Búsqueda de sitios para plantas de desperdicios

Guía práctica

Elaborada en el marco del proyecto RIO-B perteneciente al programa URB-AL (Proyecto Nro. R6-B3-03)

wat Wasser- und Abfalltechnik
Ingenieurgesellschaft mbH & Co. KG

Kleinoberfeld 5, D-76135 Karlsruhe

Telefon: (0721) 98 72 - 0
Telefax: (0721) 98 72 - 199
E-Mail: info@wat.de

nro. del proyecto	tipo	fecha
8.04.001	informe	17 de febrero de 2005

versión	persona a contactar
1	Dr. Reiner Huba

índice

1 INTRODUCCIÓN 1

2 MÉTODOLOGÍA DE LA BÚSQUEDA DE SITIOS 2

2.1 Advertencias 2

2.2 Fase 1: Mapeo de las áreas negativas y de las áreas positivas 4

2.2.1 Criterios de exclusión 5

2.2.2 Criterios de reserva 7

2.2.3 Elaboración del mapeo de las áreas negativas y de las áreas positivas 8

2.3 Fase 2: Localización geológica de las áreas positivas 13

2.3.1 Procedimiento 13

2.3.2 Criterios geológicos de exclusión 13

2.3.3 Criterios de reserva o criterios ponderados 14

2.3.4 Objetivos de la localización geológica de las áreas positivas 15

2.4 Fase 3: Evaluación de los sectores de áreas positivas y recomendación del sitio 17

2.4.1 Evaluación de las áreas positivas, parte A 17

2.4.2 Evaluación de las áreas positivas, parte B 21

2.4.2.1 Procedimiento 21

2.4.2.2 Optimización de los sectores de áreas positivas 22

2.4.2.3 Peritaje 22

2.4.3 Descripción evaluadora de las zonas de sitios 27

2.4.4 Evaluación de las zonas de sitios y recomendación 28

3 PARTICULARIDADES DE LA BÚSQUEDA DEL SITIO 30

3.1 Vertederos 30

3.2 Plantas de compostaje 31

3.3 Estaciones de transferencia de residuos 31

4 REQUISITOS TÉCNICOS 31

5 RESUMEN 33

6 GLOSARIO 34

índice de imágenes

Imagen 1: Diagrama de flujo de la búsqueda del sitio 3

Imagen 2: Principio fundamental de búsqueda 4

Imagen 3: Ejemplo de un mapa temático de protección urbana 9

Imagen 4: Ejemplo de un mapa temático de protección de aguas subterráneas 10

Imagen 5: Ejemplo de un mapa de áreas negativas 11

Imagen 6: Ejemplo de un mapa de áreas positivas 12

Imagen 6: Ejemplo de un mapa temático de geología 16

Imagen 7: Distribución de frecuencia de 31 sitios en diferentes modelos de ponderación 21

índice de tablas

Tabla 1: Catálogo de criterios (Extracto) 5

Tabla 2: Criterios ejemplares de evaluación y puntuación de la distancia respecto de las zonas pobladas 20

Tabla 3: Criterios ejemplares de evaluación y de puntuación respecto de la conexión de tráfico 20

Tabla 4: Resumen modelo de los niveles de aptitud de varios sitios 28

Tabla 5: Niveles de aptitud de los sitios potenciales para el vertedero A y B 29

1 INTRODUCCIÓN

La presente guía práctica fue elaborada en el marco del proyecto de la UE "Manejo sustentable de Residuos en Islas oceánicas - Ampliación y Transferencia", perteneciente al programa URB-AL (Proyecto número: R6-B3-03).

Esta guía asiste la localización de sitios para plantas de desperdicios, en particular los vertederos de residuos, plantas de compostaje y estaciones de transferencia de residuos relacionados con este proyecto. Sin embargo, el procedimiento fundamental también puede aprovecharse en la localización de sitios para otras plantas de desperdicios o para otras instalaciones desagradables.

La guía está basada en extensas experiencias propias, obtenidas de la búsqueda de sitios para un gran número de instalaciones en distintas áreas, así como en reglas básicas de metodología reconocidas. Las particularidades nacionales se han omitido para poder dar a la guía una aplicabilidad ilimitada.

En el siguiente capítulo se describe el procedimiento fundamental para la búsqueda de sitios. En el capítulo 3 se indican las especificaciones para las plantas de desperdicios, las plantas de compostaje y las estaciones de transferencia de residuos. El capítulo 4 comprende las condiciones y las bases técnicas con las que se debe contar durante la búsqueda de un sitio, y considera, además, las posibilidades de error.

2 MÉTODOLOGÍA DE LA BÚSQUEDA DE SITIOS

2.1 Advertencias

Antes de iniciar la búsqueda se debe definir, en primer lugar, el área total de la que se dispone. Ésta puede ser, por ejemplo, la superficie total de una unidad administrativa o de una ciudad. Es de imaginarse que dentro de una unidad administrativa sólo puedan buscarse sitios en sectores de áreas específicos; además, hay que considerar que la región de búsqueda puede abarcar desde unos pocos hasta varios cientos o miles de kilómetros cuadrados.

En segundo lugar se debe investigar el tamaño del sitio que se necesita para la planta de desperdicios. El tamaño del área para la planta real normalmente comprende hasta una hectárea, y rara vez, más de una.

Después de haber definido la región de búsqueda, el procedimiento se subdivide en las tres fases siguientes:

- Mapeo de las áreas negativas y de las áreas positivas
- Localización geológica de las áreas positivas
- Evaluación de la áreas positivas y recomendación del sitio

El progreso de la localización del sitio está representado en la siguiente imagen (Imagen 1) y será descrito con detalle en los capítulos siguientes.

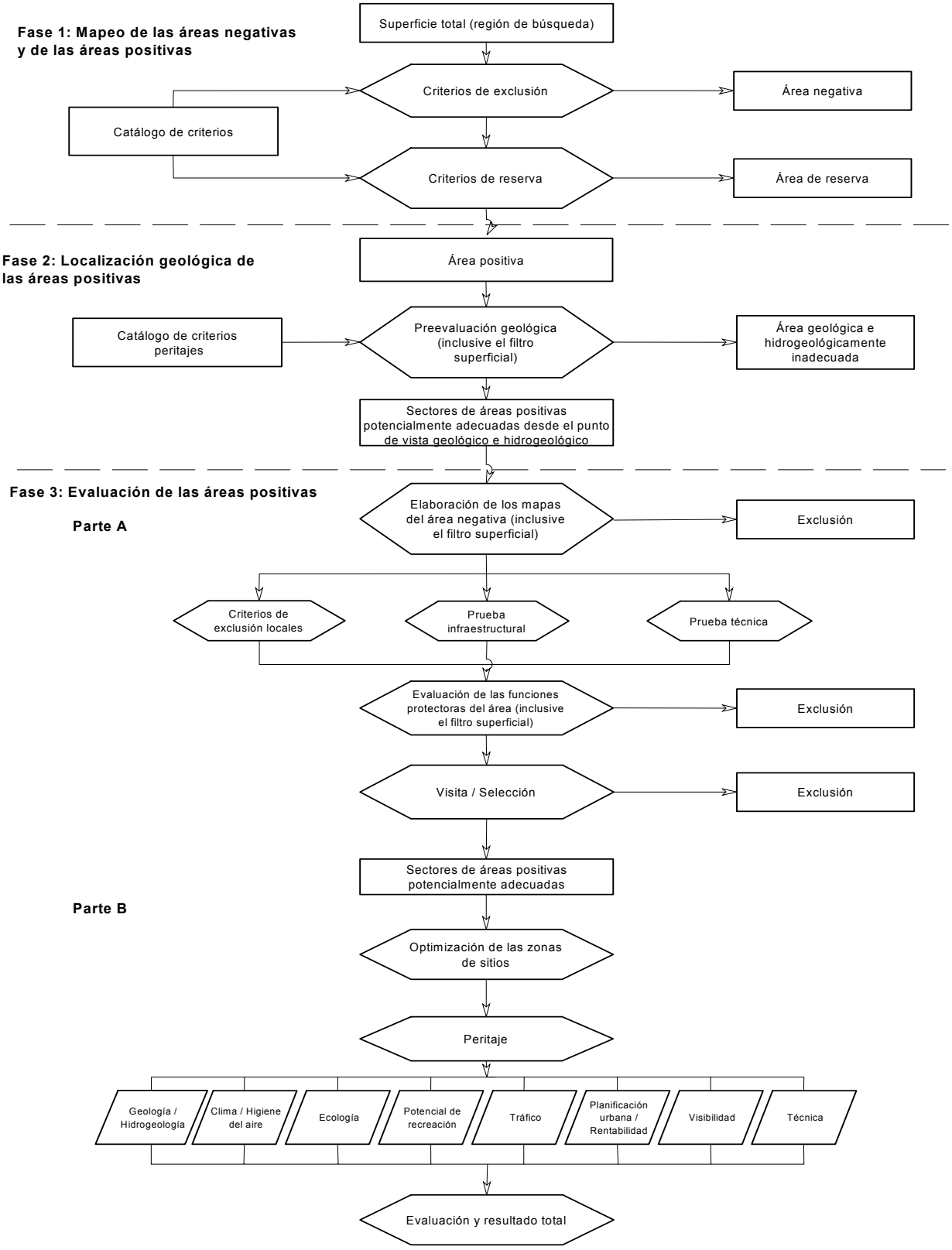

Imagen 1: Diagrama de flujo de la búsqueda del sitio

El procedimiento sigue el principio fundamental del aumento sucesivo de la profundidad de la investigación. (Imagen 2)

Imagen 2: Principio fundamental de búsqueda

2.2 Fase 1: Mapeo de las áreas negativas y de las áreas positivas

Con motivo del mapeo de las áreas negativas y de las áreas positivas se elabora un catálogo de criterios de exclusión y de reserva obligatorios, mismos que pueden provenir de normas legales o de definiciones propias. Además, pueden contener los resultados previos o aquéllos obtenidos de procesos de mediación relacionados con el proyecto.

Algunos ejemplos de posibles criterios de exclusión y de reserva pueden tomarse de la tabla 1, que aparece a continuación.

Temas	Criterios de exclusión	Criterios de reserva
Protección urbana	500 m hacia las áreas urbanas existentes o autorizadas	-
Protección de las aguas	Zonas de protección de las aguas, de las zonas protegidas I, II, IIIA, IIIB	-
Protección de la naturaleza y del paisaje	Zonas naturales protegidas y reservas naturales	Zonas de protección del paisaje
Agricultura	-	Superficies agrícolas valiosas
...	...	...

Tabla 1: Catálogo de criterios (Extracto)

2.2.1 Criterios de exclusión

Protección urbana

Para salvaguardar la calidad de vida de los habitantes se debe respetar una distancia de seguridad suficiente entre la zona habitada y las plantas de desperdicios, de modo que disminuya el potencial de peligro real o subjetivo que se desprenda de este tipo de instalación. En el manejo de este criterio se puede hacer una distinción entre las zonas habitadas cerradas (ciudades y poblaciones) y las construcciones aisladas (construcciones esporádicas), tomando en cuenta que el espacio de seguridad para las zonas habitadas cerradas no debería ser menor de 500 m, y para las construcciones aisladas, no menor de 300 m.

En cada caso particular pueden disminuirse estas distancias si, por ejemplo, existen elementos de separación relevantes entre la planta de desperdicios y las zonas habitadas, o si el resultado restante de la búsqueda estuviera fuertemente limitado por el dimensionamiento demasiado restringido de las zonas de separación.

Protección de las aguas

La función principal del agua como base de la vida hace que su protección, su resguardo y su gestión para el bienestar de la población, sean de importancia decisiva. Por ello, las zonas establecidas o provisionales de aguas protegidas y de aguas mineromedicinales, así como otras áreas de resguardo de agua subterránea, deberían descartarse en la búsqueda del sitio.

Las zonas de inundación y los tanques de retención con o sin embalse continuo, deben emplearse como criterios de exclusión, así sean zonas establecidas, resguardos provisionales o áreas planeadas de este tipo.

Protección de la naturaleza y del paisaje

Las zonas establecidas o provisionales de protección de la naturaleza y del paisaje, los monumentos naturales, las reservas de la biosfera, los parques nacionales y otras áreas semejantes se manejan, en general, como criterios de exclusión. Sin embargo, esto puede relativizarse si el área de búsqueda o gran parte de ella es una reserva natural o un parque nacional, pues en este caso sería prácticamente imposible encontrar un sitio apto para el vertedero.

Mantenimiento del paisaje

En tanto que las áreas sean reconocidas legal o profesionalmente como superficies que deban mantenerse libres, por ejemplo aquellas que sirven para la generación y flujo de aire frío, para la conservación del paisaje, de la funcionalidad de su mantenimiento o para los intereses de la hidroeconomía, deberían ser excluidas de la búsqueda.

Aseguramiento de materias primas

Las áreas de depósitos cercanos a la superficie que sirven para la protección de materias primas a largo plazo, deberían considerarse como criterio de exclusión en la búsqueda de sitios para plantas de desperdicios.

Protección de vuelo

Para descartar una situación de riesgo que afecte la seguridad de los vuelos a causa del choque de aves, no debe colocarse ningún vertedero en el sector de áreas internas y externas de limitación de obstáculos, así como tampoco en la prolongación de 5 Km. para los vuelos de acercamiento y de despegue. Este caso no es válido para las instalaciones en las que no se cuenta con la aparición de aves.

Protección de monumentos

Las zonas establecidas, solicitadas o profesionalmente reconocidas como zonas protegidas de excavación y otras zonas de valor cultural e histórico, tendrán que estar contenidas dentro de los criterios de exclusión.

2.2.2 Criterios de reserva

Protección del bosque

El bosque debe ser preservado debido al beneficio económico y a la importancia que representa para el ambiente. En tanto que correspondan al bosque funciones preventivas tales como el control de la erosión o la protección contra inmisiones, deberán ser consideradas, al menos, como criterios de reserva.

Aseguramiento de materias primas

En contraposición a las áreas de depósitos mencionadas en el punto 2.2.1, están las áreas de extracción de depósitos cercanos a la superficie en las que ya se están haciendo extracciones o se tienen previstas a corto plazo. Estos espacios pueden ser considerados como sitios para el vertedero, pero para ello requieren de una investigación profunda y detallada, y es por eso que se pueden manejar como áreas de reserva.

Agricultura

Las regiones de superficies agrícolas valiosas deberán ser manejadas dentro de la búsqueda del sitio para plantas de desperdicios, por lo menos como criterios de reserva. Esto es válido especialmente cuando se trata de pequeñas extensiones de superficie agrícola aprovechable dentro de la región de búsqueda.

Ejército

Las zonas protegidas o las áreas aprovechadas con fines militares pueden ser manejadas como criterios de reserva. Bajo ciertas circunstancias, un área utilizada por el ejército podría ofrecerse como sitio para plantas de desperdicios, pero para ello será precisa una consideración particular.

2.2.3 Elaboración del mapeo de las áreas negativas y de las áreas positivas

La elaboración técnica deberá estar, de preferencia, asistida por un ordenador equipado con un sistema *GIS* eficiente. Aunque, en principio, una elaboración manual también es posible. En todo caso, los criterios previamente descritos deben representarse en mapas temáticos como los que muestran las imágenes 3 y 4.

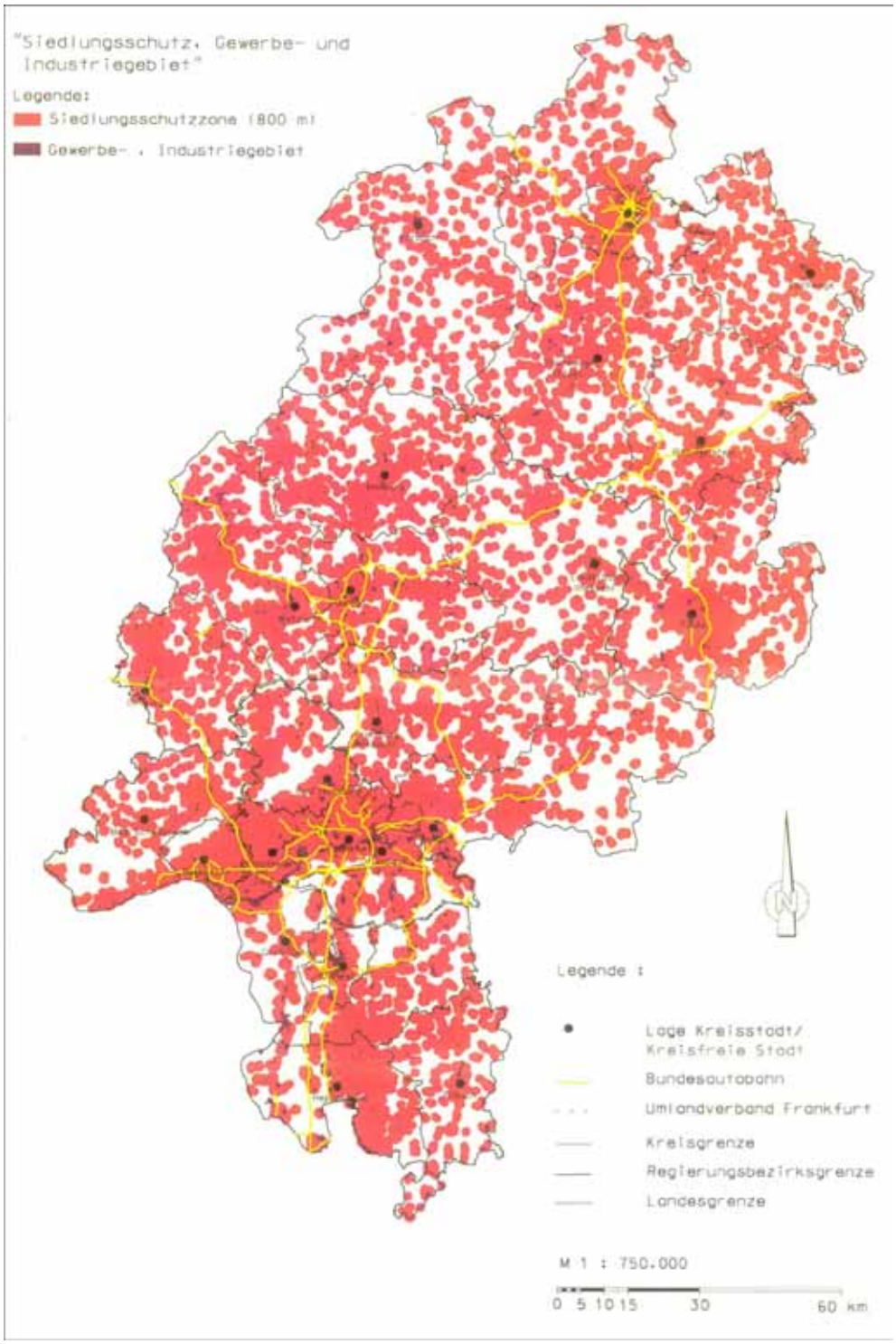

Imagen 3: Ejemplo de un mapa temático de protección urbana; Siedlungsschutz, Gewerbe- und Industriegebiet, Protección urbana, polígono y zona industrial; Legende, Leyenda del mapa; Siedlungsschutzzone, Zona de protección urbana; Gewerbe- und Industriegebiet, Polígono y zona industrial; Lage Kreisstadt / kreisfreie Stadt, Sitio de la capital de Distrito / Ciudad sin capital de distrito; Bundesautobahn, Autopista federal; Umlandverband Frankfurt, Comunidad ciudad-periferia Francfort; Kreisgrenze, Fronteras del distrito; Regierungsbezirksgrenze, Fornteras del distrito gubernamental; Landesgrenze, Fronteras regionales

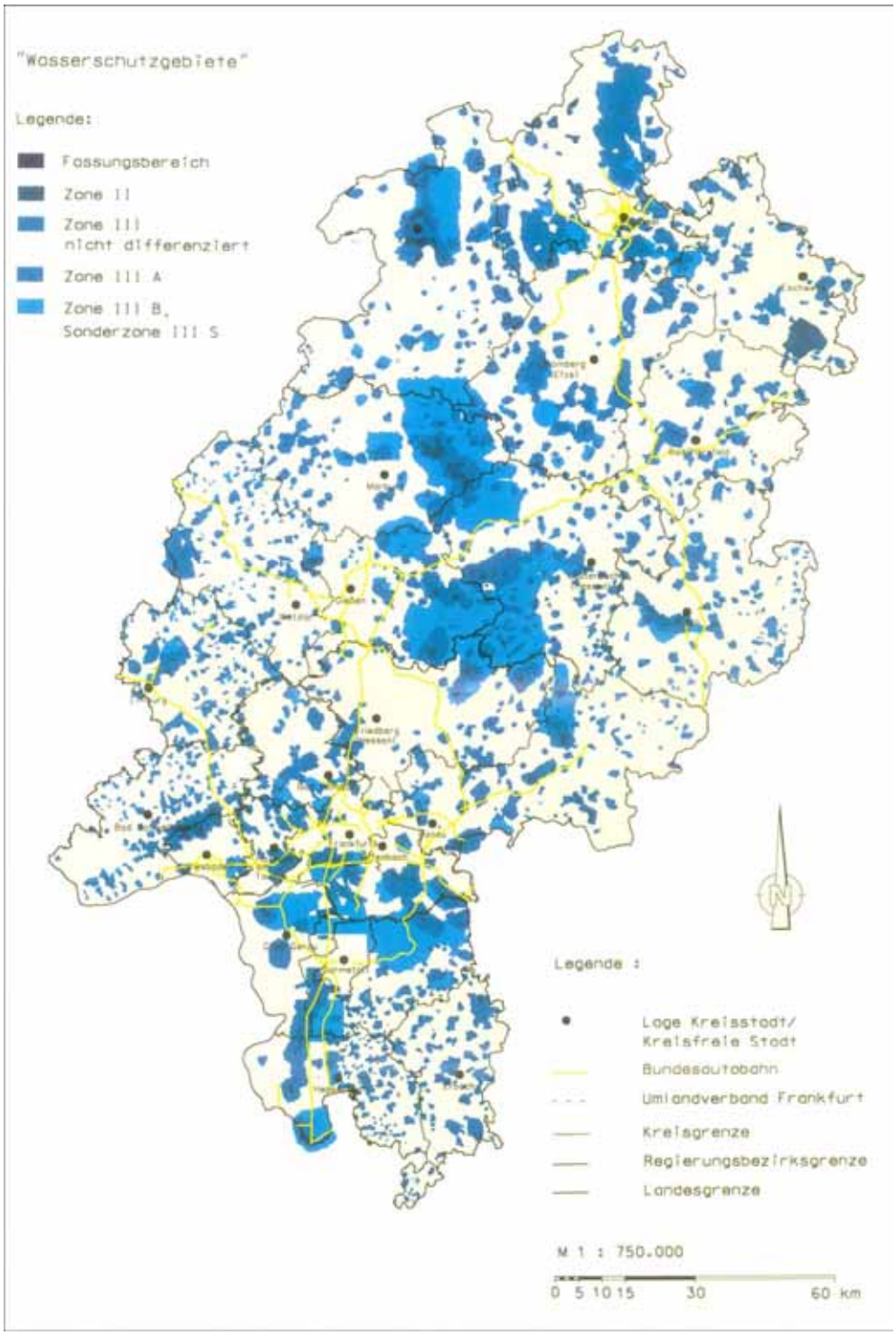

Imagen 4: Ejemplo de un mapa temático de protección de aguas subterráneas; Wasserschutzgebiete, Zonas de protección de las aguas; Fassungsbereich, Zona de captación; Zone, Zona

A través de la superposición de cada uno de los mapas temáticos se obtienen como resultado de la fase 1, y eventualmente de pasos intermedios, el área positiva restante, la negativa y la de reserva. (Compárense las imágenes 1, 5 y 6)

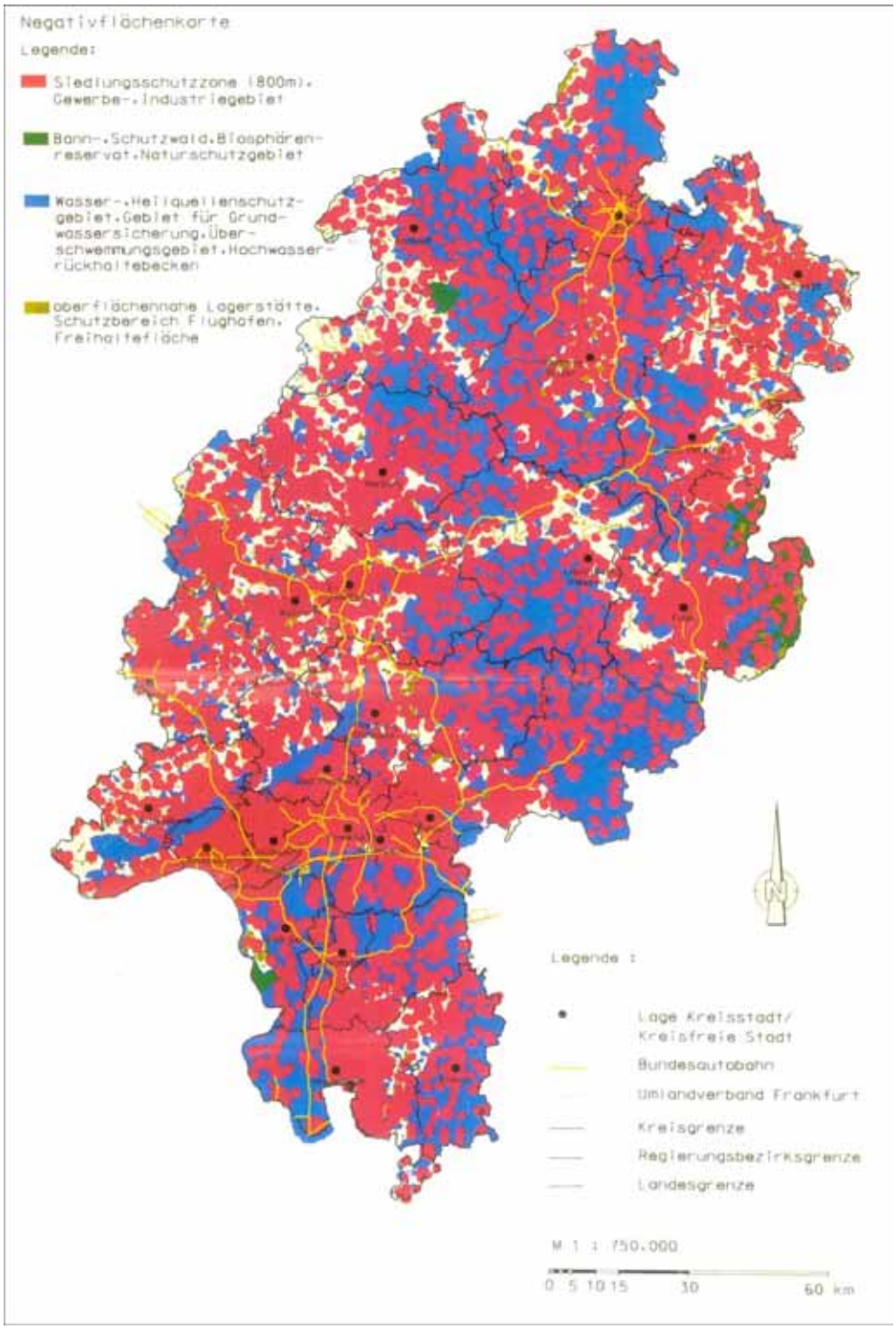

Imagen 5: Ejemplo de un mapa de áreas negativas; Siedlungsschutzzone (800m), Gewerbe- und Industriegebiet, Zona de protección de la urbanización (800m), polígono y zona industrial; Bann-, Schutzwald, Biosphärenreservat, Naturschutzgebiet, Bosque protegido, zona de reserva de la biósfera, espacio natural protegido; Wasser-, Heilquellenschutzgebiet, Gebiet für Grundwassersicherung, Überschwemmungsgebiet, Hochwasserrückhaltbecken, Depósitos cercanos a la superficie, zona de protección aeroportuaria, área que debe mantenerse libre; oberflächennahe Lagerstätte, Schutzbereich Flughafen, Freihaltefläche, Zona de protección de las aguas y aguas mineromedicinales, zona para el resguardo del água subterránea, tanques de retención en caso de inundación

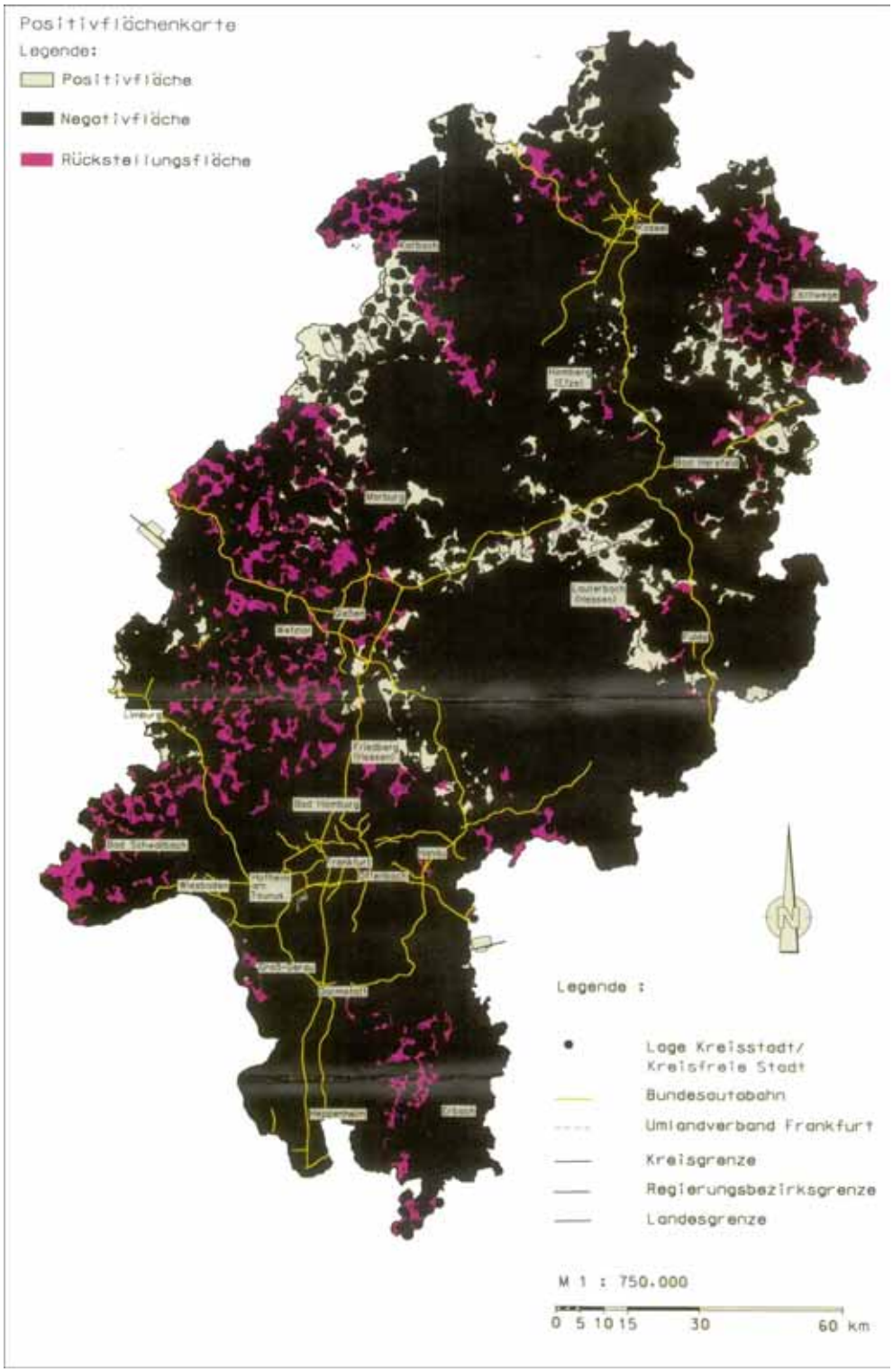

Imagen 6: Ejemplo de un mapa de áreas positivas, Positivfläche, Área positiva; Negativfläche, Área negativa; Rückstellungsfläche, Área de reserva

El área positiva será retomada en el trabajo posterior, mientras que la negativa queda eliminada. En caso de que las siguientes fases de la búsqueda en las áreas positivas no arrojen un resultado satisfactorio, se puede recurrir a las áreas de reserva.

2.3 Fase 2: Localización geológica de las áreas positivas

2.3.1 Procedimiento

La fase 2 se aplica, sobre todo, a la búsqueda de sitios para vertederos. Para las instalaciones en las que no se contemple ningún tipo de perjuicio del suelo, esta fase puede ser omitida o en todo caso, reducida.

Las áreas positivas que resulten de la fase 1 serán, desde ahora, sometidas a un tratamiento geológico, con el objetivo de identificar cuáles de éstas ofrecen condiciones favorables, relativamente favorables o desfavorables para el establecimiento de una planta de desperdicios. El procedimiento responde así a la metodología de la fase 1.

En la fase 2 también se integran criterios de exclusión y de reserva, con fundamento en las normas establecidas por ley o en las calidades de evaluación de definición propia. De la elaboración cartográfica resultan nuevamente, desde el punto de vista geológico, áreas apropiadas para la instalación de una planta de desperdicios, áreas negativas que deberán ser excluidas de la búsqueda del sitio, y áreas de reserva que podrán ser eventualmente retomadas.

2.3.2 Criterios geológicos de exclusión

Los únicos sectores de áreas que deben excluirse del trabajo sucesivo son aquellos en los que se distinga algún aspecto de los siguientes criterios:

- Ubicación del sitio en regiones de Carso y en regiones con subsuelo fuertemente fisurado y especialmente permeable
- Ubicación en áreas de riesgo sísmico y zonas de fallas tectónicas
- Ubicación en zonas en donde no han concluído los asentamientos montañosos o en las cuales aún puede contarse con derrumbes diarios producto de una explotaciones mineras precedentes.

- Ubicación dentro de zonas establecidas, temporalmente protegidas o previstas, para la protección de agua potable o el resguardo de aguas mineromedicinales, así como en las zonas acuáticas prioritarias. *
- Ubicación dentro de una zona de inundación establecida, temporalmente protegida o prevista para ello.[1]

Asimismo, deben excluirse las áreas para vertederos que no cumplan las dos condiciones siguientes:

Subsuelo

Como soporte de un vertedero es necesario un subsuelo natural con un espesor mínimo de 3 m, que muestre un alto poder adsortivo. Esto se cumple, por regla general, cuando en un subsuelo del espesor mencionado y que contiene mineral arcilloso se da un coeficiente de permeabilidad orográfica de $k_f \leqq 1 \times 10^{-7}$ m/s; además, el subsuelo requerido debería tener una extensión plana. Mientras estas condiciones no se cumplan íntegramente, deberán garantizarse a través de medidas técnicas.

Posición con respecto a las aguas subterráneas

El *planum* del vertedero debe ubicarse de tal manera que una vez asentado el subsuelo, quede por lo menos a 1 m sobre el nivel más alto de aguas subterráneas previsible, o bien, de la superficie de aguas subterráneas bajo o sin presión. Son admisibles niveles de presión más altos, cuando se demuestra que el agua que participa de manera activa en la circulación del agua subterránea no será perjudicada.

2.3.3 Criterios de reserva o criterios ponderados

El efecto de barrera del subsuelo como soporte de un vertedero será determinada por el estado petrográfico local de las unidades estratigráficas. Se clasifica a un terreno rocoso como barrera eficaz si es que muestra una permeabilidad de escasa

[1] Los criterios señalados ya son objeto de la fase 1: Mapeo de las áreas negativas y de las áreas positivas

a muy escasa, un porcentaje insignificante de cavidades que permiten el paso de aguas subterráneas y un poder de retención de sustancias nocivas relativamente elevado, o bien, buenas propiedades de adsorción por medio de mineral arcilloso.

2.3.4 Objetivos de la localización geológica de las áreas positivas

Con base en la aplicación de los criterios geológicos de exclusión y de reserva descritos anteriormente, se pueden conformar en esta fase de la búsqueda las siguientes tres categorías de zonas de sitios:

Categoría 1

Zonas de sitios con condiciones favorables, de las que se esperan:

una alto espesor, una extensión plana de la estructura rocosa con efecto de barrera en el subsuelo del sitio mismo; así como en su entorno directo, ninguna influencia perturbadora causada por elementos tectónicos, una mayor distancia entre el nivel de agua subterránea y la superficie terrestre, ningún tipo de colisión con aprovechamientos de agua subterránea (captaciones de agua, o bien zonas de protección de agua subterránea) o con zonas acuáticas prioritarias.

Categoría 2

Zonas de sitios con condiciones relativamente favorables, de las que no se descartan:
insuficiencias parciales en el espesor o bien en la extensión de la estructura rocosa con efecto de barrera del subsuelo, la posible influencia perturbadora causada por elementos tectónicos, ningún perjuicio del agua subterránea a través de la distancia entre el nivel de agua subterránea y la superficie terrestre, la colisión con aprovechamientos de agua subterránea o bien con zonas acuáticas prioritarias.

Categoría 3

Zonas de sitios con condiciones desfavorables:
un espesor considerablemente insuficiente y / o una extensión de la estructura rocosa con efecto de barrera del subsuelo y / o una influencia perturbadora distinguible causada por elementos tectónicos, una escasa distancia entre el nivel de agua subterránea y la superficie terrestre, la colisión con aprovechamientos de agua subterránea, o bien con zonas acuáticas prioritarias.

A través de estos criterios se constatan en el resultado las unidades geológicas con propiedades bloqueadoras como permeabilidad escasa y buen poder adsortivo contra sustancias nocivas, y con ello, las unidades geológicas con una buena función protectora contra el agua subterránea. (Ver la imagen 7)

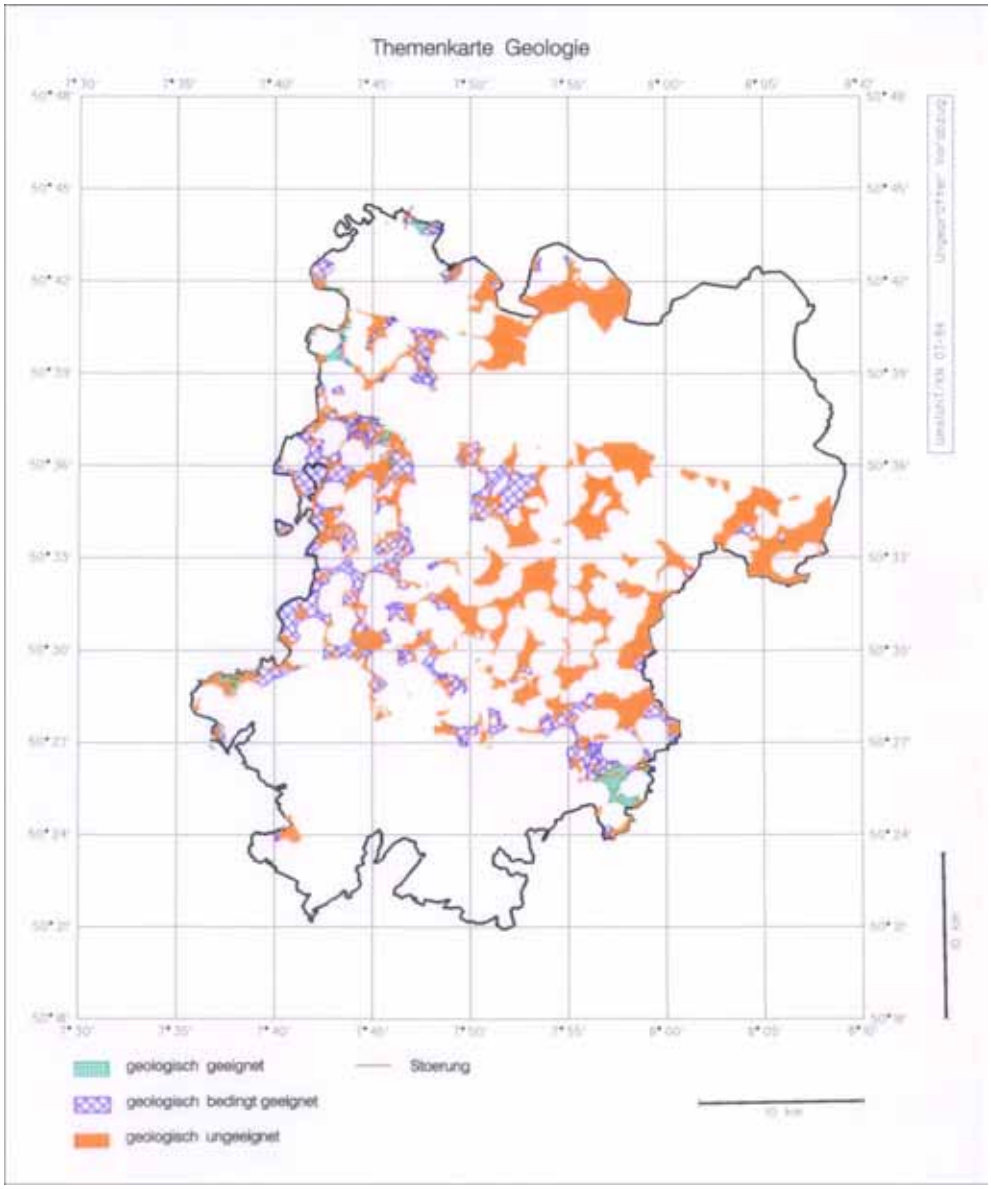

Imagen 6: Ejemplo de un mapa temático de geología, geologisch geeignet, geológicamente adecuado; bedingt geeignet, adecuado (con restricciones); ungeeignet, inadecuado

En el primer trayecto de la búsqueda deberían excluirse del trabajo sucesivo las áreas de las categorías 2 y 3, pero si de la fase 2 no resultaran sectores de áreas positivas, entonces deberán flexibilizarse los criterios geológicos o retomar las áreas de la segunda categoría.

A más tardar durante la fase 2 debería utilizarse un filtro superficial del tamaño del número de hectáreas propuesto en un principio. (Ver el punto 2.1)

2.4 Fase 3: Evaluación de los sectores de áreas positivas y recomendación del sitio

2.4.1 Evaluación de las áreas positivas, parte A

Los sectores de áreas positivas que resultan del trabajo parcial de la fase 2 (Localización geológica de las áreas positivas) y que son potencialmente adecuados para un vertedero desde el punto de vista geológico e hidrogeológico, se retoman durante la etapa de evaluación de las áreas positivas. Para ello se aclaran en la parte A los criterios de exclusión o de reserva que no se trataron en la fase 1 (Mapeo de las áreas negativas y de las áreas positivas), y se efectúa una prueba infraestructural y técnica de vertederos.

Este tratamiento posterior de las áreas positivas es el resultado de las cuestiones de escala expuestas detalladamente en el capítulo 4. Así, por ejemplo, los criterios de exclusión locales, como lo son patrimonios de la naturaleza o construcciones aisladas, a menudo no están comprendidos en los mapas de la fase 1.

Prueba infraestructural

En esta etapa del procedimiento se habla, en primer lugar, del tratamiento de polígonos y zonas industriales sin zona protegida, mismos que no aparecen en el catálogo de criterios del capítulo 2.1. De hecho, estas zonas no están a disposición de sitios potenciales de vertederos; sin embargo, son apropiadas para otras plantas de desperdicios. Los polígonos y zonas industriales se encuentran en la mayoría de los casos dentro de zonas protegidas al rededor de zonas habitadas cerradas y rara vez fuera de ellas.

Otras construcciones que deben ser consideradas son: plantas depuradoras, instalaciones militares, cementerios, centrales eléctricas, centrales transformadoras y capillas, entre otras. Éstas, al contrario de las poblaciones, no requieren ser rodeadas con un espacio de seguridad.

Las calles clasificadas y las líneas de ferrocarril, así como otras construcciones, pueden llevar a una corrección de las áreas positivas restantes. El tratamiento de estos elementos será retomado en el punto 2.4.2.3, referente al peritaje técnico de tráfico.

Prueba técnica

E n este paso del procedimiento de búsqueda, en particular para los vertederos, se llevará a cabo una prueba de aptitud de los sectores de áreas positivas, como complemento de la prueba infraestructural. Para ello, las áreas con inclinaciones >

1 : 6 y medios acuáticos con presencia permanente de agua se tomarán, desde el punto de vista técnico, como inapropiadas para la instalación de un vertedero. Asimismo, las áreas con un ancho menor a 200 m serán retiradas del trabajo sucesivo.

En cuanto a las otras plantas de desperdicios, el ensayo de aptitud es menos relevante.

Filtro superficial

Después de las verificaciones de los sectores de áreas positivas (criterios de exclusión locales, aptitud técnica e infraestructural vertederos), eventualmente tiene lugar una corrección del tamaño del área restante. El filtro superficial aplicado para tal efecto es del tamaño del sitio mencionado en el punto 2.1.

Evaluación de las funciones protectoras del área

En este punto serán tratadas las funciones protectoras de determinadas zonas que existan dentro del área de búsqueda. Las funciones pueden ser, por ejemplo, forestales (reservas forestales naturales, bosques de control de erosión, bosques de recreación).

El manejo de superficies forestales depende fundamentalmente de la presencia rica o escasa de paisajes boscosos en el área de búsqueda. Los criterios que describan el manejo de superficies forestales deberán ser suavizados o intensificados según la existencia de bosques y la importancia de su protección.

Visita y preselección de los sectores de áreas positivas potencialmente adecuadas

Una vez evaluadas las funciones protectoras del área, termina el trabajo exclusivamente cartográfico y en seguida, se inspeccionan los sectores de áreas positivas restantes. El objetivo es llegar a una selección previa de sectores de áreas positivas potencialmente adecuadas, mismos que, a continuación, ser examinan con detalle.

Durante la inspección se comprueban los datos ya incluidos en los mapas y se recaudan aquellos que no lo estén o que sólo sean difícilmente reconocibles. En esta actividad se depuran las funciones protectoras locales de biotopos o las cuestiones específicas del sitio que hayan aparecido durante el trabajo realizado hasta el momento (por ejemplo, si las construcciones aisladas están habitadas o si existen zonas húmedas).

Preevaluación geológica

Para continuar con el trabajo geológico hasta ahora realizado (Fase 2: Localización geológica de las áreas positivas), en este punto se lleva a cabo la preevaluación geológica, misma que se efectúa esencialmente por medio de mapas geológicos detallados en escala 1 : 25.000, y de las descripciones correspondientes, siempre y cuando se disponga de estos documentos.

Los criterios aplicables son los mismos de la fase 2. Además, se incluyen las primeras observaciones del terreno, en particular las referentes al agua (manantiales, pozos, zonas húmedas, etcétera). Una desvaloración geológica tiene lugar cuando se aplican los criterios desventajosos correspondientes.

Selección final de los sectores de áreas positivas potencialmente adecuadas

La parte A de la fase 3 termina con la identificación de sectores de áreas potencialmente adecuadas, mismos con los que se trabajará en lo sucesivo. Es posible que la cantidad de estas áreas que resulte del paso anterior no pueda ser reducida a una medida manipulable de entre 15 y 20 terrenos aproximadamente, para el peritaje de la parte B. De ser así, las superficies restantes se someten a un análisis de utilidad simplificado, con base en los criterios correspondientes a esta etapa del procedimiento (geología, ecología, distanciamiento de zonas pobladas, conexión de tráfico y localización en zonas protegidas), para llegar a un resultado final.

Las evaluaciones correspondientes deberán ser realizadas con base en los criterios mencionados, por medio de una escala sencilla de puntuación de cinco niveles como máximo. Se indica expresamente que no debe anticiparse ningún resultado final de esta etapa del procedimiento; el único objetivo es averiguar si en este nivel de reconocimiento es posible dividir los sectores de áreas positivas que aún se encuentran en revisión, en un grupo más adecuado y en uno menos adecuado. El grupo más apropiado será examinado a profundidad en la parte B de la fase 3: Evaluación de las áreas positivas.

En las dos tablas siguientes, correspondientes al distanciamiento de núcleos poblacionales y a las conexiones de tráfico, se dan ejemplos de los criterios de evaluación y de la puntuación.

Criterios	Puntuación
Ninguna construcción aislada o urbanización a menos de 1.200 m de distancia del sector de áreas positivas	**5**
Mínimo una construcción aislada a una distancia de entre 800 - 1.000 m y / o una urbanización a una distancia de entre 1.000 - 1.200 m del sector de áreas positivas	**3**
Mínimo una urbanización (que no sea construcción aislada) a una distancia de entre 800 - 1.000 m del sector de áreas positivas	**1**

Tabla 2: Criterios ejemplares de evaluación y puntuación de la distancia respecto de las zonas pobladas.

Criterios	Puntuación
Ubicación en la zona 1 (distancia < 60 Km. al origen principal de los desperdicios), enlace con la autovía < 10 Km., ningún recorrido a través de zonas pobladas, enlace ferroviario < 10 Km.	**5**
Posición en la zona 1, enlace con la autovía > 10 Km., un recorrido a través de zonas pobladas, enlace ferroviario < 10 Km.	**4**
Posición en la zona 2 (distancia de 60 - 120 Km. al origen principal de los desperdicios), enlace de autopistas < 10 Km., un recorrido a través de zonas pobladas, enlace ferroviario < 10 Km.	**3**
Posición en la zona 2, enlace de autopistas > 10 Km., un recorrido a través de zonas pobladas, enlace ferroviario > 10 Km.	**2**
Posición en la zona 3 (distancia < 120 Km. al origen principal de los desperdicios), enlace de autopistas > 10 Km., recorridos a través de zonas pobladas, enlace ferroviario > 10 Km.	**1**

Tabla 3: Criterios ejemplares de evaluación y de puntuación respecto de la conexión de tráfico

Con base en la realización del análisis de utilidad simplificado y de una distribución de frecuencia se detecta si en determinadas puntuaciones aparece una acumulación de sectores de áreas positivas. En la imagen 8 se expone un resultado ejemplar.

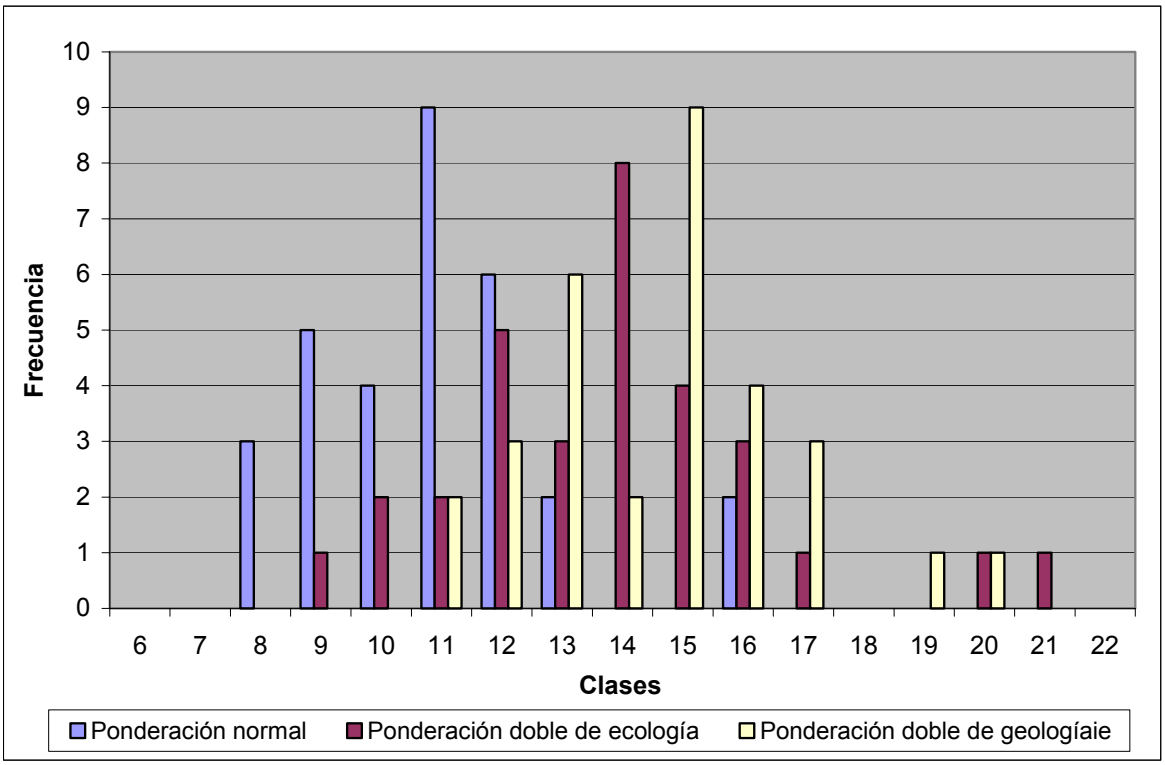

Imagen 7: Distribución de frecuencia de 31 sitios en diferentes modelos de ponderación

El resultado de la apreciación analítica de utilidad debe permanecer estable durante el análisis de sensibilidad, como es el caso del ejemplo anterior.

2.4.2 Evaluación de las áreas positivas, parte B

2.4.2.1 Procedimiento

Los sectores de áreas positivas potencialmente adecuadas para la instalación de una planta de desperdicios que resulten de la parte A de la fase 3, se someten, en primer lugar, a una optimización para convertirlos en zonas de sitios, y en seguida se evalúan éstas últimas según ocho peritajes sobre los temas siguientes:

- Geología
- Clima e higiene del aire
- Ecología
- Potencial de recreación
- Tráfico
- Planificación urbana y rentabilidad
- Visibilidad
- Técnica.

Después de una descripción evaluadora de cada una de las zonas de sitios, éstas se comparan unas con otras según sus aptitudes, con objeto de averiguar cuál de ellas es la más apta para el establecimiento de la planta de desperdicios prevista.

2.4.2.2 Optimización de los sectores de áreas positivas

De todo el trabajo hasta ahora realizado podrían resultar sectores de áreas positivas de tamaños muy distintos, que tal vez pudieran ofrecer espacio suficiente para el establecimiento de varias plantas de desperdicios de dimensiones reales. Por esta razón y por la necesidad de una manipulación práctica, se deben optimizar los sectores de áreas positivas en superficies más pequeñas, mismas que en lo sucesivo se llamarán zonas de sitios.

Durante la optimización se aplican los criterios hasta ahora utilizados, por ejemplo, los referentes a la selección de los sectores de áreas geológicamente adecuadas, los menos susceptibles ecológicamente o los más alejados de zonas habitadas. De este modo se garantiza, en principio, que las zonas de sitios son más apropiadas para el establecimiento de una planta de desperdicios, que el resto de los sectores de áreas positivas.

2.4.2.3 Peritaje

Peritaje geológico

Las zonas de sitios que resulten del trabajo hasta ahora realizado se analizan según su aptitud geológica e hidrogeológica, con base en la evaluación de los mapas geológicos y de las inspecciones del sitio. En seguida, se examina el efecto de barrera del subsuelo donde se localizan la zonas mencionadas. Se considera barrera eficaz a una estructura rocosa cuando muestra las siguientes características:

- permeabilidad orográfica de escasa a muy escasa
- un porcentaje insignificante de cavidades que permiten el paso de aguas subterráneas
- poder de retención de sustancias nocivas relativamente alto, o bien, buenas propiedades de adsorción a través de mineral arcilloso
- escasez o ausencia de una estructura permeable condicionada por el carga tectónica.

En rocas flexibles cohesivas (arcillas, barro) se requieren espesores mínimos de 10 m y en rocas consolidadas (argilita, piedra caliza y volcánica, así como rocas cristalinas y metamórficas), de 30 m.

En relación con la posición respecto del agua subterránea y según la disminución de los asientos, el *planum* de un vertedero debe localizarse cuado menos 1m por arriba del nivel freático más alto esperado. Para la clasificación se utilizan las tres categorías que aparecen en el punto 2.3.4.

Peritaje climático y de higiene del aire

En este peritaje se considera la aptitud de las zonas de sitios según los efectos sobre el clima local y los aspectos de higiene del aire relacionados con el establecimiento de una planta de desperdicios, para lo cual se utilizan los siguientes criterios:

- aspectos climáticos (cambios sustanciales del clima local causados por el proyecto, influencia del clima local en la técnica y el funcionamiento de la planta)
- aspectos referentes a la limpieza del aire (inmisiones de sustancias nocivas para el aire, transporte de sustancias nocivas a causa de corrientes de aire frío) tomando en cuenta las cargas previas.

Si son pocas las diferencias climáticas entre cada una de las zonas de sitios, entonces la evaluación se orienta a los criterios de higiene del aire. Estos criterios contemplan las zonas habitadas en el área de inmisión y consideran las direcciones del viento predominantes y las corrientes de aire frío. Con el fin de averiguar los perjuicios, es recomendable llevar a cabo cálculos de dispersión. Según la situación nacional, pueden tener efecto valores límite o valores de orientación legalmente preestablecidos. Asimismo, en el ámbito de la higiene del aire, deben tratarse las medidas de reducción de inmisiones.

Peritaje ecológico

En este peritaje se califican las zonas de sitios para la instalación de una planta de desperdicios, considerando la protección de las especies y del hábitat. El área de estudio debe extenderse por lo menos 300 m más allá de la zona del sitio y sus alrededores.

Los criterios y los hechos sobre los que se basa la evaluación ecológica son:

- Mapeo y evaluación del biotopo y de los tipos de estructuras

- Estimación del peligro para el área del entorno (tomando en consideración los resultados de otros peritajes)
- Compensación a raíz de la pérdida de biotopos en la zona del sitio
- Planificaciones técnicas presentes
- Cargas previas.

Para la elaboración de este peritaje son obligatorios los mapeos del biotopo, así como de los tipos de estructuras. Además, es recomendable la evaluación de otras planificaciones técnicas realizadas y de fuentes literarias.

Peritaje de potencial de recreación

En este peritaje se califica la aptitud de las zonas de sitios conforme a las posibilidades de recreación que ofrezca el paisaje (la zona del sitio y su entorno). Por principio, las zonas de sitios con un alto potencial recreativo son menos indicadas para el establecimiento de una planta de desperdicios, que aquellas con uno bajo. Los criterios a considerar son los siguientes:

- Imagen del paisaje (riqueza en variedad, naturaleza, belleza)
- Instalaciones recreativas y urbanización (instalaciones recreativas como senderos, infraestructura urbanística)
- Declaraciones de planificación urbana (zonas y lugares turísticos, centros de recreación, bosques recreativos)
- Densidad de población (como medida para la demanda de áreas recreativas).

La recopilación de los hechos mencionados se lleva a cabo a través de la evaluación de mapas recreativos y topográficos, así como de planificaciones urbanísticas, siempre que existan, y a través de inspecciones del lugar.

Peritaje de tráfico

En este peritaje se evalúan las zonas de sitios conforme a aspectos técnicos de tráfico y a los efectos ambientales ligados a éstos últimos. Aquí, lo importante es la cantidad de basura a tratar y su lugar de origen, de los cuales se determina el punto central para la eliminación de deshechos. La aptitud de las zonas de sitios se califica mediante los siguientes criterios:

- Accesibilidad (recorrido total de arranque, accesos viales, tomando en cuenta la extensión de las calles, las pendientes, los lugares estrechos, etcétera)
- Recorridos a través de poblados (cantidad, longitud, extensión, sitios tangentes)
- Posibilidades de arranque alternativas (calle, riel, navegación interior)
- Carga de tráfico (cambio potencial de la cantidad promedio de tránsito diaria, cambio potencial del número de camiones por hora en una intensidad de tráfico fuerte y en una intensidad de tráfico media, como medida para la contaminación acústica.

La evaluación de datos estadísticos, las inspecciones del terreno y la circulación en el mismo pueden funcionar como base para este peritaje.

Peritaje de planificación urbana y rentabilidad

En este peritaje se tratan los conflictos de utilidad que acompañan la instalación de una planta de desperdicios y que resultan de planes o consideraciones urbanísticas. La investigación se complementa, en gran parte, a través de la evaluación del potencial económico que represente la explotación agrícola y forestal de las superficies afectadas por el establecimiento de una planta de desperdicios. Para ello se consideran los siguientes intereses de planificación urbana en una periferia de 1 Km.:

- Estructura de la urbanización
- Estructura de los espacios libres (con funciones de protección correspondientes a los ámbitos de zonas turísticas, protección de la naturaleza y del paisaje, administración de las aguas, energía, yacimientos y extracción de materias primas, así como zonas militares especiales)
- Tráfico
- Técnica ambiental (control de inmisiones, eliminación de desechos).

La evaluación de los potenciales agrícolas y forestales se lleva a cabo mediante los siguientes criterios:

- Acreditación en planificaciones urbanas conforme a las categorías correspondientes (bosque, región de superficies agrícolas valiosas, región de aprovechamiento agrícola y de cultivo)
- Aptitud del sitio (aprovechamiento potencial) modificada por factores técnicos de producción (por ejemplo, inclinación, situación legal del parcelas, clima, espesor del *solum*).

Como base para este peritaje pueden servir planos urbanísticos y diversos mapas del sitio, así como las inspecciones realizadas.

Peritaje de visibilidad

En este peritaje se califican las zonas de sitios según la visibilidad existente o nula en el sector relevante de alejamiento. En general, una buena visibilidad se correlaciona con una escasa aptitud para la instalación de una planta de desperdicios, y viceversa.

En el supuesto de que desde aquellas urbanizaciones (poblaciones, construcciones aisladas) y aquellos objetos definidos (por ejemplo, miradores) que puedan verse desde la zona del sitio, también sea visible el sitio mismo, se deben realizar inspecciones del terreno y detectar los objetos visibles. En seguida, se efectúa la evaluación, en gran parte, por medio de la cantidad de poblaciones y construcciones aisladas en el entorno más cercano (de hasta 4 Km. aproximadamente). La mejor aptitud la muestran las zonas de sitios desde las que no puedan verse objetos definidos.

Peritaje de aptitud técnica

En este peritaje se califican las zonas de sitios de acuerdo con puntos de vista técnicos y sus efectos ambientales. A continuación se mencionan los criterios de evaluación específicamente orientados a vertederos de basura, pues no todos son válidos para otras plantas de desperdicios. Estos criterios son:

- Forma de la superficie (el objetivo es el aprovechamiento óptimo de la superficie a disposición, tomando en cuenta la seguridad del lugar)
- Orografía, inclinación (y otras inclinaciones del terreno, posición del punto bajo)
- Ingeniería civil (trabajos de roturación necesarios y movimientos de tierras, incorporación de la impermeabilización básica y de los sistemas de recolección de líquidos percolados, posibilidades de ampliación)

- Suministro y eliminación (toma de corriente y de teléfono, suministro de agua y desagüe)
- Infraestructura (acceso, instalaciones y otros)
- Cantidad de precipitación (como medida para la caída de agua de infiltración en vertederos)
- Otros (por ejemplo, existencia de cableado aéreo de alta tensión, tuberías de gas).

2.4.3 Descripción evaluadora de las zonas de sitios

Después de la elaboración de los peritajes anteriormente descritos, se puede clasificar cada zona de sitios en niveles de calificación. Ha dado buen resultado la clasificación en un máximo de cinco niveles de calificación o de aptitud.

Al ahondar en los conocimientos que se adquieren durante la investigación, es posible que el peritaje lleve, eventualmente, a excluir la zona del sitio de la consideración ulterior.

Son suficientes los niveles de calificación o de aptitud que van de:

- comparativamente compatible / adecuado (mejor calificación)

hasta

- comparativamente incompatible / inadecuado (peor calificación).

La calificación es, por consiguiente, de carácter comparable y no manifiesta la aptitud absoluta de la zona del sitio. Además, con esta calificación no se sustituye, de ninguna manera, un estudio íntegro de compatibilidad ambiental.

La siguiente tabla muestra un resumen ejemplar de los niveles de aptitud de varios sitios, como resultado de los dictámenes técnicos de geología (Geo), higiene del clima y del aire con medidas reductivas (C/A), ecología (Eco), potencial recreativo (PR), tráfico (Tr), planificación urbana y rentabilidad (PU/R), visibilidad (Vis) y técnica (Téc), y eventualmente la exclusión (E).

	181	*6*	*46*	*74*	*76*	*80*	*87*	*89*	*98*	*101*	*186*	*188*	*194*	*196*	*199*
Geo	**3**	1	---	1	1	3	E	E	E	2	2	2	2	2	2
C/A	**2**	1	---	3	5	1	---	---	---	4	3	3	1	4	5
Eco	**4**	5	E	5	5	4	---	---	---	2	5	4	5	3	3
PR	**3**	4	---	4	2	2	---	---	---	1	3	3	3	2	3
Tr	**1**	5	---	5	5	5	---	---	---	1	2	3	4	2	3
PU/R	**4**	3	---	2	3	2	---	---	---	3	4	3	3	5	4
Vis	**1**	5	---	1	2	1	---	---	---	1	4	1	1	3	5
Téc	**1**	2	---	5	2	5	---	---	---	1	3	5	3	2	2

Tabla 4: Resumen modelo de los niveles de aptitud de varios sitios; en cursivas aparece el número de sitio; E = exclusión

2.4.4 Evaluación de las zonas de sitios y recomendación

Existen varias posibilidades para llevar a cabo la calificación final de los sitios, mismas que son:

- el análisis de utilidad
- la calificación argumentativa verbal
- la comparación de pares directa.

Por medio del análisis de utilidad se clasifican los sitios en grados de cumplimiento de objetivos, respecto de criterios definidos, de los cuales, cada uno se valora con distintos factores de ponderación. El sitio que obtenga la puntuación más alta en el resultado debería ser el más adecuado, sin embargo, el análisis de utilidad sugiere, particularmente en las máximas puntuaciones, una exactitud científica que, de hecho, no existe. Además, las calificaciones en cada uno de los criterios son difícilmente asequibles.

Los nuevos desarrollos se alejan del análisis de utilidad matemático y favorecen la descripción argumentativa verbal, a través de la cual es más sencillo explicar las ventajas y desventajas de cada sitio a la gente “no especializada”. La descripción verbal es conveniente para comparar calificaciones, siempre que se trate de un número reducido de sitios; sin embargo, ésta se vuelve confusa al calificar una mayor cantidad de sitios que aún estén siendo estudiados.

La comparación de pares directa se aplica a dos sitios, respectivamente, de acuerdo con su idoneidad para el establecimiento de una planta de desperdicios. La

evaluación y la descripción conforme a los criterios definidos se efectúan, en primer lugar, de forma argumentativa verbal para que sean fáciles de comprender. Asimismo, pueden ser reforzadas a través de un cálculo analítico de utilidad simplificado. Al finalizar la comparación de los sitios se obtiene -de manera similar a una competencia deportiva- el más adecuado.

A continuación se explica la comparación de pares directa recomendada, con base en una búsqueda de sitios real en la que se ejemplifican los sitios A y B.

Comparación de los sitios A y B

Según los peritajes, la aptiud de ambos sitios, a los que se les ha denominado A y B por razones prácticas, se puede observar en la siguiente tabla.

	Sitio A (181)	Sitio B (6)
Geología	**3**	**1**
Clima / higiene del aire	**2**	**1**
Ecología	**4**	**5**
Potencial de recreación	3	4
Tránsito	1	5
Planificación urbana / rentabilidad	4	3
Visibilidad	1	5
Técnica	1	2

Tabla 5: Niveles de aptitud de los sitios potenciales para el vertedero, A y B; 1 = mejor, 5 peor; los criterios especialmente relevantes aparecen en **negritas**

Desde el punto de vista geológico, el sitio B es claramente más apto que el A para la instalación de un vertedero. Las diferencias con respecto a la situación climática y de higiene del aire se consideran escasas, ya que en este conjunto de temas la clasificación del sitio A en el nivel de aptitud 2 se refiere solamente a una carga ya existente de escasa a media. De acuerdo con los datos ecológicos, el sitio A muestra ventajas en comparación con el sitio B.

De la misma manera en que el sitio A tiene pocas ventajas en el tema de potencial de recreación, tiene desventajas en lo que se refiere a planificación urbana y rentabilidad. En cuanto al tráfico y la visibilidad el sitio A es claramente más adecuado que el sitio B. Así mismo, la aptitud técnica de vertederos del sitio A es ventajosa.

A través de la clara suficiencia del sitio A en temas menos decisivos (tráfico, visibilidad y técnica de vertederos) se compensa el valor obtenido más bajo en

comparación con la zona del sitio B en el tema de geología, e incluso se supera en el proceso total de ponderación, en el que el sitio A resulta mejor calificado que el B para la instalación de un vertedero.

Una vez realizadas todas las comparaciones de pares directas se obtiene la zona del sitio más adecuada, en un caso ideal, o al menos la que resulta más apta que todas las demás dentro de la consideración total.

En el resultado final, esta zona del sitio es la única recomendable para la construcción de una planta de desperdicios y para este efecto deberá ser optimizado de acuerdo con la planificación concreta y la aprobación del vertedero.

3 PARTICULARIDADES DE LA BÚSQUEDA DEL SITIO

3.1 Vertederos

Los criterios geológicos e hidrogeológicos son de especial importancia en la búsqueda de sitios para vertederos, cuyo subsuelo debe cumplir con varios requisitos, dependiendo del potencial de peligro que representen los desperdicios almacenados. Estos requisitos son, por ejemplo, más estrictos para los vertederos de desperdicios tóxicos que para aquellos de desechos caseros, mismos que a su vez deben cumplir más condiciones que los vertederos en los que se almacenan escombros libres de sustancias nocivas.

El manejo de estos criterios tiene lugar en la fase 2 de la búsqueda de sitios, a saber, la localización de áreas positivas (compárense la imagen 1 y el punto 2.3), así como la preevaluación geológica realizada en la fase 3.

Si al aplicar altas exigencias a la geología del sitio no es posible encontrar ninguna zona de sitios o que sólo pueda corregirse por medio de un gasto desproporcionado, entonces hay que flexibilizar los criterios correspondientes. Según la situación local o regional, puede resultar necesario instalar los vertederos sobre un subsuelo permeable y en este caso, las correcciones correspondientes dependerán de las posibilidades técnicas.

El criterio de protección urbana se aplica de manera similar al de geología. Básicamente, la distancia de los vertederos con respecto a las zonas habitadas debe ser lo más grande posible. Si es que la búsqueda del sitio tiene lugar en una zona urbana densa, la distancia de seguridad del vertedero tendrá que reducirse

forzosamente para alcanzar un resultado positivo aún satisfactorio. Análogamente se procede con la urbanización logística del vertedero.

El tamaño del sitio buscado resulta de la cantidad de basura que se almacenará anualmente y de la duración deseada del vertedero.

3.2 Plantas de compostaje

En general se ponen condiciones menos estrictas al subsuelo de plantas de compostaje que al de vertederos. Esto es especialmente válido cuando se puede evitar la contaminación del subsuelo a través de las medidas técnicas pertinentes.

Las plantas de compostaje deben considerarse peligrosas a causa de las emisiones que producen. En el marco del peritaje de clima e higiene del aire, -así como en el caso de los vertederos-, se recomienda la realización de un cálculo de propagación de sustancias nocivas del aire.

Además, durante la búsqueda, es recomendable tomar en cuenta, de manera oportuna, los procesos de aprovechamiento del compost producido. Un sitio de plantas de compostaje en polígonos y zonas industriales es del todo imaginable y tiene ventajas logísticas, entre otras.

3.3 Estaciones de transferencia de residuos

Las estaciones de transferencia de residuos sirven para la reducción del tráfico relacionado con el transporte de desperdicios. Por ello, estas estaciones se localizan, casi forzosamente, en las zonas pobladas o al menos cerca de ellas.

No se ponen condiciones particulares a la aptitud del subsuelo natural. Por regla general, el proceso de transferencia se realiza en áreas firmes, de tal manera que pueda descartarse la contaminación del subsuelo.

De especial importancia dentro de la búsqueda de sitios para estaciones de transferencia de residuos son la accesibilidad y otros criterios relacionados con el peritaje de tráfico ya mencionado. En la cercanía de zonas urbanas puede haber problemas de propagación de olores y éstos deben considerarse separadamente.

4 REQUISITOS TÉCNICOS

Con base en el hecho de que una gran parte de la búsqueda de sitios se lleva a cabo a través de la calificación de material cartográfico, es altamente recomendable trabajar con un ordenador equipado con un sistema *GIS* eficiente. Si bien es posible

un trabajo cartográfico manual, éste se vuelve demasiado intensivo y poco flexible cuando hay que cambiar los criterios.

El sistema *GIS* a instalar debe tener las siguientes propiedades:

- posibilidad de lectura y de elaboración de los mapas digitales disponobles
- digitalización manual de los mapas que únicamente estén disponibles de forma análoga
- generación automática de distanciamientos, por ejemplo, de zonas urbanas
- superposición de planos (generación de intersecciones)
- indagación sencilla de las dimensiones del área
- aplicación de un filtro superficial, es decir, eliminación de las superficies cuyo tamaño sea menor al mínimo establecido.

Fundamentos de los mapas

Por principio, el trabajo cartográfico con mapas debe realizarse en la mayor escala posible. En tanto que no existan mapas a gran escala, por ejemplo de 1 : 25.000, tendrá que recurrirse a mapas de escalas más pequeñas.

Por otra parte, la escala de los mapas utilizados se puede agrandar durante la búsqueda, misma que, por razones de ahorro de trabajo, se puede comenzar con mapas a pequeña escala, por ejemplo de 1 : 100.000. Además, como ya se ha mencionado, los criterios locales se pueden trabajar posteriormente.

Consideración de errores

La precisión del trabajo cartográfico depende en esencia de la escala de los mapas utilizados. Si, por ejemplo, en los mapas análogos a escala 1 : 100.000 existen imprecisiones de ajuste en la dimensión de ±1 mm, o si se admiten discrepancias de digitalización, también de 1 mm, entonces se espera una imprecisión correspondiente a ± 200 m. Inexactitudes similares pueden surgir de mapas con una signatura burda.

De ser relevantes, las imprecisiones que resulten, deben discutirse y tomarse en cuenta en cada criterio y en la identificación de las áreas positivas y de reserva.

En lo que se refiere a la búsqueda de sitios para vertederos, una imprecisión de ± 50 m resulta aún tolerable.

Además de la escala, es importante el estado actual de los mapas utilizados. En particular las zonas protegidas, las pobladas, así como los polígonos y las zonas industriales, están sujetos a una fuerte dinámica, de ahí que, en su momento, la actualidad de los mapas deba ser comprobada y, de ser necesario, corregida.

5 RESUMEN

La presente guía práctica describe el procedimiento metódico para la búsqueda de sitios para plantas de desperdicios.

La primera fase consiste en un mapeo de las áreas negativas y de las áreas positivas, por medio del que se identifican, a través de criterios definidos, las áreas positivas, las negativas y las de reserva. En la fase 2, de particular importancia para los vertederos, se retoman las áreas positivas para someterlas a un tratamiento geológico; esta fase termina con la determinación de las zonas de sitios potencialmente adecuados, según una visión geológica e hidrogeológica. En la fase 3 se evalúan las áreas positivas, para lo cual se analizan, en primer lugar, los criterios de exclusión locales, así como los puntos de vista técnicos y de infraestructura. En lo que concierne a los sectores de áreas positivas restantes, se realizan diferentes peritajes conforme a inspecciones, mismos que cubren las siguientes áreas: geología e hidrogeología, clima e higiene del aire, ecología, recreación, tráfico, planificación urbana y rentabilidad, visibilidad y puntos de vista técnicos.

Por medio de una comparación directa de pares – asistida por un planteamiento de análisis de utilidad simplificado – se comparan, con base en los peritajes, las

aptitudes de cada una de las zonas de sitios y como resultado se obtiene la más adecuada para el establecimiento de la planta de desperdicios en cuestión.

En caso de que el primer proceso de búsqueda no llevara a ningún resultado satisfactorio, se puede recurrir a las áreas de reserva o a la flexibilización de los criterios definidos.

Para las plantas de desperdicios elegidas – vertederos, plantas de compostaje y estaciones de transferencia de residuos – se explican las particularidades que hay que tener en cuenta durante la búsqueda del sitio. Finalmente se exponen los requisitos técnicos de los principios cartográficos, así como la consideración de errores.

6 GLOSARIO

Criterio de exclusión	Los criterios de exclusión resultan de normas legales y jurídicas, por ejemplo leyes de protección de la naturaleza y del agua, o de requisitos particulares para la búsqueda del sitio. Las áreas afectadas por estas características no están disponibles como sitios aptos potenciales (exclusión absoluta).
Permeabilidad orográfica	Medida de la conductividad hidráulica del subsuelo a través de la designación en terreno (unidad m/s)
GIS	Sistema geográfico de información
Distribución de frecuencia	Descripción estadística de datos (valores de medición y de características); indica con qué frecuencia aparece un valor específico.
Análisis de utilidad	Procedimiento para lograr el orden relativo de las alternativas complejas de acuerdo con los criterios definidos (a menudo también análisis coste-beneficio)
Criterio de reserva	Los criterios de reserva ponen requisitos mínimos a un sitio. Las restricciones ligadas a estos criterios pueden reducirse a través de medidas técnicas o planificadoras para satisfacer la precaución ambiental a largo plazo. En primer lugar, las áreas afectadas se excluyen del trabajo subsiguiente, pero pueden ser retomadas posteriormente.

Orografía	Área de especialización de la Geología que se ocupa de las estructuras elevadas sobre la superficie natural de la Tierra, en particular del curso y la disposición de las montañas y del flujo de aguas.
Petrografía	Geología sedimentaria o ciencia de las rocas compuestas por minerales (ígneas, sedimentarias y metamórficas)
Planum	Superficie preparada y aplanada que sirve de base para una construcción.
Análisis de sensibilidad	Prueba del análisis de utilidad (o de otro procedimiento) sobre qué tan susceptible es el resultado frente a las modificaciones razonables de las suposiciones básicas
Solum	Suelo corroído a causa del tiempo
Estratigrafía	Ciencia de las estratificaciones de las rocas y de su clasificación cronológica en la historia de la Tierra

Karlsruhe, 17 de febrero de 2005
wat Wasser- und Abfalltechnik
Ingenieurgesellschaft mbH & Co. KG

Dr. Reiner Huba