

Avances de la Ingeniería Biológica en el ámbito mediterráneo



Giuliano Sauli

Presidente AIPIN
saulidomio@libero.it

Dr. Naturalista. Socio fundador y Presidente de la Associazione Italiana Per la Ingegneria Naturalistica (A.I.P.I.N.) [Asociación Italiana de Ingeniería Biológica] desde 1990. Se ocupa de Diseño Medioambiental: Ingeniería biológica, intervenciones de renaturalización, valoración del impacto ambiental, obras de mitigación, gestión y conservación de los hábitat y de la fauna salvaje, parques naturales, planificación medioambiental, investigación.

Es autor de más de 120 publicaciones, libros y memorias presentadas en Congresos sobre temas de diseño medioambiental y de Directrices sobre el tema de las Obras de mitigación de las infraestructuras.

Coautor de los "Manuales de ingeniería biológica" Vol. 1, 2 y 3 de la Región de Lacio (2002 - 2006) y del "Manual de dirección de las decisiones proyectuales para intervenciones de defensa del suelo con técnicas de ingeniería biológica" y de las "Directrices para pliegos de condiciones especiales de Ingeniería Biológica" PODIS - Ministerio de Medio Ambiente (2006)

Introducción

La aplicación de técnicas de Ingeniería Biológica y la caracterización del uso de los materiales en las regiones meridionales de Italia debe tener en cuenta algunas consideraciones.

Basándose en el principio general de que hay que favorecer el empleo de especies autóctonas de procedencia local, surgen importantes problemas a la hora de encontrar en el mercado las especies arbustivas, subfruticasas y herbáceas de la zona mediterránea. De hecho, desde hace tan sólo poco tiempo algunas empresas de viveros de plantas empiezan a producir arbustos propios del ambiente mediterráneo (lentisco, mirto, filirea, etc.), mientras que para las grandes intervenciones dicha producción hay que programarla por lo menos con un año de antelación. Las especies menos conocidas de la garriga mediterránea (*Calycotome villosa*, *Cistus* sp.pl., *Daphne* sp., etc.) o de ambientes especiales, tales como las áreas de bad lands y las zonas costeras de dunas (*Lygeum spartum*, *Atriplex halymus*, *Ammophyla arenaria*, etc.), en general no se encuentran.

Puede suceder que las empresas de viveros de plantas suministren sin mala intención especies diferentes a las que se les han solicitado (por ejemplo, *Phyllirea angustifolia* en lugar de *P. latifolia* si en el proyecto o en el pedido se ha escrito Filirea sin especificar la especie). O sino, que la solicitud de *Ammophyla arenaria*, conocida gramínea empleada para estabilizar las dunas costeras, lleve a la importación de dicha especie de viveros franceses o alemanes en donde se está empleando desde hace muchas décadas, pero la de genotipo tetraploide, mientras que la especie italiana es diploide (aunque de igual fenotipo), creando un gran problema de contaminación genética. O incluso que se importen de viveros franceses de la Costa Azul arbustos mediterráneos micorrizados, notoriamente mucho más resistentes a los trasplantes respecto a los no micorrizados, creando aquí también posibles contaminaciones genéticas con especies de procedencia no local.

En esta fase inicial de organización del mercado de viveros de plantas, que está destinado a crecer a causa de la demanda cada vez más frecuente para intervenciones de Ingeniería Biológica en restauración de Infraestructuras de tipo lineal y en el territorio en general, son válidas algunas prácticas que dan buenos resultados:

- Escribir con exactitud en los proyectos, pliegos de condiciones y pedidos durante la fase ejecutiva los nombres latinos completos de las especies;
- Solicitar el certificado de origen de la semilla o del material de propagación empleado;
- Acordar por adelantado con las empresas de viveros de plantas y de trabajos agrícolas la producción de las plantas y señalar las localidades de toma del material de propagación;
- Recurrir cuando sea posible al trasplante de especies silvestres poco conocidas que estén disponibles en el lugar;
- Puntualizar que no se aceptarán plantas exóticas o de procedencia extranjera, aunque sean de la misma especie a las que se han pedido;

- Verificar la calidad y cantidad recibida;
- Recurrir al empleo de especies de posible reproducción por esquejes leñosos que consientan trabajar en ambiente mediterráneo.

Hay que tener en cuenta el principio (en palabras de Schiechtl) según el cual cuanto menor sea la velocidad de crecimiento de las plantas (por ejemplo, por problemas de aridez), mayor deberá ser la duración de los materiales de soporte en las técnicas combinadas (por ejemplo, uso de estructuras de red metálica, en lugar de troncos, cuando sea imposible usar plantas de rápido crecimiento y reproducción por esquejes leñosos, tales como los sauces).

Experimentación y aplicaciones con técnicas de ingeniería biológica (I.B.) en el ámbito estenomediterráneo

Campo Pisano (Cagliari - Cerdeña)

Entre 1994-1996, en la Mina de aluminio y zinc de Campo Pisano, se llevó a cabo un experimento de estabilización de un talud de 35° expuesto al Sur del vertedero de residuos inertes (Foto 1). Se aplicaron varias técnicas de I.B. en muestras de partículas.

- Uso de mantas orgánicas de paja;
- Aplicación de tierra vegetal;
- Uso de mantas orgánicas de yute;
- Uso de fieltro orgánico y red de alambre fino y malla ancha;
- Uso de técnicas estabilizadoras, tales como los lechos de ramaje, las fajinas y los trenzados de mimbre, empleando ramaje verde de taray (Foto 2);
- Plantación de arbustos y gramíneas autóctonas.

La vegetación complementaria preveía el uso de especies autóctonas suministradas por un vivero local de plantas (Fig. 1).

El agua, factor condicionante por excelencia en estas situaciones de fuerte aridez y pendiente notable de los taludes, se suministró sólo en la mitad superior de los vertientes y únicamente en el primer período de vegetación, por lo que inicialmente el arraigo y el crecimiento fueron mejores en dicha superficie. Asimismo, se efectuaron siembras, que no dieron buenos resultados, aunque sirvieron como cobertura preparatoria con función de cubierta humidificadora.

Después de 8-9 años se han obtenido los siguientes resultados:

- Los mejores resultados de crecimiento se obtuvieron usando arbustos autóctonos de garriga mediterránea;
- Buena la combinación de arbustos / lechos y fajinas vivas de tamarices (*Tamarix gallica*), incluso sin irrigación;
- Malo el uso de las siembras, incluso combinadas con las esteras. Con el paso del tiempo, en estas superficies se han instaurado especies cosmopolitas, anulando la eficacia de aceleración de la sucesión vegetal natural.

Parque de Le Cinque Terre (Liguria)

El proyecto de rehabilitación ambiental del parque de Le Cinque Terre (Foto 3) comenzó con un estudio para determinar las especies florísticas que emplear en las intervenciones de Ingeniería Biológica.



Foto 1:
Talud del vertedero
con intervenciones
muestra

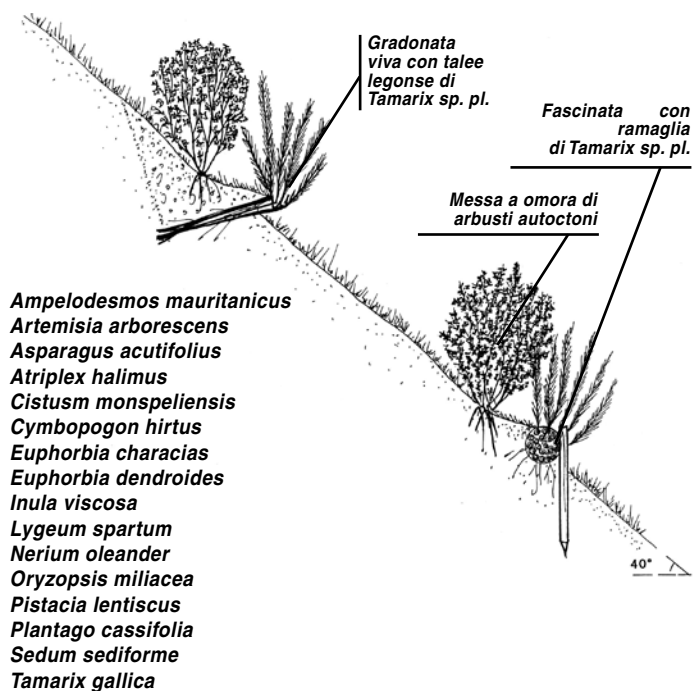


Fig. 1: Lista de las especies usadas en la intervención

Foto 2: Detalle de los lechos de ramaje

De hecho, la regeneración ambiental debe basarse en un conocimiento profundo de las características ambientales de la zona de intervención para poder proponer tipos de vegetación que sean coherentes con el territorio y afines con los estadios de la vegetación autóctona. En el caso de este parque, las condiciones ambientales iniciales presentaban en gran parte áreas erosionadas en laderas aterrazadas e irregularidad en desprendimientos detríticos con una completa alteración de las condiciones vegetales, morfológicas, pedológicas e hidráulicas. Se utilizaron implantes de fitocenosis no muy evolucionados, con características pioneras, pero capaces de iniciar el proceso de renaturalización hacia formas más complejas. Por lo tanto, fue indispensable conocer la vegetación real y potencial de la zona, así como la reconstrucción de la serie dinámica de la vegetación para definir los estadios pioneros más evolucionados, compatiblemente con las características ecológicas estacionales y con las características biotécnicas necesarias.

El estudio se caracterizó por el método de análisis basado en el método fitosociológico, a fin de definir los tipos vegetales para las intervenciones anti-erosivas, estabilizadoras y consolidadoras pertenecientes a las tipologías de la Ingeniería Biológica, sea para regenerar los muros de piedra seca, como para ordenar las zonas con desprendimientos de tierra que había en el parque.

Lista de especies herbáceas y subfructuosas potencialmente utilizables en las intervenciones:

- Helichrysum stoechas
- Centranthus ruber
- Thymus vulgaris
- Teucrium flavum
- Ruta angustifolia
- Inula viscosa
- Senecio cineraria

Lista de especies arbustivas potencialmente utilizables en las intervenciones:

- Euphorbia dendroides
- Rhamnus alaternus
- Erica arborea
- Pistacia lentiscus
- Spartium junceum
- Quercus ilex
- Asparagus acutifolius
- Calicotome spinosa
- Arbutus unedo
- Coronilla emerus
- Cytisus villosus
- Phillyrea latifolia
- Cistus cfr.salvifolius
- Cytisus scoparius
- Lonicera cfr.implexa
- Crataegus monogyna
- Rosa canina
- Myrtus communis



Foto 6: Enrejado vivo en construcción



Foto 7: Enrejado vivo después de algunos años



Foto 3: Panorama de los terrazamientos del parque

Foto 4: Revegetación

Foto 5: Enrejado vivo



Se usaron las siguientes técnicas:

- Revegetación (Foto 4)
- Enrejado vivo (Foto 5)

Los resultados de dicho experimento, de notable interés científico, han proporcionado una importante contribución para conocer las tipologías compatibles que son más idóneas para dichos ambientes.

Colle San Michele (Cagliari - Cerdeña)

En las laderas erosionadas de Colle San Michele, en amplias superficies de substratos litoides y detríticos de matriz calcárea y margosa, se han realizado a lo largo de los años plantaciones de especies arbóreas y arbustivas de estadios más o menos evolucionados de la vegetación mediterránea.

En un talud originado por un desmonte al construir una zona de estacionamiento en la carretera panorámica que atraviesa el parque, se ha instalado un lugar de trabajo experimental con intervenciones combinadas.

El talud rocoso presentaba una inclinación de alrededor de 55°-60°, exposición al suroeste, con notables problemas de erosión superficial debida a la naturaleza litoide calcáreo-margosa.

Se ha aplicado un tipo de intervención de enrejado vivo, realizando una estructura constituida por troncos de pino doméstico verticales y horizontales (Foto 6).

La técnica empleada ha presentado resultados notablemente interesantes; los fenómenos de erosión del talud y de desprendimiento han desaparecido completamente, mientras que la aportación de tierra vegetal ha favorecido el desarrollo de vegetación espontánea.

Todos los arbustos y las especies subfruticasas empleadas han tenido resultados satisfactorios, de forma especial el *Atriplex halimus*, *Lygeum spartum* y *Sedum sediforme*.

Incluso desde el punto de vista paisajístico, el resultado puede considerarse notable, dado que la zona es plenamente visible desde todo el centro habitado de Cagliari, y la evolución de la vegetación con el tiempo no podrá más que mejorar el efecto de cobertura verde de la zona destinada, entre otras cosas, a parque urbano (Foto 7).

Torrente Roccella (Palermo - Sicilia)

La intervención efectuada en el Torrente Roccella se remonta a 1990 (Foto 8). Se trataba de una riada de grava con fenómenos erosivos y de inundación de los cultivos adyacentes.

La solución proyectual consistió en volver a perfilar los márgenes y arreglar la pendiente del fondo del lecho, realizar un muro verde reforzado de doble tierra a base de geomallas de poliéster y geoesteras tridimensionales de nylon.

Durante la inspección in situ (2003, Foto 9) se observó que el cauce del torrente estaba completamente invadido por plantas herbáceas y arbustivas, y el lecho estaba excesivamente aluvionado por depósito



Foto 8: Intervención recién realizada



Foto 9: Torrente Roccella después de 13 años de la intervención



de transporte sólido que se había acumulado en 12 años después de finalizar las obras.

Los muros de doble tierra reforzada y los márgenes revestidos han dado un excelente resultado antierosivo y de consolidación, y no se han producido de nuevo las inundaciones de los cultivos en los ex terrenos inundables laterales.

Hay que tener en cuenta que las intervenciones anteriores se realizaron con revestimientos de hormigón.

Gaseoducto Bernalda-Bridisi (Pulla)

En lo que concierne a las tuberías enterradas, las principales alteraciones, en términos medioambientales, están relacionadas con la alteración permanente o temporal de superficies. El impacto está relacionado con las operaciones de enterramiento de las conducciones que prevén excavaciones y recubrimientos. Dichas franjas sirven para el tránsito de los medios utilizados en la zona de obras, para la soldadura de los tubos y la excavación de la trinchera. Su apertura puede producir considerables impactos visuales e incluso ambientales.

En el caso del Gaseoducto Bernalda-Bridisi, intervención realizada en invierno, la revegetación de la excavación consistió en trasplantar 2000 unidades de plantas silvestres y plantar 15.000 unidades de arbustos de vivero de la garriga mediterránea.

Para explantar los arbustos se utilizó el bobcat, que es capaz de levantar con un golpe de cuchara el arbusto y el cepellón (ecocelda), y llevarla al agujero que ha sido previamente excavado (Foto 10).

A esto le siguió el recalce hecho con tierra vegetal. Las plantas empleadas en esta revegetación fueron:

- | | |
|-------------------------|-----------|
| ■ Lentisco | ■ Encina |
| ■ Pino Alepo o carrasco | ■ Jaras |
| ■ Romero | ■ Mirto |
| ■ Filirea | ■ Madroño |

Los resultados obtenidos han sido más que satisfactorios (Foto 11).



Foto 10: Fase de trasplante de plantas silvestres

Foto 11: Panorámica una vez finalizada la intervención de revegetación