

ESPACIOS DEGRADADOS Y RESTAURACIÓN AMBIENTAL

A. ESPACIOS DEGRADADOS Y RESTAURACIÓN

1. INTRODUCCIÓN. ESPACIOS DEGRADADOS Y RESTAURACIÓN AMBIENTAL.....	3
1.1. CONCEPTO DE RESTAURACIÓN.....	4
1.2. LA GESTIÓN Y RESTAURACIÓN DE LAS ÁREAS DEGRADADAS.	7
2. RIESGOS Y PROCESOS EN ÁREAS DEGRADADAS	11
2.1. ESTABILIDAD DEL TERRENO. LOS DESLIZAMIENTOS	12
2.2. EL PROCESO DE EROSIÓN Y SEDIMENTACIÓN.....	14
2.2.1. La erosión	14
2.3. DEGRADACIÓN Y CONTAMINACIÓN DEL SUELO	15
3. INGENIERÍA DE LA RESTAURACIÓN AMBIENTAL.....	16

B. UN EJEMPLO SENCILLO: LA MARISMA “LASAO” EN DEBA

C. INTRODUCCIÓN A LA BIOINGENIERÍA

1. INTRODUCCIÓN
 - ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DE LA BIOINGENIERÍA
 - PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA BIOINGENIERÍA
 - EL MATERIAL VEGETAL: PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
2. UN VISTAZO A ALGUNAS DE LAS TÉCNICAS MÁS PRÁCTICAS
 - DE SOSTENIMIENTO
 - ENTRAMADOS DE MADERA
 - ENREJADO VIVO
 - LECHOS DE RAMAJE
 - ESCOLLERAS VIVAS
 - DE CONTROL DE LA EROSIÓN
 - ESTAQUILLADO
 - MANTAS ORGÁNICAS
 - SISTEMAS DE DRENAJE
 - DRENES DE FAJINAS
 - CUNETAS VIVAS
 - POZOS DE INFILTRACIÓN
 - ESTANQUES DE AVENIDA
 - OBRAS HIDRÁULICAS
 - COBERTURA DE RAMAS
 - FAJINA DE RIBERA
 - BIORROLLOS
 - EMPALIZADA TRENZADA
3. EJEMPLOS EJECUTADOS
 - EJEMPLOS DE INTERVENCIONES REALIZADAS EN EL PAÍS VASCO.
 - INTERVENCIONES EN OTROS LUGARES.

1. INTRODUCCIÓN. ESPACIOS DEGRADADOS Y RESTAURACIÓN AMBIENTAL

Se entiende que cada uno de los procesos de transformación del territorio o de abandono de las actividades dejan espacios alterados, en el sentido amplio de la palabra, ya sea con carácter paisajístico o bien bajo una alteración menos perceptible que afecta a alguno de los elementos del *geosistema* (alteración del suelo, alteración del ciclo hidrológico, contaminación, etcétera), entonces se habla de un espacio del medio físico alterado que constituye un área degradada.

En la *restauración ambiental* se entiende como *área degradada* aquella en la que por causas naturales, por acción directa, indirecta o cese de la actividad humana, no se consigue alguno o todos los objetivos siguientes:

- *Mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales y los sistemas vitales. Esto incluiría la regeneración y protección de suelos, el mantenimiento correcto del ciclo del agua y el reciclado de nutrientes.*
- *Aprovechamiento sostenido de especies y ecosistemas.*
- *Capacidad productiva.*
- *Mantenimiento de la diversidad genética*
- *Integración en el paisaje.*

La consideración de un área degradada exige que se cumplan las siguientes dos premisas en relación a los *valores ambientales modificados* y a *función antrópica que desempeña*:

- *La alteración o modificación del área representa una pérdida de valor o un resultado de valor negativo en relación con sus características ecológicas, económicas, paisajísticas, de protección, científico-cultural, etcétera, respecto al valor anterior o potencial del territorio.* Es frecuente los casos de zonas, por ejemplo, caracterizadas por la ausencia de vegetación o de cierto tipo de vegetación, cuando potencialmente podrían albergarla, o incluso poseer otros tipos de estadio de vegetación acorde a las condiciones ecológicas de ese espacio. El área degradada es el reflejo de la alteración que han sufrido los posibles bosques potenciales y primigenios y que en la actualidad se presentan como etapas o estadios previos a etapas más avanzadas del proceso de sucesión ecológica. Entonces, se dice que representan etapas de degradación, aunque el proceso de recuperación se haya iniciado, pues siempre actúa.
- *Carencia de función social alguna* que por un lado, justifique el estado de degradación parcial, y por otro lado, denote una práctica insatisfactoria de dicha función o bien una localización inadecuada de la actividad en el entorno en el que está localizada.

Restauración y Gestión de Áreas Degradadas Espacios degradados y restauración ambiental

FUENTE: MASTER UNIVERSITARIO DE JARDINERÍA Y PAISAJE. UPV

ORIGEN DE LA DEGRADACIÓN	CARÁCTER DE LA DEGRADACIÓN	EJEMPLOS O TIPOS DE ÁREAS DEGRADAS
Situación final de la fase de proyecto o de la actividad, o bien resultado de la afección natural al territorio.	Áreas naturales abandonadas	<ul style="list-style-type: none"> • Espacios forestales sobreexplotados (talas, ganadería) o incendiados
	Áreas explotadas durante cierta época y luego abandonadas.	<ul style="list-style-type: none"> • Espacios agrícolas abandonados (enclaves) • Explotaciones mineras: minas, canteras, graveras, cortas de explotación, etcétera. • Vertederos abandonados • Espacios en los que desordenadamente se depositan residuos de todo tipo
Por el carácter territorial de las actividades desarrolladas	Afección del terreno por la investigación y construcción de las infraestructuras lineales.	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas anejas afectadas a las trazas de carreteras, ferrocarriles, gaseoductos, líneas eléctricas, etcétera.
	Afección de actividades con área de implantación o con superficies extensas	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas degradadas por la localización de polígonos de aerogeneradores, etcétera.
Por el resultado de la ordenación territorial, la transformación y el uso del territorio.	Abandono o interferencia entre actividades	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas degradadas en zonas turísticas y recreativas. • Áreas periurbanas con interferencia de actividades, usos y dinámica de continuo abandono.
	Transformación y aprovechamiento de los recursos y sobrepasando los límites de asimilación.	<ul style="list-style-type: none"> • Zonas afectadas por la agricultura intensiva. • Cursos de agua y vegas de inundación desnaturalizados.
Por la afección ambiental directa al medio o sus elementos.	La contaminación química	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas afectadas por la contaminación atmosférica (lluvia ácida) • Suelos contaminados

1.1. CONCEPTO DE RESTAURACIÓN

Se debe entender por restauración, el proceso de *reconversión de terrenos perturbados a su estado original u otro uso productivo*, o también el proceso de *transformación de un medio perturbado que haga posible el establecimiento de los organismos originarios u otros que se aproximen a la biocenosis primitiva*. Cuando se refiere a las perturbaciones sobre el medio, se entiende las que tienen carácter catastrófico, determinadas por un cambio de uso o actividad o por la alteración esporádica de sus propiedades físicas consecuencia de un efecto extraordinario (decapado del suelo, contaminación del suelo, tala de un bosque, derrumbe de un rodal arbóreo consecuencia del viento, etcétera) a diferencia de la perturbaciones regulares o cíclicas ecológicas a las que los organismos se adaptan biológicamente (régimen de temperatura y humedad, temperamento, fuego, etcétera). En definitiva la restauración ambiental trata del conjunto de actuaciones que se llevan a cabo con el fin de reducir, mitigar e incluso revertir en algunos casos, los daños producidos en el medio físico. El término de la restauración implica o lleva implícito dos cuestiones que es necesario abordar: *lo qué provocó la alteración sobre el medio y la corrección de la afección que se haya producido*.

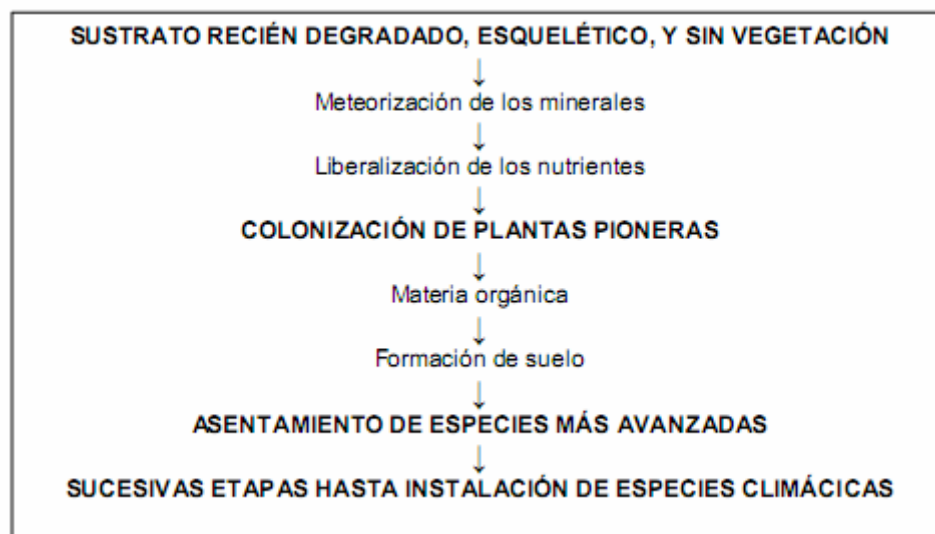
Con la restauración se pretende una serie de finalidades entre las que se encuentran:

- *Conservación y mejora de la productividad (cultivos abandonados)*
- *Estabilización del sustrato geoedáfico.*
- *Recuperación paisajística del medio degradado.*
- *Restauración de las especies y su diversidad.*
- *Recuperación del funcionamiento del ecosistema original.*
- *Control, en algunos casos, de la contaminación.*

Si bien los objetivos aparentes de la *Restauración Ambiental* son múltiples, diferenciados y denominados según la preponderancia de cada finalidad, es deseable que se compatibilicen en las actuaciones para cualquier situación. Según las finalidades y objetivos de la actuación paisajística se podría hablar de una **restauración ecológica** si tiene por objetivo principal la restitución de las condiciones ambientales del territorio inicial. Pero también se habla de **restauración visual o integración paisajística** cuando, además del anterior objetivo, que puede quedar en un plano complementario, se pretende una integración visual o mimética de las obras y sus alteraciones en el entorno. Finalmente, se ha denominado como **restauración estética** cuando las acciones llevan aparejado un tratamiento de los elementos del terreno como objeto de contemplación y disfrute. En este caso se entiende que se integra también paisajísticamente en el territorio y el paisaje circundante o crea un paisaje nuevo, al ser observado a cierta distancia.

Interpretación de la restauración de los ecosistemas

Cualquier ecosistema se recupera naturalmente de la alteración producida, con independencia de que éste se someta a una restauración ambiental debida a la intervención del hombre. Por tanto, existe un proceso natural de recuperación mediante un mecanismo de sucesión de etapas más complejas que modifica las circunstancias ambientales anteriores para reproducir unas nuevas, más estables y evolucionadas (en estructura y función ecológica) que se lleva a cabo en un periodo de tiempo largo e incluso muy dilatado. La figura siguiente representa el proceso de recuperación natural de los ecosistemas cuando se comienza a partir de una situación de partida inicial debida a una alteración total del medio físico.



Sin embargo, el hombre se adelanta frecuentemente a las situaciones naturales para acelerar los procesos mediante técnicas que permiten la incorporación de elementos (vegetación, fauna, modificación de sustratos, etcétera) que acorten las etapas del proceso de recuperación natural.

El proceso se denomina de forma diferente en función de los objetivos que se alcanzan y los métodos que se emplean:

- **La restauración** se produce si se alcanza el estado original del sistema del que se partía u estado primigenio.
- **La restitución** se entiende cuando se llega a una situación distinta de la primigenia

pero ecológicamente muy próxima a ésta, normalmente consecuencia de haberse alcanzado los niveles de estructura y funcionamiento de determinados elementos del ecosistema, pero no en su totalidad, debido a la lentitud de los procesos naturales.

- **La rehabilitación** se entiende si se logra cierta funcionalidad del ecosistema semejante a los objetivos planteados, pero aún en una situación a medio camino de la función ecológica del punto de origen.
- **La reforma** contempla el empleo de tratamientos dirigidos a facilitar la acción de la naturaleza para que esta consiga que el área sea ocupada por una sucesión natural.
- **La sustitución o reemplazo** trata que no se elimine los elementos degradados y que de alguna forma coexistan con el que se va a implantar de nueva forma, lo que supone una mejora de la función del área pero sin apartarse de la estructura anterior.
- **La recuperación** consiste en hallar o proponer un estado alternativo del inicial, que puede ser incluso más productivo.

Si bien en general y en la práctica se confunden los términos relacionados con la restauración y se emplean de hecho indistintamente, es cierto que es necesario que a la hora de plantear actuaciones de intervención paisajística, quede definido con precisión los objetivos y el alcance de las actuaciones en los términos anteriores.

En el proceso de actuación paisajística y con el fin de acelerar el tiempo de recuperación, es preciso conocer los factores limitantes del desarrollo de las etapas de sucesión de los ecosistemas que lo compone, que en muchos casos estarán en función de la causa que los originó. Ha de tenerse en cuenta que uno de los principales objetivos de toda restauración es la recuperación de la cubierta vegetal y en el que el estado del suelo, que en muchos casos ha desaparecido, es uno de los factores más importantes a contemplar para poder sustentar a aquella. De hecho, entre los factores que se tiene en cuenta de modo primordial, son la *degradación del suelo* (pérdida de textura y estructura), así como la pérdida de la *biocenosis* (fauna y flora).

Objetivos generales de la restauración

En resumen los proyectos de *restauración ambiental* de las áreas degradadas plantearán unos objetivos relativos a la recuperación de las carencias actuales del ecosistema, que ha sido degradado, para una recuperación del sistema anterior, pero también a la previsión de los procesos que lo pueden desestabilizar.

Control de los procesos y riesgos del área degradada:

- *Estabilización de terrenos no consolidados. Estabilidad de taludes*
- *Reducción y control de la erosión*
- *Protección de recursos hídricos (Subterráneos y superficiales)*
- *Reducción del drenaje de efluentes tóxicos o lixiviados.*

Recuperación de las biocenosis:

- *Recuperación de la productividad del suelo (funciones físicas, químicas y biológicas) y de la riqueza biológica en general*
- *Restablecimiento de la cubierta vegetal, sobre un terreno capaz de mantenerla por sí mismo*
- *Integración de los terrenos alterados en el paisaje circundante.*

Aspectos funcionales respecto a la actividad asociada:

- *Protección frente a riesgos para la salud y la propiedad.*
- *Protección de obras civiles y urbanizadoras.*
- *Se debe dar gran importancia al control y vigilancia del programa de restauración*

1.2. LA GESTIÓN Y RESTAURACIÓN DE LAS ÁREAS DEGRADADAS.

Tan importante es contar con un buen plan y proyecto de restauración ambiental de la zona degradada, como saber o determinar el destino y la forma de gestión de las actividades del nuevo uso, que se ha de establecer una vez cese la actividad perturbadora.

Se piensa, en general, que el tratamiento del área degradada consiste siempre en un proceso de restauración ambiental hacia objetivos naturales equivalentes a los establecidos en su entorno, que se ha denominado anteriormente como *reforma*. Sin embargo, la ordenación territorial puede y debe aconsejar usos u actividades acordes a *las categorías de ordenación establecidas* para esos territorios. Por tanto, cualquiera de las modalidades de la restauración ambiental cabe como posible.

En este sentido, los técnicos de restauración ambiental saben que el modo en cómo es explotado un recurso o desarrollada una actividad condiciona notablemente el tipo de restauración aplicable. Más aún, es factible que un mal manejo de la actividad imposibilite algunas de las opciones anteriores. Por ejemplo, una explotación minera que no establezca perfiles del relieve semejantes a la geomorfología del entorno nunca podrán integrarla plenamente en su paisaje, como frecuentemente pasa con los bancos excesivamente poliédricos, de alturas muy elevadas y de taludes pronunciados, de muchas canteras de calizas o de areneros. O bien, en el caso de la minería energética sobre territorios llanos puede establecer una restauración del área afectada por medio de un proceso de *minería de transferencia* para devolver gangas o otros desechos exógenos (vertidos) a los huecos de la corta previamente abiertos. Se transfiere los sobrantes excavados sobre el hueco de la corta que ya no será explotado. De este modo se puede realizar una recuperación que haya salvado los suelos y capas superficiales más valiosas, haya tenido una parcial función de vertedero y se evita escombreras exteriores con carácter poco natural. En su balance cabrían también aspectos económicos de ahorro muy considerables en las propias labores para establecer la recuperación del área degradada.

Como regla general antes de que se inicie la actividad perturbadora y se defina la modalidad de la explotación, se ha de tener decidido el uso al que se va a destinar el área afectada, que dependerá de sus características y de la demanda social o económica de la zona en la que esté inmerso. Este proceso cumplirá al menos las siguientes premisas:

- *Ha de ser compatible con otras formas de usos presentes en su área de influencia (entorno afectado o territorio correspondiente al proyecto o la actividad de la explotación).*
- *En el caso de crearse una nueva actividad o si se continúa con alguna análoga, ha de estar integrada en los usos y costumbres de la zona, procurando no crear conflictos debido a la incompatibilidad entre usos distintos.*
- *Considerar el uso al que se le destina como un factor tan importante como las técnicas a emplear en su restauración.*

Restauración y Gestión de Áreas Degradadas Espacios degradados y restauración ambiental

FUENTE: MASTER UNIVERSITARIO DE JARDINERÍA Y PAISAJE. UPV

Se puede expresar como objetivo para la restauración cualquier actividad o uso del territorio si bien este nuevo destino se regirá por los criterios de evaluación ambiental (*alteraciones del medio e impactos ambientales*) análogos a los que permitieron la actividad que causó la degradación. Los usos más comunes que se encuentran como posibles a la hora de aplicarlos son los expresados en la tabla siguiente.

RESTAURACIÓN Y GESTIÓN DE ÁREAS DEGRADADAS		
CARÁCTER DE LOS USOS DEL TERRITORIO	TIPOLOGÍA DE LOS POSIBLES USOS	EJEMPLOS DE ACTIVIDADES O DESTINOS DE LA RESTAURACIÓN DE ÁREAS DEGRADADAS.
PRODUCCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Agricultura. Producción ganadera. Cultivos de invernadero. Forestal. Pastos. 	<ul style="list-style-type: none"> Instalaciones agrícolas, ganaderas intensivas. Agricultura extensiva Pastizales ganaderos Producción forestal (madera, frutos) Huertos de ocio
INTERÉS NATURAL Y SOCIAL	Reservas naturales	<ul style="list-style-type: none"> Restablecimiento de la vegetación y de los ecosistemas naturales: <ul style="list-style-type: none"> Fines protectores en áreas de alta susceptibilidad erosiva Integración en el medio Creación de nuevos paisajes Creación y recuperación de hábitats naturales de la vida silvestre con especies en peligro
	Áreas educativas	Áreas zoológicas.
	Áreas recreativas	<ul style="list-style-type: none"> Zonas verdes con fines recreativos. Instalaciones deportivas y educativas, senderismo, caza, pesca, miradores. Campos de golf.
	<ul style="list-style-type: none"> Parques urbanos y periurbanos (Urbanísticos). Adecuación paisajística sobre cualquier uso. 	<ul style="list-style-type: none"> Áreas deportivas Parques urbanos Restitución del uso que poseían antes de la alteración
OTROS USOS	<ul style="list-style-type: none"> Industrial Urbano Infraestructuras. 	<ul style="list-style-type: none"> Depósito de vertedero de inertes urbanos o industriales, planta compostaje. Instalaciones industriales Edificaciones de servicios públicos Áreas de descanso en vías y carreteras. Áreas comerciales Vertederos controlados Aparcamientos

El destino de una restauración está sometida a la determinación de los usos del territorio, según la ordenación de sus actividades y con referencia a unidades territoriales a las que se asocia una *categoría de ordenación* (protección, desarrollo de actividades urbanísticas, mantenimiento del uso, etcétera). Frecuentemente debido a la multiplicidad del uso del territorio y dada la flexibilidad de los planes de ordenación, pueden coexistir dos o más actividades en la misma zona de referencia y por tanto cualquier área degradada contenida en ella (sino es en sí misma, una unidad de ordenación) debe de cumplirse o establecerse las posibles relaciones que se producen entre ellas:

- **Complementariedad o sinergia:** Se refuerzan las actividades cuando se practican en un mismo espacio y al unísono (Senderismo y ayuda a la regeneración natural o prevención de incendios)
- **Compatibilidad:** Se pueden practicar en el mismo espacio y al mismo tiempo y no hay interferencia entre ambas (Restauración de la cubierta vegetal con aprovechamiento cinegético)
- **Incompatibilidad en el tiempo:** Se pueden practicar ambas aunque sin coincidir en el tiempo (aprovechamiento cinegético y senderismo)
- **Incompatibilidad en el tiempo y en el espacio:** No pueden coincidir ambas (Restauración de la cubierta vegetal y calificación como suelo urbanizable)

Restauración y Gestión de Áreas Degradadas Espacios degradados y restauración ambiental

FUENTE: MASTER UNIVERSITARIO DE JARDINERÍA Y PAISAJE. UPV

- **Disfuncionalidad:** Si se realiza una actividad se dificulta o pierde calidad la otra(s). (Coexistencia temporal de caza y recreo).

GESTIÓN DEL ÁREA DEGRADADA	PROPIEDADES DE LA GESTIÓN DEL ÁREA	CARACTERÍSTICAS DE LA RESTAURACIÓN		
		Tamaño y forma del terreno	Pendiente del terreno	Características del sustrato
EL USO AGRÍCOLA	<ul style="list-style-type: none"> Frecuentemente sobre los terrenos afectados por una explotación minera 	<ul style="list-style-type: none"> Requiere una superficie mínima para que la explotación sea rentable y Su forma debe de permitir la mecanización de las tareas propias del cultivo. 	<ul style="list-style-type: none"> Si la pendiente >30 % la mecanización no es posible. Si la Pendiente < 1 % existen problemas de encharcamiento 	<ul style="list-style-type: none"> En algunos casos se emplea el que se ha extraído previamente y se ha acopiado y en otros se aporta de procedencia distinta al emplazamiento original.
EL USO FORESTAL	<ul style="list-style-type: none"> Destino de suelos de peor calidad, si no se emplean especies de crecimiento rápido y no se espera una rentabilidad económica, En sus fines predominan los de la protección del medio (suelo, etcétera) 	<ul style="list-style-type: none"> Limitaciones son análogas a las expresadas para el uso agrícola 	<ul style="list-style-type: none"> Limitaciones son análogas a las expresadas para el uso agrícola 	<ul style="list-style-type: none"> Se pueden dedicar a este uso suelos de propiedades físico-químicas peores que los agrícolas, aunque con unas condiciones mínimas de profundidad de suelo y de pendiente.
CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA Y RESERVAS DE VIDA SILVESTRE	<ul style="list-style-type: none"> Terrenos que se han visto abandonados durante un periodo largo de tiempo y en los que se está llevando a cabo la colonización natural espontáneamente. 	<ul style="list-style-type: none"> Dependerá de las especies tanto vegetales como animales que se pretenda proteger o adaptar. 	<ul style="list-style-type: none"> a veces se crean de una forma espontánea debido al abandono y colonización tanto de especies animales como vegetales, que le confieren singularidad 	<ul style="list-style-type: none">
VERTEDERO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS E INERTES	<ul style="list-style-type: none"> Los huecos producidos por las actividades de minería sobre todo, son susceptibles de ser empleadas para este fin, realizándose esta función tanto de una forma controlada como incontrolada 			<ul style="list-style-type: none"> El factor más importante a tener en cuenta es la permeabilidad de los terrenos con el fin de evitar procesos de contaminación Se puede llegar a intentar restituir la forma original del terreno por medio de la extensión de estos residuos empleando para ello materiales inertes y estériles que no poseen propiedades contaminantes.

De alguna forma ha de tomarse una decisión sobre cual será el destino o utilización de la zonas degradada como ocurre el los casos que son consecuencia de la explotación minera. La elección de cualquiera de los usos anteriores (ver tabla anterior), debe ser viable tanto técnica como económicamente y estar integrada en el entorno ecológico y en el social, teniendo en cuenta la vocación tradicional del territorio, los planes de gestión y el desarrollo de la zona

Como se señala en algunas de las características que condicionarán el diseño de la restauración, se precisa determinar las características del *suelo*

dependiendo del uso al que se destine, sobre todo en el caso de que se vaya a dedicar a usos **agrícolas**, que son los más exigentes. Pero hay que resaltar que, a igual que aquellos, también es preciso prever los posibles riesgos que puedan producir un hipotético peligro para la **salud o la seguridad** de las personas.

El condicionamiento económico es de gran importancia y determinante como todo proyecto que se tiene que ejecutar, tanto por los gastos que supone la restauración, como por la posibilidad de dedicarlo a alguna actividad que pueda ser rentable a medio o largo plazo, debiendo sopesar si su restauración y mantenimiento es admisible económicamente. Es pues preferible, si no se espera obtener un rendimiento económico aceptable de la actividad, el acometer iniciativas en las que prime la recuperación ecológica del entorno y sea además aceptada socialmente.

2. RIESGOS Y PROCESOS EN ÁREAS DEGRADADAS

La definición de área degradada relaciona su estado, entre otros, a la carencia de los procesos ecológicos esenciales y la capacidad productiva. Esta situación corresponde, en gran parte, al estado en que se encuentra los sustratos materiales (geoedáficos) sobre los que se asienta la biocenosis, sobre la que influye también dado su íntima relación ecológica.

La finalidad de la restauración ambiental se justifica con la recuperación de los elementos ecológicos esenciales y fundamentalmente con el estado y los procesos del suelo, que permita sustentar una biocenosis estable y en equilibrio con el clima. Por tanto, se comentaba entre las finalidades de la restauración, la necesidad de comenzar por mejorar las condiciones del área degradada con la estabilización del sustrato geoedáfico; la conservación y mejora de la productividad y el control de la contaminación, cuando está sea necesaria.

Los procesos naturales o antrópicos sobre el suelo actúan durante y después de la acción perturbadora natural o de la actividad que se haya desarrollado. La figura siguiente establece una idea relativamente completa de los procesos que supone el concepto de la degradación del suelo y clasificados por el origen al que es debido: degradación física, degradación química y degradación biológica.



Para el proceso de la restauración ambiental de un área degradada y el desarrollo posterior de los métodos de ingeniería que esta supone, se debe partir de la premisa fundamental que supone la estabilidad del terreno y la recuperación del suelo.

Cualquier acción de bioingeniería o de restauración ambiental ha de pasar por una recuperación inicial de los elementos de la naturaleza cuya alteración indujo dicha degradación. Todo proyecto de restauración debe de dar solución por tanto a los problemas de estabilidad del terreno y de degradación del suelo que permita la introducción de una vegetación adecuada.

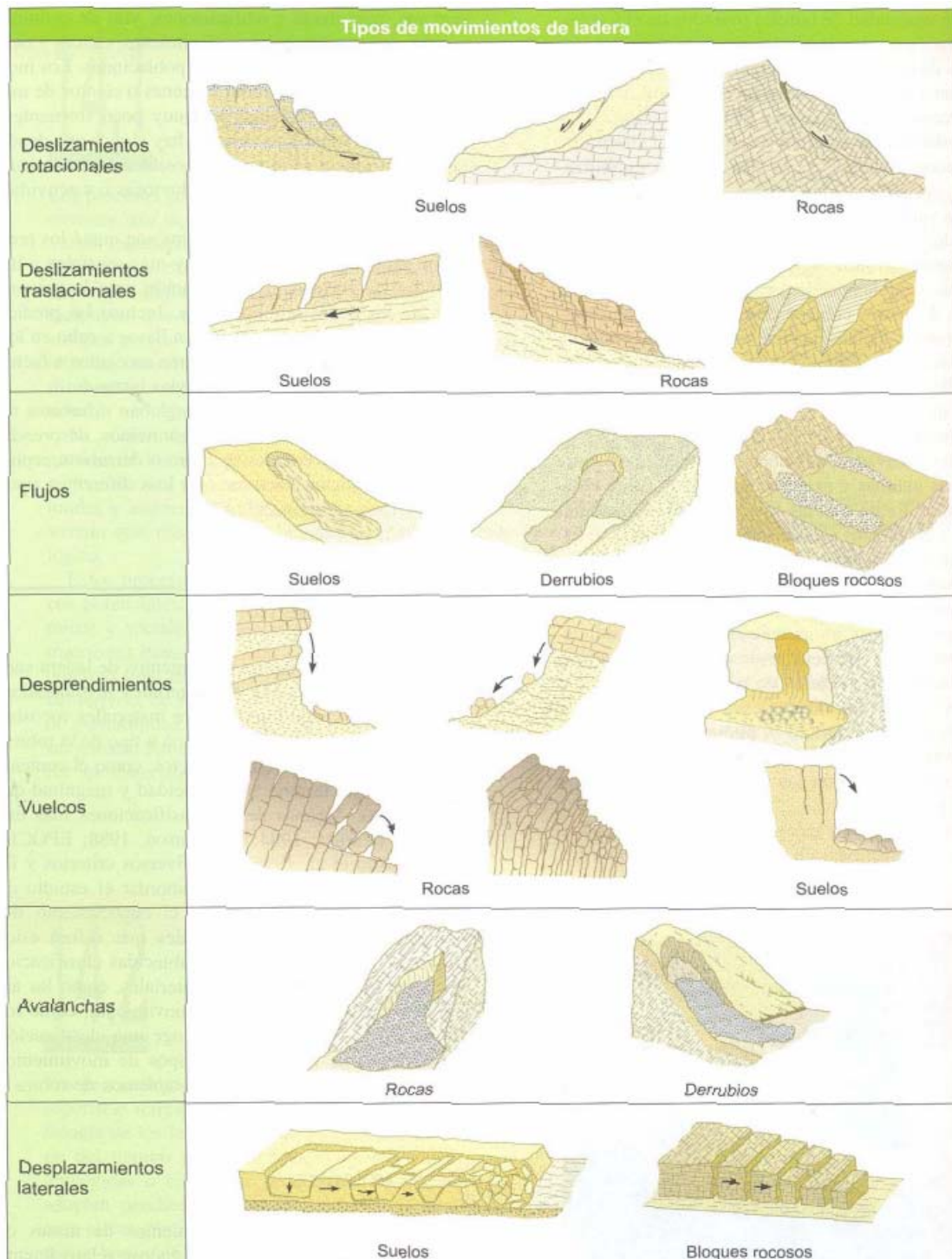
2.1. ESTABILIDAD DEL TERRENO. LOS DESLIZAMIENTOS

Los procesos de mayor apariencia que afectan a las áreas degradadas ya sea de modo natural, ya sea después de modificar la topografía y pendientes del terreno, son los conocidos como movimientos de ladera o de talud. Los movimientos de ladera son producidos por la acción de la gravedad y el debilitamiento progresivo de los materiales a causa de su meteorización física o química.

Pueden producirse tanto afectando a macizos rocosos, como a suelos, o a materiales de relleno

Restauración y Gestión de Áreas Degradadas Espacios degradados y restauración ambiental

FUENTE: MASTER UNIVERSITARIO DE JARDINERÍA Y PAISAJE. UPV



Para el análisis del medio correspondiente al proceso de la restauración ambiental, se debe analizar los riesgos producidos por los movimientos de tierras.

Se debe también distinguir entre aquellos factores que fundamentalmente condicionan la estabilidad del talud y los que de un modo puntual o local son los que desencadenan los movimientos de laderas y taludes.

Los factores condicionantes son intrínsecos al terreno, que determinan el tipo o clase de movimiento y por si solos no desencadenan el movimiento. Los más importantes son: la estructura geológica, la litología y el relieve, la hidrogeología y la morfología. Cuando por causas naturales o antrópicas se varía alguno de estos factores se puede producir un aumento o una disminución del esfuerzo de corte, cuyo efecto inmediato desencadena la inestabilidad de una masa de terreno.

Los factores desencadenantes desestabilizan las condiciones de equilibrio de los materiales en al ladera y por tanto desencadenan el movimiento al superarse ciertos umbrales. Son desencadenantes el agua (también condicionante), hielo y nieve, la sismicidad y el vulcanismo, acciones biológicas (facilita indirectamente la acción por ausencia o presencia de ciertos tipos de vegetación) y, finalmente, la actividad humana (voladuras, excavaciones, sobrecargas, actividad de maquinaria, etcétera).

2.2. EL PROCESO DE EROSIÓN Y SEDIMENTACIÓN.

2.2.1. La erosión

El suelo es un recurso no renovable que se forma a partir de un sustrato inerte constituido por una litología determinada y como consecuencia de la acción del clima y de la biocenosis. El proceso natural de formación del suelo acompaña a las etapas o estadios sucesionales para el establecimiento del ecosistema, dentro del cual se mantiene en equilibrio. Si se destruye, existen procesos que lo vuelven a formar pero su capacidad de recuperación es muy lenta, muchísimo más que la necesaria para su alteración y erosión.

Se denomina erosión a la pérdida de los horizontes superficiales del suelo por la acción del agua o del viento, es el factor más importante de cara a la degradación de los suelos, afecta tanto a la degradación física por la eliminación de suelo como química (lavado de nutrientes). Este proceso no se presenta de forma brusca sino gradual, desde el más evolucionado o climático hasta una fase de deterioro que puede llegar a ser la desertificación.

La erosión es parte muy importante del proceso de degradación del suelo al suponer una merma sensible en la capacidad del suelo para desarrollar entre otras las funciones siguientes: medio para el desarrollo de las plantas, regulador del régimen hídrico de las unidades hidrológicas y poseer la capacidad de filtro ambiental. Se tiene por tanto muy en cuenta cuando se analiza el carácter de la restauración vegetal del los áreas degradadas pues limita y condiciona las actuaciones.

Las causas por las que se desencadenan los fenómenos erosivos están directamente relacionadas con los usos del suelo y las actividades que ellos implican, afectando de un modo a las propiedades físicas, química y biológicas.

2.3. DEGRADACIÓN Y CONTAMINACIÓN DEL SUELO

El suelo es un indicador ambiental y refleja de una manera clara cómo actúan el resto de las variables que sirven para caracterizar un territorio, siendo un componente esencial de los ecosistemas terrestres. Sus cualidades se forman a partir de la acción del material de origen, clima, vegetación, topografía y tiempo.

El sustrato edáfico (el suelo) es considerado el tercer componente ambiental, junto con el aire y el agua, y es capaz de soportar diversas formas de vida. Se comporta como un filtro a través del cual se producen y regulan los flujos de energía y materia. Por tanto, es susceptible de degradarse y contaminarse debido a actividades humanas inadecuadas y no cumplir algunas de las funciones que le son propias.

La degradación del suelo se define como la reducción o pérdida de la producción biológica, económica y de diversidad del suelo y de los ecosistemas bajo diferentes climas, causada por los sistemas de uso de la tierra incluida también las actividades humanas.

El suelo es un elemento receptor de impactos debido a la ocupación de suelo por construcciones o infraestructuras, a la sobreexplotación del suelo por las actividades y a la adición de contaminantes. La adición de contaminantes en cantidades superiores a las que el suelo puede asimilar produce efectos directos e indirectos que suponen una modificación de la capacidad de uso primario del suelo. Los elementos contaminantes tienen su origen en: vertederos, contaminación atmosférica, aguas contaminadas, fertilizantes y pesticidas, arrastres desde vías de comunicación y arrastres por agua de riego. La tabla siguiente resume perfectamente los problemas a los que se enfrenta la restauración ambiental respecto a las contaminación y situación de los sustratos. Indica también las posibles soluciones a considerar para una recuperación de las cualidades del suelo:

Categoría		Problema	Tratamiento inmediato	Tratamiento a largo plazo
Estructura física del suelo	Estructura	Demasiado compactado	Escarificado/subsolado	Revegetación
		Demasiado suelto	Compactación o cubierta de material fino	Revegetación
	Estabilidad	Inestable	Estabilizante/mulch	Explanación del terreno/revegetación
	Humedad	Demasiado húmedo	Drenaje	Drenaje
		Demasiado seco	Mulch orgánico	Revegetación
Nutrientes del suelo	Macronutrientes	Déficit en nitrógeno	Fertilizante	Plantación de leguminosas
		Déficit en otros nutrientes	Fertilizante+enmienda caliza	Fertilizante+enmienda caliza
	Micronutrientes		Fertilizante	
Toxicidad del suelo	pH	Demasiado alto	Aporte pírítico/materia orgánica	Laboreo
		Demasiado bajo	Enmienda caliza/lixiviado	Enmienda orgánica/Laboreo
	Metales pesados	Concentración elevada	Mulch orgánico/cultivos tolerantes a los metales	Cubrición con material inerte/cultivos tolerantes a los metales
	Salinidad	Elevada	Laboreo o riego	Especies tolerantes o cultivos
Plantas y animales	Plantas silvestres	Ausentes/colonización lenta	Recolecta de semillas y siembra/Dispersión de semillas o plantas en el suelo	Asegurar las condiciones apropiadas
	Plantas cultivadas	Ausentes	Siembra/hidrosiembra	Cuidados culturales apropiados y asegurar el hábitat adecuado
	Animales	Ausentes/colonización lenta	Introducción de especies	

La **contaminación antrópica**. Se suele definir como espacio contaminado al espacio superficial o profundo, limitado en su extensión, donde se encuentran presentes sustancias nocivas y compuestos peligrosos de origen antropogénico que originan una alteración en la funcionalidad del suelo y aguas subterráneas y/o superficiales próximas al terreno.

- Ley 1/2005
- Catálogo de emplazamientos potencialmente contaminados
- Acreditación de empresas para realizar estudios de la calidad del suelo, y los posibles tratamientos de descontaminación, saneamiento, confinamiento, o remediación.

3. INGENIERÍA DE LA RESTAURACIÓN AMBIENTAL

La restauración ambiental de zonas degradadas supone afrontar en primer lugar la solución a los problemas que inducen los riesgos y procesos sobre el terreno. No solo se ha de buscar los objetivos de la restauración ecológica y estética de las áreas degradadas, que tiene mucho que ver con la geomorfología y vegetación incorporada, si no que hay que dar solución a los problemas estructurales de las laderas o taludes, por seguridad y como defensa de las obras públicas (aspectos funcionales de las obras ejecutadas).

La ingeniería de la restauración ambiental da respuesta a estos hechos o criterios a través de las medidas estructurales de estabilización del talud y las medidas o técnicas de la revegetación del talud. Las partes que tratan este tipo de acciones a llevar a cabo, se resumen de un modo general en la relación de la tabla siguiente. Los proyectos de la restauración ambiental deberían cubrir estos aspectos para cada uno de los elementos que conforman el área degradada.

Medidas estructurales para la estabilización de los taludes:

- ***Medidas estructurales de corrección de la inestabilidad:*** correcciones por la modificación de la geometría del talud; la incorporación de bermas intermedias; estabilidad del talud.
- ***Medidas para la corrección del drenaje de los taludes:*** la extracción del agua del interior del talud y la interceptación del agua superficial antes de que invada el talud.
- ***Medidas de corrección por elementos resistentes:*** muros de escollera; muros de gaviones, etcétera.
- ***Medidas estructurales de corrección superficiales:*** medidas activas de estabilización como mallas y redes; colocación de anclajes y bulones, hormigón proyectado (gunitado), etcétera; medidas activas de tratamiento del terreno: tratamientos químicos; tratamientos eléctricos y tratamientos térmicos, etcétera.

Métodos de la implantación vegetal: plantaciones y siembras.

- ***Tratamiento de la vegetación existente en el área degradada.***
- ***Preparación del suelo.*** La preparación del terreno para mejorar las condiciones edáficas del suelo donde se va a plantar y de este modo asegurar el éxito de la misma.
- ***Medidas de la implantación vegetal: la revegetación.*** Alternativas a la implantación vegetal: Plantación. Elección de las especies. Medidas de protección de las plantas y mejora de su establecimiento: cuidados culturales de la revegetación: cerramientos; tubos cinéticos y tubos invernadero; reposición de marras; mantenimiento del suelo; Control de la calidad de la planta y la semilla; riegos; fertilización, cuidados culturales del suelo, etcétera.
- ***Métodos de la implantación vegetal: siembras e hidrosiembras:*** Los métodos de siembras; preparación de la superficie a hidrosemar; remodelado del talud; Mejoras edáficas (enmienda, fertilización). Materiales que se utilizan en la hidrosiembra: Mezcla de semillas; Especies vegetales principales a utilizar en la hidrosiembra. Fijadores o estabilizantes; fertilizantes; protectores de acolchado (mulch); Coadyuvantes biológicos, aditivos. Maquinaria para la hidrosiembra; limitaciones para la hidrosiembra; ejecución de la hidrosiembra; época de la siembra, etcétera.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

BRADSHAW, A.D., 1987. *The reclamation of derelict land and the ecology of ecosystems*. Cambridge University Press.

CÁTEDRA DE PLANIFICACIÓN Y PROYECTOS, 1980a. *Tratamiento Funcional y Paisajístico de Taludes Artificiales*. Cat. Plan. y Proyectos. ETSI de Montes (UPM). Madrid.

GENERALITAT DE CATALUNYA, 1987. *Recomendacions Tècniques per a la Restauració i Condicionament dels Espais Afectats per Activitats Extractives*. Departament de Política Territorial y Obres Públiques; Generalitat de Catalunya. Barcelona.

ITGE, 1996. *Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería*. Instituto Tecnológico Geominero de España. Madrid.

GÓMEZ OREA, D., 2004. *Recuperación de espacios degradados*. Mundi-Prensa. Madrid.

RAMOS, A. (Coord.), 1987. *Diccionario de la Naturaleza. Hombre, Ecología y Paisaje*. Espasa-Calpe. Madrid.

BRADSHAW, A.D., 1987. *The reclamation of derelict land and the ecology of ecosystems*. Cambridge University Press.

EWEIS, J., ET AL., 1999. *Principios de Biorrecuperación*. Mc Graw Hill. New York.
GINER GONZALEZ, J.F., 2001. *Degradación del suelo por problemas de salinidad*. Curso de Conservación y Degradación de Suelos. Editorial de la UPV: Valencia, 2001.

REY BENAYAS, J.M. ET AL., 2003. *Restauración de ecosistemas mediterráneos*. Universidad de Alcalá. Alcalá de Henares.

RODRÍGUEZ MAROTO, J.M., *Recuperación de suelos contaminados*. Málaga