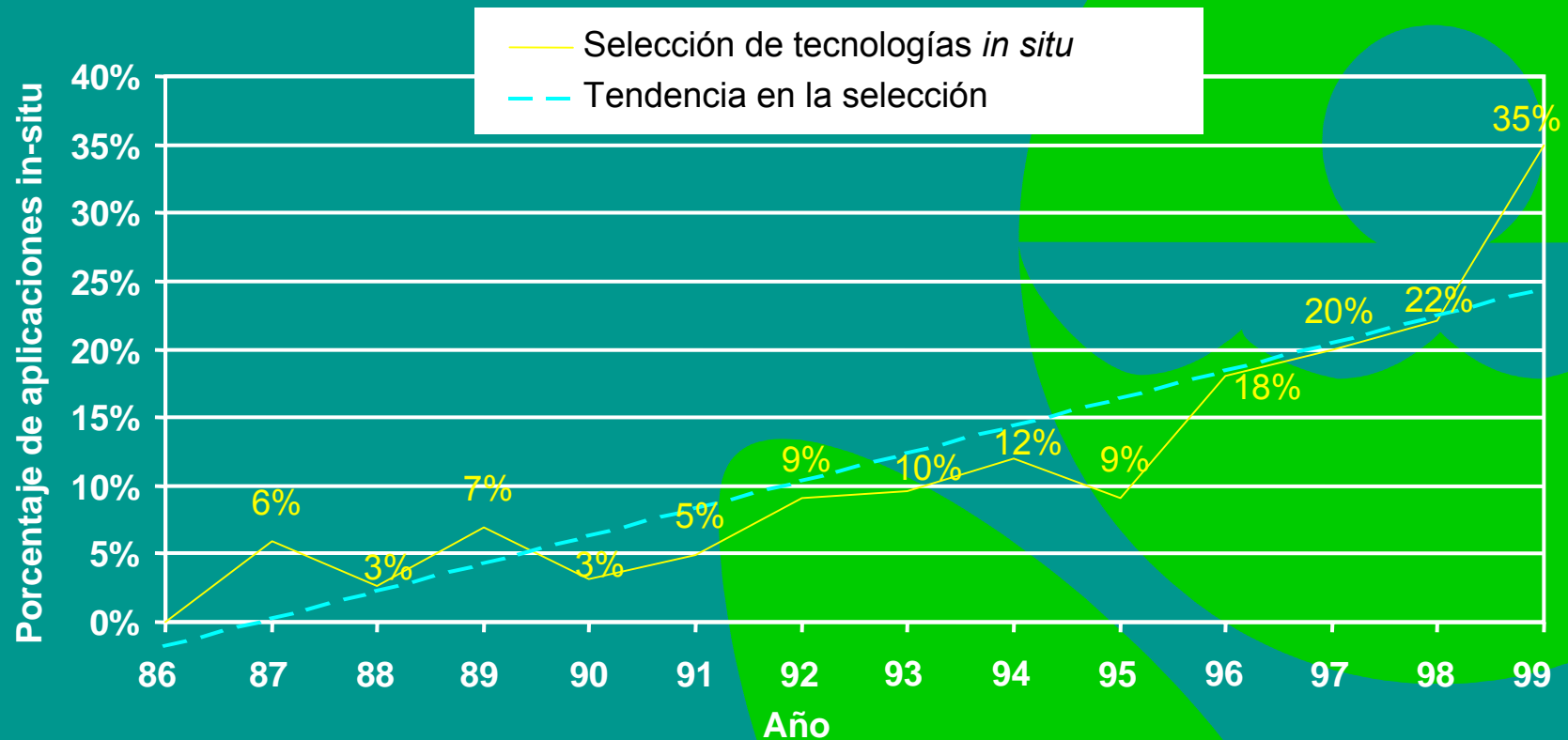
Fuente: Summary of Groundwater Remedies at Superfund Sites (Draft). U.S. EPA Technology Innovation Office. October 2001.

Actuaciones de Superfondo:

Tecnologías de Tratamiento de Aguas Subterráneas *In Situ* en 81 Proyectos (1982 - 1999)

Tecnología	Número de Proyectos
Aspersión de aire	48
Biocorrección	21
Extracción bifásica	10
Barreras reactivas permeables	8
Fitocorrección	4
Tratamiento químico	2
Aspersión en pozos	2
TOTAL	95

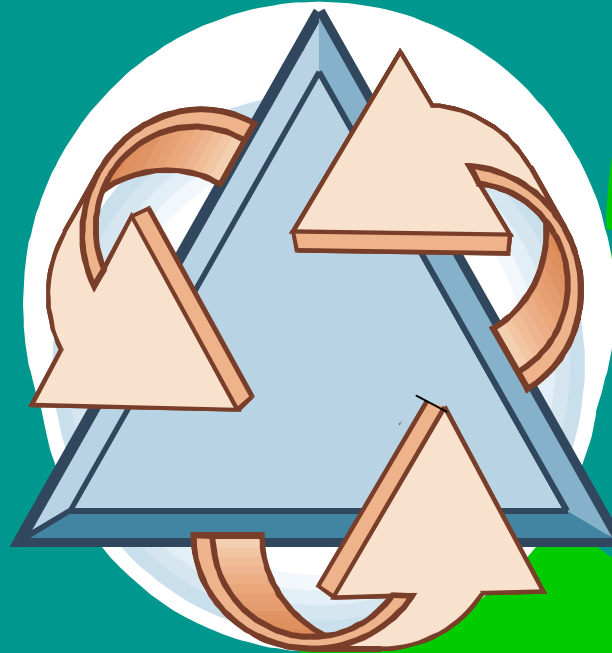
Selección de Tecnologías In Situ en Superfondo (1986 – 1999)



Fuente: Summary of Groundwater Remedies at Superfund Sites (Draft). U.S. EPA Technology Innovation Office. October 2001.

La Triada: Dirección del Futuro

**Planificación
sistemática**



**Planes de
trabajo
dinámicos**

**Tecnologías de
medición portátiles**

Tecnologías de Medición Portátiles

- Facilitan datos en tiempo real o casi real:
Beneficios inmediatos
 - Limitan el número de movilizaciones
 - Agilizan la toma de decisiones, tanto en procesos de declaración como de recuperación
 - Reducen el coste de saneamiento al delimitar con más precisión la extensión del área contaminada
- Generalmente los costes menores por unidad permiten un mayor número de muestras
- Hay una reducción en los errores originados en el muestreo, preparación de muestras y en el transporte de las mismas

Planificación Sistemática

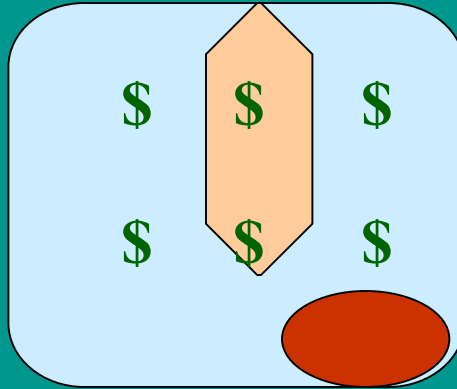
- Parte integral de control de calidad en cualquier proyecto de recuperación de terrenos contaminados
- Plantea:
 - Las decisiones a tomar
 - La información que éstas requieren
 - El método de conseguirla
- Asegura que los medios empleados estén de acuerdo con los resultados que se necesitan

Planes de Trabajo Dinámicos

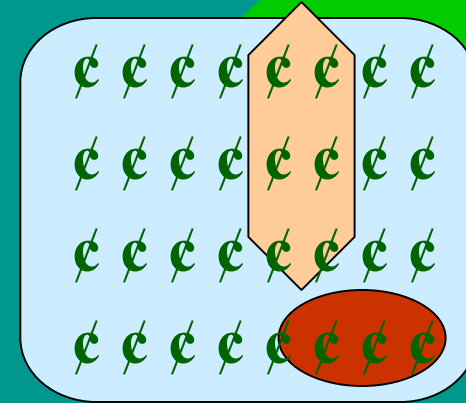
- Datos en tiempo real → Decisiones en tiempo real
- Permiten una aceleración del proceso de recuperación, la reducción de los volúmenes a tratar y una pronta identificación del momento en que se alcanzan los niveles deseados
- El plan de muestreo no es fijo, sino que se adapta a la realidad del emplazamiento de acuerdo con la información que va llegando.
- Logra una reducción del número de muestras a tomar y un mejor aprovechamiento de las mismas.

Cantidad contra Calidad

Ventajas de los Métodos de Campo



Pocos datos de alta precisión
⇒ Menor valor informativo



Muchos datos de menor
precisión
⇒ Mayor valor informativo

Meta: Una decisión basada en el estado real de
contaminación del emplazamiento

Menos probable

Más probable

Análisis de Variabilidad:

Punto de muestreo contra método analítico

A: Método de campo

B: Método de laboratorio

331 A
286 B

500 A
416 B

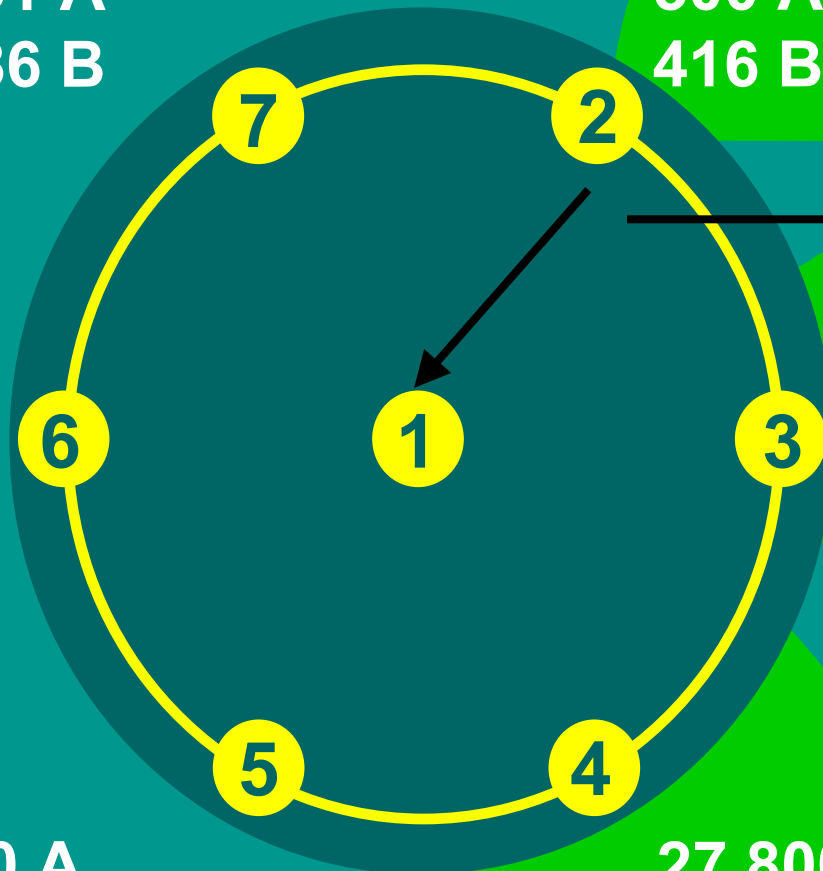
39.800 A
41.400 B

164 A
136 B

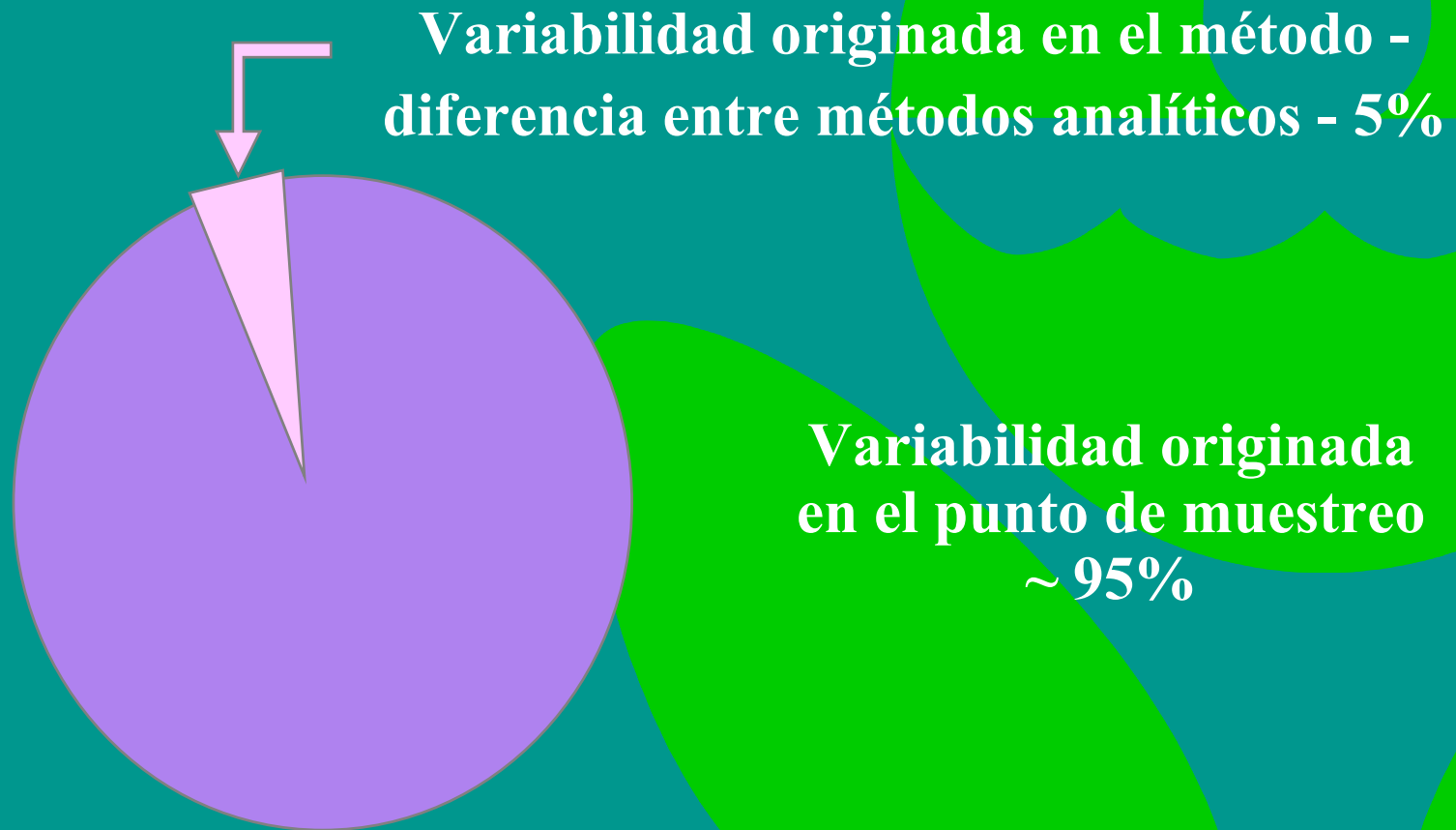
27.800 A
42.800 B

24.400 A
27.700 B

1.280 A
1.220 B



Comparación de la Variabilidad en Los Resultados



Ejemplo de la Triada: Wenatchee Tree Fruit

Comparación de costos (según USACE)

	Tradicional	Triada
Revisar información existente	\$7.150	\$11.000
Diseñar plan de muestreo	\$0	\$17.640
Ejecutar caracterización	\$0	\$84.134
Revisar datos	\$0	\$10.000
Diseñar el tratamiento	\$16.500	\$26.460
Ejecutar el tratamiento	\$168.094	\$271.116
Total	\$191.744	\$420.350

Ejemplo de la Triada: Wenatchee Tree Fruit

Comparación de costos (según USACE)

	Tradicional	Triada
1. Revisar información existente	\$7.150	\$11.000
2. Diseñar plan de muestreo	\$0.0	\$17.640
3. Ejecutar caracterización	\$0.0	\$84.134
4. Revisar datos	\$0.0	\$10.000
5. Diseñar el tratamiento	\$16.500	\$26.460
6. Ejecutar el tratamiento	\$168.094	\$271.116
7. Incineración de residuos	\$910.000	\$153.570
8. Informe de clausura	\$20.305	\$20.305
TOTAL	\$1,122,049	\$594,225

Este cálculo del método tradicional supone que no hay caracterización durante la ejecución del trabajo.

Legislación de “Brownfields”

Ley 107-118 01/2002

- Título I: Revisión de responsabilidad civil para la pequeña empresa.
- Título II A. Desarrollo del Programa “Brownfields”
- Título II B. Clarificación de responsabilidad civil bajo “Brownfields”
- Título II C: Desarrollo de programas estatales

Legislación de “Brownfields”

Titulo I: Revisión de responsabilidad civil para la pequeña empresa.

- Exime de responsabilidad civil a contribuidores de pequeños volúmenes (De Micromis) a emplazamientos en la LNP
- Exime a individuos y pequeñas empresas partes que aportaron contaminación como residuos sólidos urbanos
- Permite un proceso acelerado de exención para partes insolventes
- Aumenta el coste de juicios triviales

Legislación de “Brownfields”

Titulo II A. Desarrollo del programa brownfields

- Crea un marco formal para el programa Brownfields de la EPA
- Autoriza hasta \$200 millones por año para el estudio y recuperación de terrenos contaminados

Titulo II B. Aclaración de responsabilidad civil

- Exime a propietarios de parcelas contiguas en ciertas circunstancias
- Baja ciertas circunstancias exime a compradores de responsabilidad por contaminación pre-existente

Titulo II C. Desarrollo del Programa Brownfields

- Crea un marco formal para el programa Brownfields de la EPA
- Autoriza hasta \$200 millones por año para el estudio y recuperación de terrenos contaminados