

mercados potenciales de **tecnologías** de **biorremediación** con *Vetiver*



mercados potenciales de **tecnologías** de **biorremediación** con *Vetiver*



CRÉDITOS

DIRECCIÓN DEL PROYECTO

Eduardo Lizarralde
Director de Conocimiento

Área de Investigación OPTI
Escuela de Organización Industrial

AUTOR

Louw Wildschut
Ingeniero Ambiental

© Fundación EOI, 2013

www.eoi.es

Madrid, 2013

Esta publicación ha contado con la cofinanciación del Fondo Social Europeo a través del Programa Operativo Plurirregional de Adaptabilidad y Empleo 2007-2013.

Proyecto enmarcado dentro de:



“Cuidamos el papel que utilizamos para imprimir este libro”

Fibras procedentes de bosques sostenibles certificados por el *Forest Stewardship Council* (FSC).

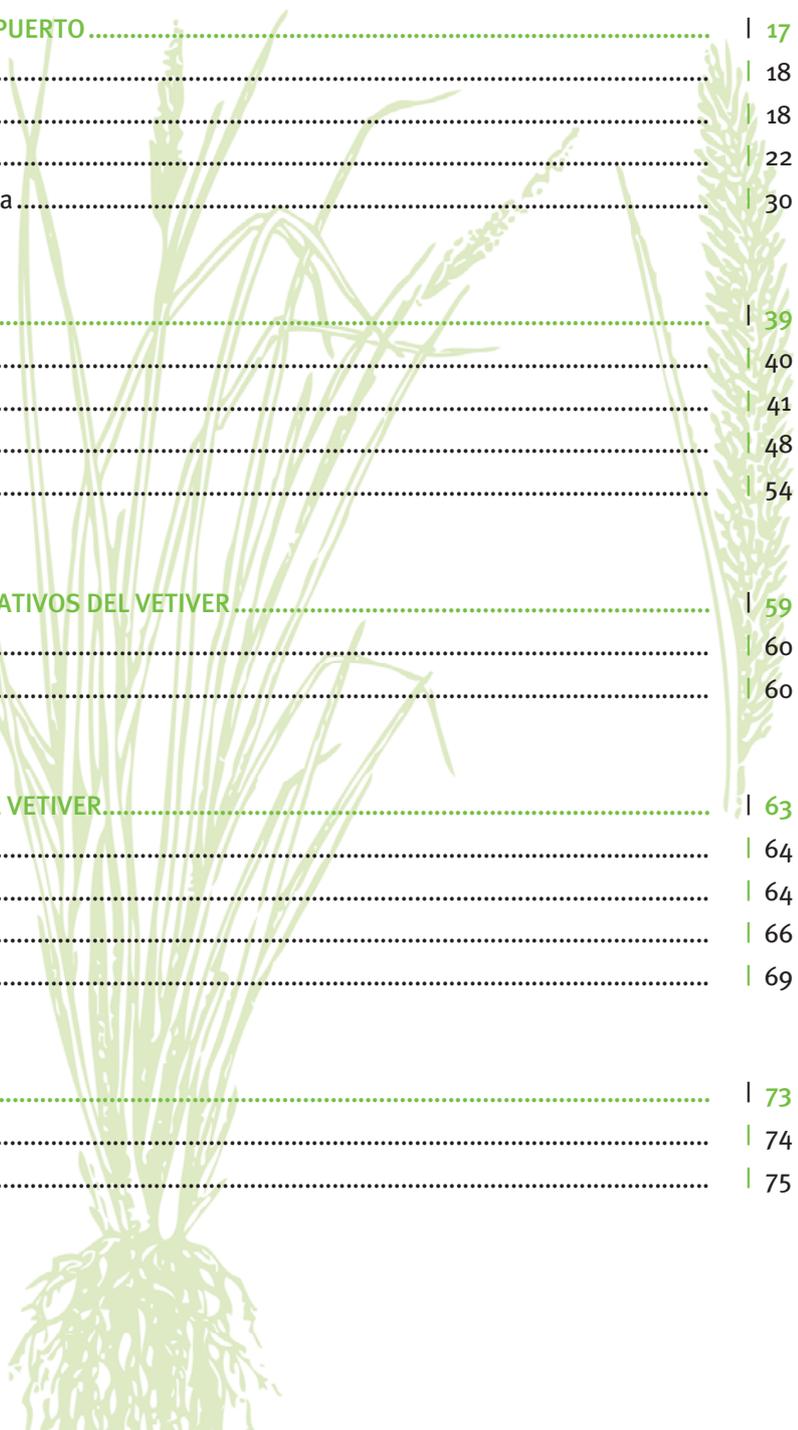


Esta publicación está bajo licencia *Creative Commons* Reconocimiento, NoComercial, Compartirigual, (by-nc-sa). Usted puede usar, copiar y difundir este documento o parte del mismo siempre y cuando se mencione su origen, no se use de forma comercial y no se modifique su licencia. Más información: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>



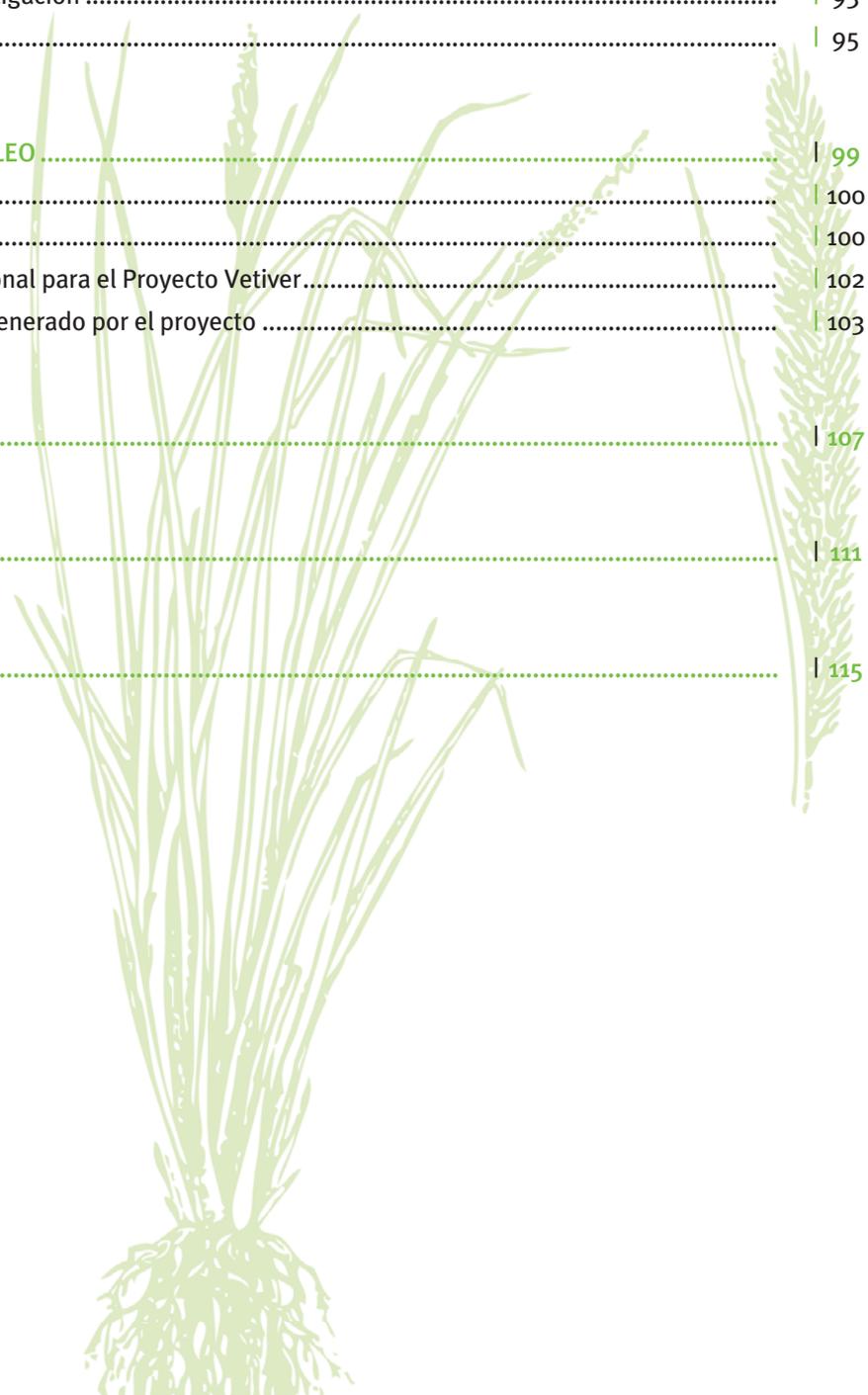
ÍNDICE

Capítulo 1		
INTRODUCCIÓN	5	
1. Introducción.....	6	
Capítulo 2		
VETIVER (CHRYSOPOGON ZIZANIODES)	7	
1. La planta Vetiver	8	
2. Cultivo	14	
Capítulo 3		
ENTORNO DE SAN JUAN DEL PUERTO	17	
1. Geografía	18	
2. Climatología	18	
3. Usos del suelo.....	22	
4. Estructura socio-económica.....	30	
Capítulo 4		
USOS DE VETIVER	39	
1. Introducción.....	40	
2. Usos en bioingeniería.....	41	
3. Biorremediación.....	48	
4. Uso agroindustrial.....	54	
Capítulo 5		
ASPECTOS POSITIVOS Y NEGATIVOS DEL VETIVER	59	
1. Ventajas.....	60	
2. Desventajas.....	60	
Capítulo 6		
POTENCIALES MERCADOS DE VETIVER	63	
1. Introducción.....	64	
2. Agricultura.....	64	
3. Industria	66	
4. Servicios ambientales	69	
Capítulo 7		
ANÁLISIS DAFO	73	
1. Factores Externos	74	
2. Factores Internos.....	75	





Capítulo 8	
ESTRATEGIA DE DESARROLLO	77
1. Principios	78
2. Estrategia	78
Capítulo 9	
PROGRAMACIÓN DE ACTUACIONES	81
1. Programa marco.....	82
2. Actuaciones	85
Capítulo 10	
ENTIDADES Y EMPRESAS VINCULADAS	89
1. Proyecto Vetiver.....	90
2. Entidades Públicas	91
3. Entidades de Investigación	93
4. Empresas Privadas	95
Capítulo 11	
GENERACIÓN DE EMPLEO	99
1. Introducción.....	100
2. Metodología	100
3. Necesidad de personal para el Proyecto Vetiver.....	102
4. Empleo potencial generado por el proyecto	103
Capítulo 12	
FINANCIACIÓN	107
Capítulo 13	
BIBLIOGRAFÍA	111
Anexo	
FICHAS DE PROYECTO	115





INTRODUCCIÓN





1. Introducción

Con el objetivo de fomentar el empleo y el desarrollo del tejido productivo en la provincia de Huelva, y más concretamente en el municipio de San Juan del Puerto, EOI Escuela de Organización Industrial y el Ayuntamiento de San Juan del Puerto han impulsado una serie de estudios cofinanciados por el Fondo Social Europeo, el propio Ayuntamiento y el Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Estos estudios se enmarcan dentro del Plan Acción Empleo que promueve el Ayuntamiento de San Juan del Puerto y que pretende potenciar la creación de empleo en base al aprovechamiento de los recursos disponibles a nivel local y provincial, el desarrollo sostenible y la regeneración de espacios naturales.

Una de estas oportunidades para fomentar el empleo las ofrece la Vetiver (*Cyperus zizanioides*), un herbáceo estéril, no invasivo y muy resistente, originaria de la India. Vetiver ha sido empleado históricamente para la separación de parcelas y para el control de erosión. Aunque se trata de una especie tropical, es muy tolerante a las bajas temperaturas, como lo es en general a condiciones extremas como la sequía, la inundación/sumersión o el calor. Por sus particular desarrollo (sistema radicular denso, follaje compacto y crecimiento no-invasivo), la Vetiver está consiguiendo una gran aceptación en aplicaciones de bioingeniería para retener y fijar el suelo o reducir el impacto de inundaciones.

También se está experimentando con Vetiver para su uso en fitodepuración de aguas, utilizando su sistema radicular como filtro y como soporte para microorganismos. Otra aplicación reciente es para la biorremediación de suelos contaminados. Se ha demostrado la gran tolerancia de Vetiver a condiciones de suelo extremos de pH, sales o incluso metales pesados. Por ello, se está empleando en la recuperación de terrenos contaminados, como pueden ser pozos mineros o sus escombreras.

Se cultiva Vetiver para cosechar su raíz y extraer el Vetiverol, un aceite aromático y medicinal, ampliamente usado en aromaterapia y como base en perfumes y lociones. De forma artesanal también se aprovecha el follaje como forraje de animales, para producir artesanías e incluso como sustituto de paja para la fabricación de ladrillos.

Desde San Juan del Puerto se pretende fomentar los aprovechamientos del Vetiver, empezando con la creación de un vivero de reproducción y siguiendo con el desarrollo de iniciativas empresariales basadas en sus usos y aprovechamientos. En este estudio se analizan las utilidades y usos del Vetiver, siempre dentro del contexto de su potencial aplicación en la provincia de Huelva, se evalúa el potencial mercado para las diversas aplicaciones del Vetiver y traza la hoja de ruta para el despliegue ordenado de las iniciativas empresariales vinculadas al cultivo de Vetiver.

2

**VETIVER
(CHRYSOPOGON ZIZANIOIDES)**



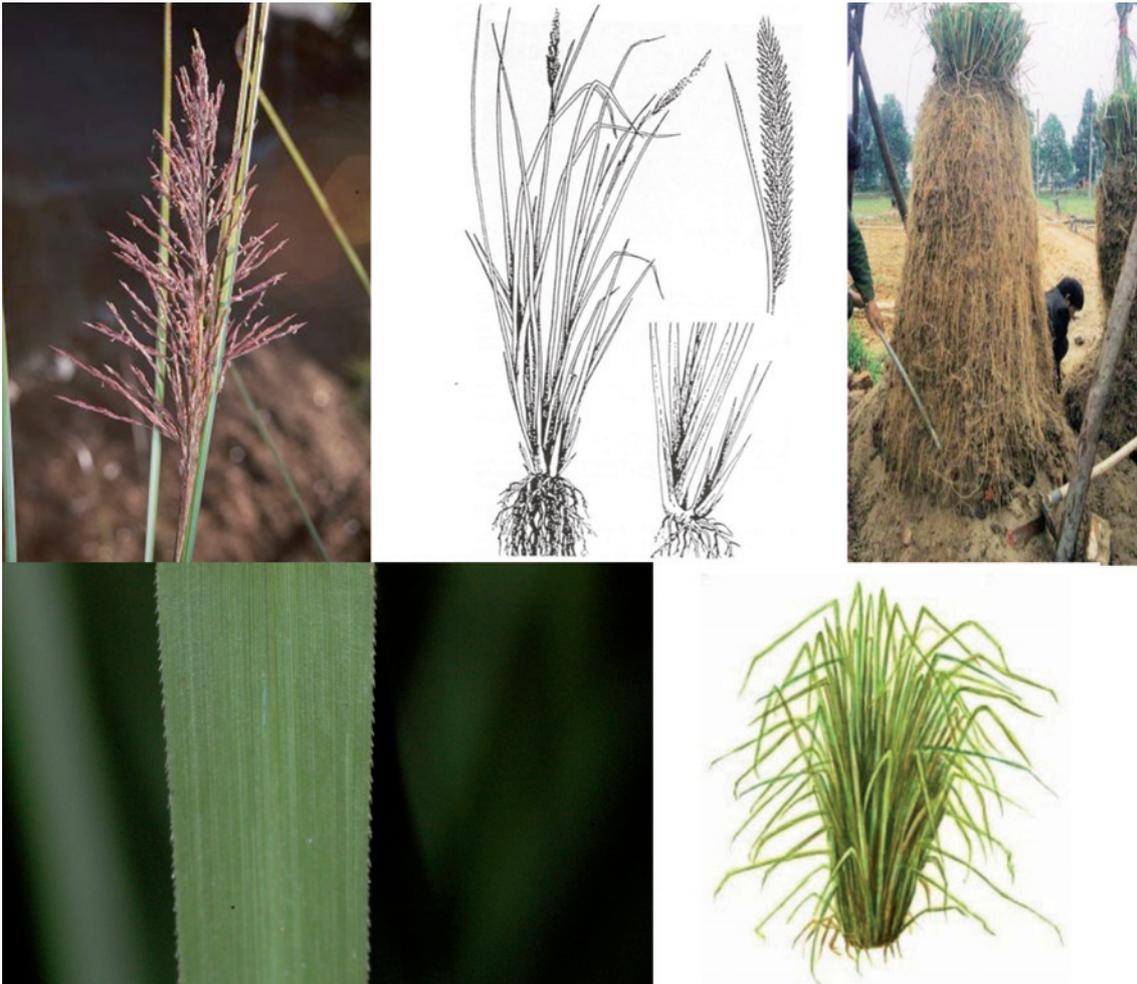


I. La planta Vetiver

I.I. Descripción

La vetiveria (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty, antes clasificada como *Vetiveria zizanioides*, (L.) Nash) es una planta herbácea, gramínea, perenne, sin tallo aparente.

Taxonómicamente el género *Crysopogon* pertenece a la subfamilia Andropogoneae de la familia Poaceae.



Tiene hojas largas, rígidas y sencillas, de 0,3 m-1 m de largo y de 4-10 mm de ancho, glabras, sin aristas, muy resistentes y de bordes ásperos. La planta puede alcanzar los 2 m de altura. Las inflorescencias, prácticamente estériles, son de 0,15-0,4 m de largo. El sistema radicular tiene un fuerte desarrollo vertical, pero se extiende solo unos 0,5 m alrededor de la planta. Son raíces muy fuertes, rígidas, muy largas, verticales y de grosor uniforme, similares a alambres que forman una masa esponjosa, y muy ramificada. Las raíces pueden alcanzar las 4 m de profundidad, siendo 2 m-3 m común. Las rizomas son muy cortas y no invasivas. No desarrolla estolones.

Fisiológicamente, la Vetiver se caracteriza por la biosíntesis por la vía C₄, indicando su adaptación a condiciones de elevadas temperaturas diurnas y altos niveles de radiación solar.



1.2. Especies y variedades

Se conocen 12 especies de vetiver. La única especie que se distribuye mundialmente, son cultivares estériles de la *Chrysopogon zizanioides*. El origen de estos cultivares es el sur de la India.

Los principales cultivares estériles de desarrollo rápidos son: Vallonia (Sudafrica), Monto (Australia), Sunshine (Estados Unidos) y Guiyang (China). Estos cultivares son genéticamente idénticos, por lo que pueden considerarse nombres comerciales o nombres que indican su procedencia.

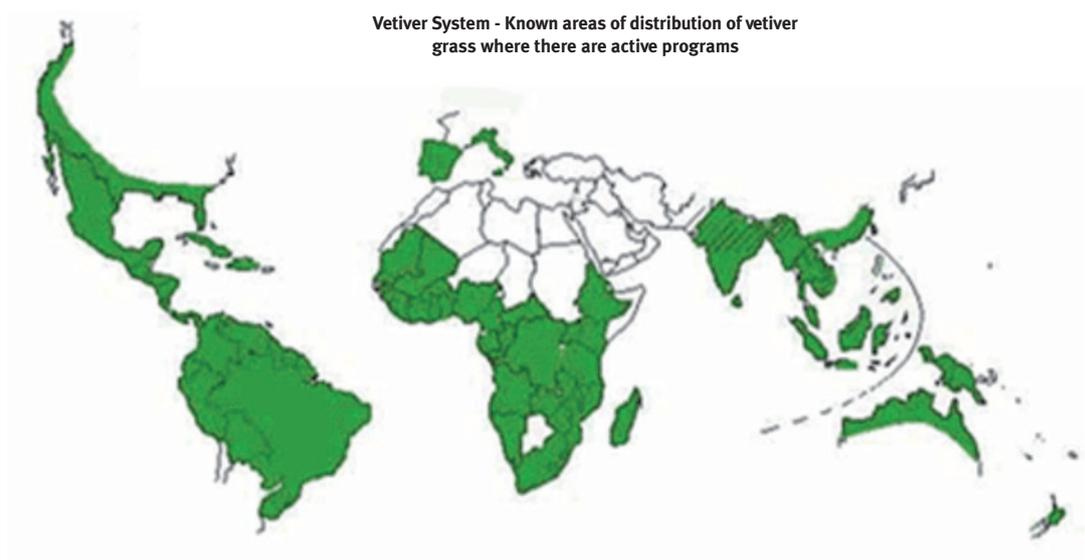
1.3. Habitat

Vetiver es originaria de zonas pantanosas de la India. Como tal, es hidrófita, aunque una vez establecida aguanta bien en condiciones xerófitas. Con una distribución pluviométrica uniforme crece sin necesidad de riego a partir de 300 mm, con un óptimo a partir de 700 mm. En climas mediterráneos, requerirá el apoyo de riego hasta que el sistema radicular se encuentra plenamente establecido.

Su zona de distribución conocida es el trópico, subtropico y zonas con clima mediterránea (ver gráfico 1). En el trópico y subtropico crece mejor por debajo de los 2.000 m aunque es la temperatura la que marca el límite de distribución, tanto en latitud, como en altitud.

Vetiver prefiere suelos profundos y arenosos, pero se adapta a todo tipo de suelos, incluso poco profundos, pedregosos o rocosos. Sus raíces se desarrollan verticalmente, pudiendo llegar hasta los 4 m de profundidad, o hasta el nivel freático. Por la profundidad de las raíces es que aguanta bien las épocas de sequía.

 **GRÁFICO 1**
Distribución de Vetiver



Fuente: www.vetiver.org



No tiene especiales requisitos de abono. Agradece el abonado, tanto orgánico como químico en la fase de implantación, facilitando su rápido desarrollo. Una vez establecido el cultivo, no requiere abonado. En parte es por la fuerte asociación micorrízica en las raíces, lo que facilita a la planta el acceso a los nutrientes del suelo.

Vetiver tiene altos requerimientos de luz solar. Debe de cultivarse a pleno sol. A la sombra (superior a un 40%) crece más despacio o muere y es difícil de establecer. Las plantas se recuperan rápidamente cuando se elimina la sombra.

Siendo una planta de origen tropical, se desarrolla óptimamente a temperaturas de 20–30°C, aunque tolera temperaturas aéreas de –15°C a +40°C. Por debajo de 10-15°C deja de crecer. Aguanta periodos cortos (días) de temperaturas bajo cero, siempre que el suelo no llega a congelarse. Aunque la parte aérea muera por efectos de las heladas, mientras que las rizomas no se congelen, es decir mientras el suelo no se congele, la planta se recuperará rápidamente.

1.4. Características

Vetiver es un pasto de crecimiento rápido. Una vez plantado, puede desarrollar en 6 meses una planta de 2 m de altura y con raíces de 1 m de largo que llegan a la madurez a los 18-24 meses con raíces de hasta 4 m. La planta tiene una longevidad alta, de más de 50 años.

En cultivo, las plantas o barreras de vetiver ocupan muy poco espacio y no compiten con otras plantas. Las raíces se desarrollan verticalmente y se extienden sólo unos 0,5 m alrededor de la planta. Sólo en casos de aguda sequía puede haber problemas de competencia, pero sólo con plantas de raíces pequeñas que estén plantadas a menos de 0,70 m del vetiver. Además las raíces del vetiver, gracias a la acción de micorrizas con las que están asociadas incrementa de forma significativa el aporte de nitrógeno al suelo.

Vetiver crece, formando matas o macollas muy densas que van engordando y creciendo sin ser invasivas. A la vez desarrolla un sistema radicular poderoso, profundo y muy resistente por lo que tanto la parte aérea como subterránea crea una barrera eficaz.



GRÁFICO 2

Barrera de Vetiver



Fuente: www.vetiver.org

La estructura radicular está formada por una masa de raíces finas que tienen una fuerza de tensión de 40-180 MPa, con una media de 75 MPa para raíces de 0,7-0,8 mm de diámetro. Este valor es similar al del Nylon y más del doble de lo que soportan las raíces de la mayoría de las plantas y árboles.

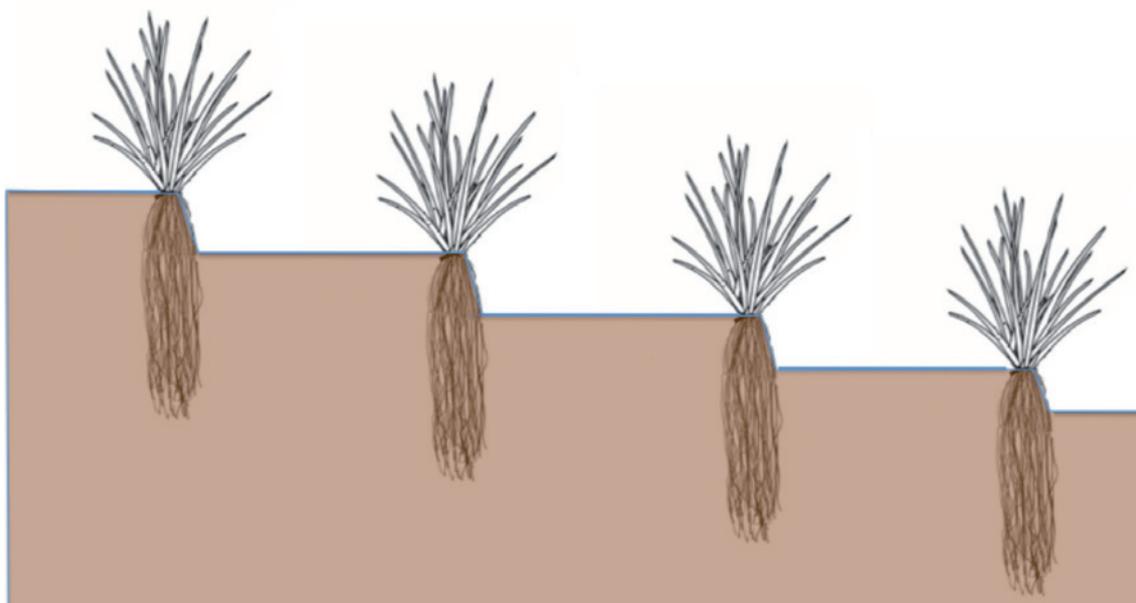
Asimismo, la masa de raíces incrementa la resistencia al corte del suelo. A 0,5 m de la barrera, la resistencia incrementa en un 90% a 0,25 m, 39% a 0,5 m y 12,5% a 1 m de profundidad. Debido a la elevada fuerza de tensión de las raíces, la resistencia al corte es el doble (6-10 kPa/kg de raíz) que en el caso raíces de árboles.

Una importante característica es que vetiver crece desde la base del tallo, ubicado bajo tierra. La protección del suelo la hace muy resistente a posibles daños provocados por heladas o incendios, permitiendo una rápida recuperación cuando la parte aérea ha quedado afectada.

Asimismo, la planta es resistente al aterramiento, ya que puede desarrollar nuevas raíces desde yemas situadas en el tallo. Esta característica hace que Vetiver sea ampliamente utilizado para crear y mantener terrazas en tierras inclinadas.



GRÁFICO 3
Vetiver funcionando para retención de sedimentos



Fuente: Elaboración propia.

Generalmente, vetiver resiste bien las plagas y enfermedades. Solo es susceptible a enfermedades cuando es débil y no crece bien, principalmente en suelo no muy profundo en asociación con condiciones de sequía extrema. Bajo estas condiciones hasta ataques de hongo en la raíz pueden suceder.

Puesto en producción, vetiver puede dar un rendimiento de hasta 100 t/ (ha.año) en condiciones favorables de humedad, suelo, fertilización, temperatura y luz. En situaciones más marginales producirá entre 10 y 25 t/ (ha.año).

Las raíces contienen aceites aromáticos (sesquiterpenos) muy valorados en la industria del perfume. La raíz seca tiene aprox. 1-1,5% de aceite. El cultivo de Vetiver para la producción de aceite aromático se realiza en un ciclo bianual ya que solo a partir de los 15 meses se obtiene un rendimiento y calidad de aceite suficiente para su explotación. El rendimiento suele ser de 3-5 toneladas de raíz seca por hectárea.

1.5. Tolerancia

Vetiver tiene una gran tolerancia en cuanto a las propiedades químicas del suelo. Permite un amplio rango de pH, de 3-11 y tiene una elevada tolerancia a la sodicidad y sulfatos e incluso elevadas concentraciones de Al, Mn, y metales pesados como As, Cd, Cr, Ni, Pb, Hg, Se y Zn en el suelo y en el agua. Debido a ello, Vetiver puede ser plantado en prácticamente cualquier tipo de suelo y admite para el riego hasta aguas residuales o salobres.

El Vetiver tiene un umbral de salinidad de 8 dS/m, un valor que ya se considera muy salino y que dificulta el crecimiento de la mayoría de las plantas. Como referencia puede indicarse que un suelo se considera



salino cuando la salinidad supera los 4 dS/m. Se ha observado una reducción en el crecimiento de Vetiver del 10% con 10 dS/m y un 50% con 20 dS/m (Lit. 12).

Con niveles adecuados de nutrientes, crece en suelos sódicos con 30-45% del CIC de Na intercambiable.

Es altamente tolerante al aluminio, creciendo en suelos con pH 3 y niveles saturación de aluminio de hasta 70-80% del CIC. Como referencia, la mayoría de las plantas no resisten valores mayores de 30%. Asimismo tolera elevadas concentraciones de manganeso. Se reportan valores de más de 500 mg Mn/kg que no afectaron el crecimiento de Vetiver. Esta característica hace que Vetiver sea indicado para el control de erosión en suelos sulfatados ácidos.

Vetiver es muy tolerante a elevadas concentraciones de metales pesados en el suelo. Aunque se absorben en la planta, el As, Cd, Cr y Hg es retenido en las raíces. Solo una menor fracción (1-5%) pasa a la parte vegetal. En el caso de Cu, Pb, Ni, Sn y Zn, la incorporación de los metales a la parte vegetativa es mayor.

TABLA 1
Comportamiento de Vetiver en suelos con elevadas concentraciones de metales pesados

Metal pesado	Umbral en el suelo (mg/kg) disponible	Umbral en la planta (mg/kg)	Distribución Vástago / Raíz (%)
Arsénico (As)	100-250	21-72	
Cadmio (Cd)	20-60	45-48	1-5 / 99-95
Cromo (Cr)	200-600	5-18	
Mercurio (Hg)	> 6	> 0,12	
Cobre (Cu)	50-100	13-15	
Plomo (Pb)	> 1500	> 78	16-33 / 84-67
Níquel (Ni)	100	347	
Selenio (Sn)	> 74	> 11	
Zinc (Zn)	> 750	880	40 / 60

Fuente: Vetiver System Technical Manual.

1.6. Plagas

Vetiver es muy resistente a plagas. Solo es vulnerable en situaciones extremas, de estrés, cuando crece deficientemente por falta de agua o nutrientes. En su zona de origen puede ser atacado por algunos insectos u hongos, pero este riesgo es mucho menor en España donde estos organismos en particular no son endémicos.



2. Cultivo

2.1. Reproducción

Al no producir semilla viable la única forma de propagación posible es por vía vegetativa. La multiplicación del vetiver se realiza por división de la mata o por reproducción In Vitro.

La **división de mata** es el método más empleado. De cada tallo o plantón se pueden producir entre 25 y 50 nuevos tallos o brotes. Estos pueden plantarse en unos 6 meses, dependiendo siempre de las condiciones climáticas, riegos o precipitaciones y calidad del suelo.

La **reproducción In Vitro** o micropropagación utiliza fragmentos de plantas (nódulos, yemas y rizomas) que se cultivan en condiciones estériles sobre un medio de cultivo (agar). Es un proceso eficiente para producir rápidamente grandes cantidades de material, aunque también es más costoso.

2.2. Cultivo y plantación

La plántula requiere unos 3-6 meses de cultivo en vivero hasta que puede ser plantado. El cultivo previo a la plantación puede hacerse de dos maneras, dependiendo del destino de la planta.

En la mayoría de los casos se puede **cultivar en masa**, para luego recuperar la planta para su plantación a raíz desnuda. En tal caso debe de tomarse en cuenta que la planta requiere entre 1 y 3 meses para establecerse. Durante este tiempo no puede someterse a condiciones climatológicas extremas, especialmente la falta de humedad, por lo que las plantaciones deben de realizarse justo entrando el otoño o la primavera. En cualquier caso habrá que estar muy atentos al nivel de humedad y prever riegos frecuentes.

Si el destino del cultivo es un terreno no estable, por ejemplo taludes muy inclinados o zonas de elevada erosión, es esencial facilitar al máximo su rápida implantación en el terreno. En tal caso, se **cultiva la planta en bolsas plásticas** con sustrato y se planta en hoyos junto con el sustrato.

Vetiver se planta en barreras, separando cada planta 10-15cm. En el caso de plantación a raíz desnuda, se plantan 2-3 tallos por hoyo.

Deben de tomarse en cuenta los siguientes aspectos:

- En clima seco se requerirá riego diario durante el periodo de establecimiento (3-6 meses)
- Debe de preverse la reposición de plantas muertas hasta haberse establecido una barrera completa. La tasa de reposición depende en gran medida del cuidado que se tenga con el riego, salvo si la pérdida se produce por arrastre.
- Durante el establecimiento es importante controlar malas hierbas para evitar crear sombra y competencia por nutrientes y agua.
- Una vez establecido es importante realizar podas, cortando la hoja a 0,15-0,2 m. Ello estimula el desarrollo de nuevos brotes.



- Los brotes tiernos son apetecibles para herbívoros, por lo que puede ser necesario vallar el terreno plantado. Una vez establecido, ya no será necesario, dado que el tallo maduro es leñoso y poco apetecible.

2.3. Abono

El abono del Vetiver no es esencial en barreras establecidas, ya que la fuerte asociación con micorrizas facilita el acceso a nutrientes. Para la plantación, sin embargo es muy recomendable el abono, para facilitar el establecimiento rápido de la planta. Lo más indicado es el abono con estiércol u otro abono orgánico en una dosificación de 100 kg/100 m lineales, ya que este no solo aporta los nutrientes N,P y K esenciales, también mejora la retención de humedad.

Alternativamente se puede abonar con fertilizante químico en una dosificación de 10 kg/100 m lineales.

3

ENTORNO DE SAN JUAN DEL PUERTO





1. Geografía

La provincia de Huelva ocupa 10.148 km² y tiene un marcado perfil altimétrico Norte-Sur, con al norte la Sierra Morena con picos de más de 1.000 m bajando gradualmente a la llana zona costera. Linda en el Oeste con Portugal, al Norte con la provincia extremeña de Badajoz, al este con la provincia de Sevilla y al sur con el océano atlántico.

GRÁFICO 4
Mapa físico y de carreteras de la Provincia de Huelva



Fuente: *El Sector Agrario en la provincia de Huelva 2011-2012.*

San Juan del Puerto, con 45,3 km² es un municipio situado en el centro de la provincia de Huelva. Se sitúa junto a la Autovía A-49, en sentido Este-Oeste, a mitad de camino entre Sevilla y la frontera con Portugal y a escasos 10 km de Huelva. Además está en el cruce que conecta de Norte a Sur, el norte de la provincia y la provincia de Badajoz (CN-435) con la costa atlántica (A-494).

2. Climatología

El clima de la provincia de Huelva es de transición entre subtropical (variedad bética) y templado (mediterráneo). La influencia del océano atlántico hace que el régimen de temperaturas es suave, con inviernos poco fríos y veranos suaves. Huelva tiene más de 150 días despejados/año.



2.1. Temperaturas

GRÁFICO 5
Zonas climáticas de la Provincia de Huelva



Clasificación de Papadakis
(Invierno, Verano, Régimen térmico, Régimen de humedad)

- Mediterráneo Templado Fresco (Av, M, PA, ME)
- Mediterráneo Marítimo (Ci, O/M, MA, ME/Me)
- Mediterráneo Subtropical (Ci/Av, G/g, SU/Su, ME/Me)
- Mediterráneo Continental (Av, O, CO, ME)

Invierno		Verano	
Ci	Citrus	G	Gossypium (algodón) cálido
Av	Avena fresco	g	Gossypium menos cálido
Régimen térmico		O	Oryza (Arroz)
PA	Pampeano	M	Maíz
MA	Marítimo cálido	Régimen de Humedad	
SU	Subtropical cálido	ME	Mediterráneo húmedo
Su	Subtropical semicálido	Me	Mediterráneo seco
CO	Cálido		

Fuente: *El Sector Agrario en la provincia de Huelva 2011-2012*.

La provincia de Huelva cuenta con inviernos poco fríos, suaves, con temperaturas medias mensuales por encima de 5°C. Salvo en la Sierra y la parte alta del Andévalo, las noches con heladas no superan los 5/ meses y en cualquier caso las temperaturas mínimas extremas no bajan de -3°C. El record en Huelva data de 1938, cuando durante una noche se llegó a -5,8°C.

Los meses de verano son cálidos, alcanzándose temperaturas medias de 25°C, aunque en julio y agosto se pueden superar en ocasiones los 40°C.

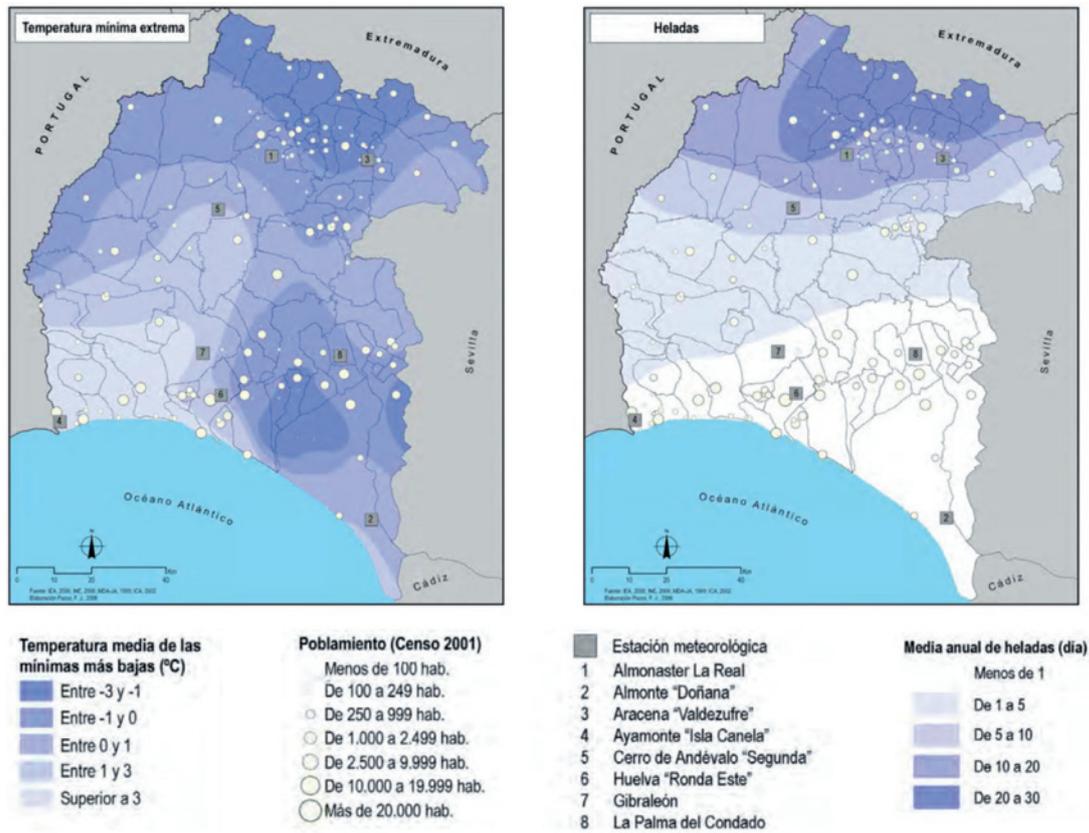
TABLA 2
Temperatura y precipitación mensual en Huelva

Parámetro	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
Temperatura media (C°)	11°	13°	15°	16°	19°	22°	25°	26°	24°	19°	15°	13°	
Temperatura máx. (C°)	16°	18°	20°	21°	24°	28°	32°	32°	29°	25°	20°	17°	
Temperatura mín. (C°)	7°	8°	9°	11°	13°	17°	19°	19°	18°	14°	10°	8°	
Horas de sol al mes	170	170	223	246	303	339	372	347	277	211	173	147	2978
Precipitación (mm)	73	43	36	46	30	9	3	4	21	56	74	95	490
Días de lluvia	7	6	5	6	4	1	0	0	2	5	6	8	50

Fuente: (AEMET). Datos de la estación de Huelva (1971-2000).



GRÁFICO 6
Temperatura mínima extrema y heladas en la provincia de Huelva



Fuente: El Sector Agrario en la provincia de Huelva 2011-2012.

TABLA 3
Valores de temperatura mínima extremas en Huelva

	Huelva (ronda Este) (Datos de 1984-2013)	Huelva (Datos de 1920-1984)
Temperatura media de las mínimas más baja:	1,7 °C (feb. 2012)	1,5 °C (feb. 1938)
Temperatura mínima absoluta	-3,2 °C (28-1-2005)	-5,8 °C (17 feb- 1938)
Temperatura media más baja	9,3 °C (ene. 2005)	7,4 °C (feb. 1956)

Fuente: (AEMET). Datos de la estación de Huelva (1971-2000).

2.2. Pluviometría

La pluviometría de la provincia de Huelva incrementa gradualmente de menos de 500 mm/año en la costa hasta más de 1.000 mm/año en Sierra Morena (gráfico 6). En la zona costera y la Campiña, la media sería de unos 500 mm/año. Siendo de carácter mediterráneo, las lluvias se concentran en el periodo otoño-invierno. El 60% de la precipitación se aporta entre los meses de diciembre a marzo y el mínimo



2.3. Cambio Climático

Los modelos del AEMET predicen que el efecto del Cambio Climático en Andalucía implica un incremento de las temperaturas máximas y mínimas (entre 1-5 °C), la disminución del número de días de heladas y una reducción (10-20%) de la precipitación.

3. Usos del suelo

3.1. General

Más de la mitad de la superficie de Huelva es terreno forestal. Las tierras de cultivo solo ocupan el 15% de la superficie, mientras que otro 15% lo constituye prados y pastizales.

 **TABLA 4**
Distribución general del suelo en la provincia de Huelva

Uso	Superficie (Ha)		
	Secano	Regadío	Total
Cultivos Herbáceos	43.202	11.046	54.248
Barbecho y otras tierras no ocupadas	26.416	7.378	33.794
Cultivos leñosos	35.317	28.973	64.290
TOTAL tierras de cultivo	104.953	47.397	152.332
Prados y pastizales			150.546
Terreno forestal			625.253
Otros superficies			86.649
TOTAL			1.014.780

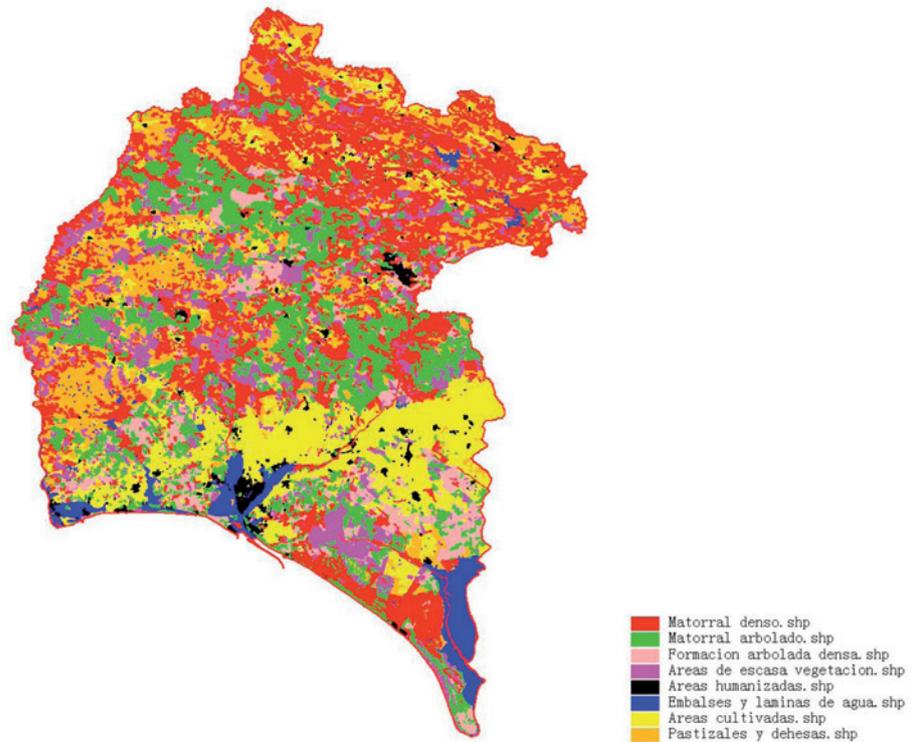
Fuente: Avance Anuario de Estadística 2012. MAGRAMA (2013).

El gráfico 8 muestra que el terreno forestal engloba matorral, matorral arbolado y formaciones boscosas, que en mayor proporción se encuentra en Andévalo y Sierra Morena. En la Campiña y la parte occidental de la costa atlántica se concentra el uso agrario.



GRÁFICO 8

Mapa de coberturas de la provincia de Huelva



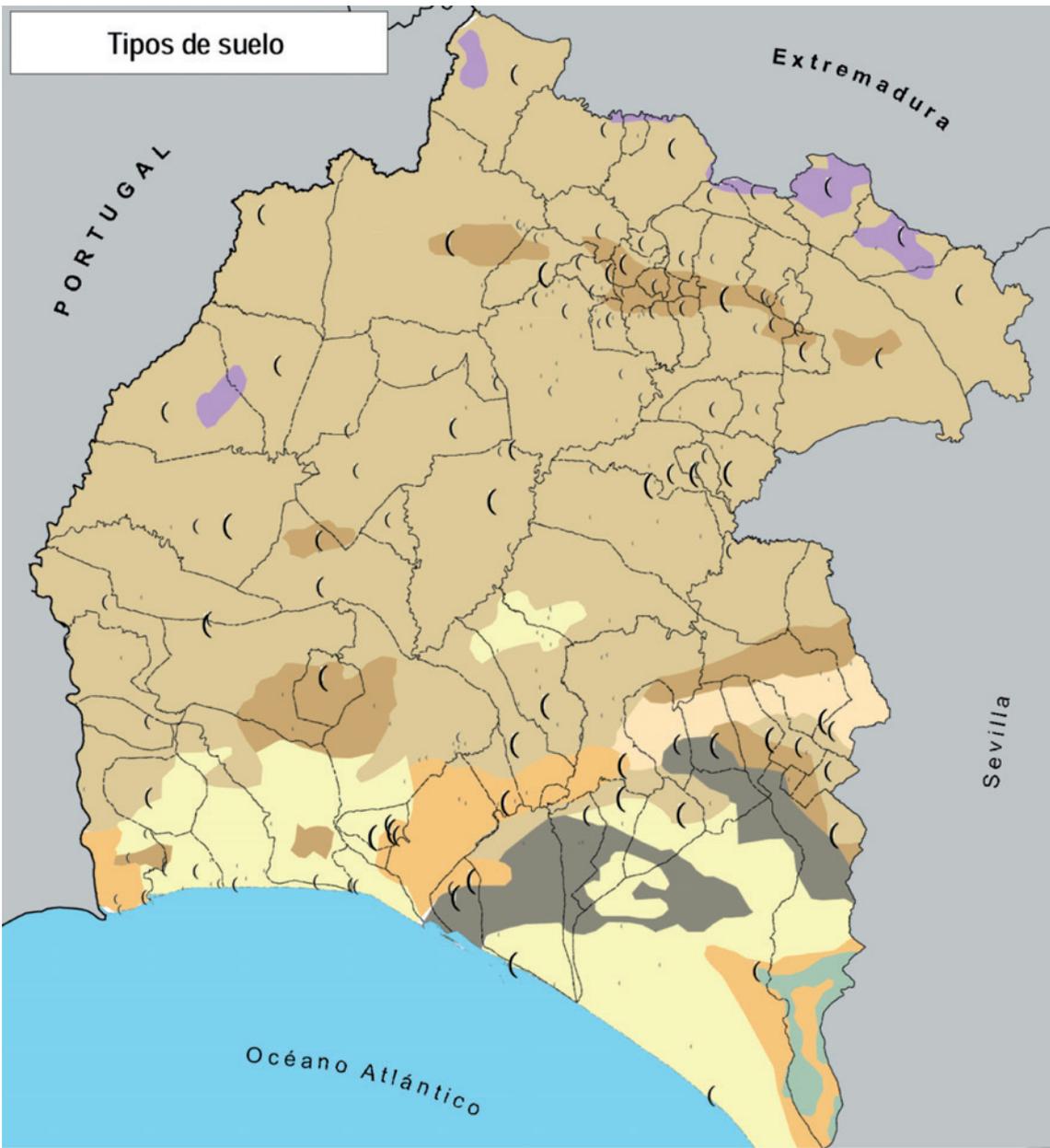
Fuente: www.zonu.es.

La provincia de Huelva cuenta con importantes reservas naturales que ocupan hasta el 30% de su territorio. Entre ellos se encuentran el más importante de España, el Parque Nacional de Doñana, así como el Parque Natural Sierra de Aracena y Picos de Aroche.

Históricamente, la provincia de Huelva es conocida por sus importantes recursos minerales. La Franja Pirítica de la Sierra Morena está siendo explotado desde la época de los romanos. La actividad minera ha dejado una importante herencia en forma de zonas mineras explotadas, escombreras y balsas mineras.



GRÁFICO 10
 Tipos de suelo en la provincia de Huelva



Tipo de suelo según *Soil Taxonomy*
 (Orden, Suborden, grupo)

 Alfisol, Xeralf, Haploxeralf	 Entisol, Fluvent, Xerofluvent
 Alfisol, Xeralf, Palexeralf	 Entisol, Orthent, Xerorthent
 Alfisol, Xeralf, Rhodoxeralf	 Inceptisol, Ochrept, Xerochrept
 Aridisol, Orthid, Salorthid	 Vertisol, Xerert, Chromoxerert

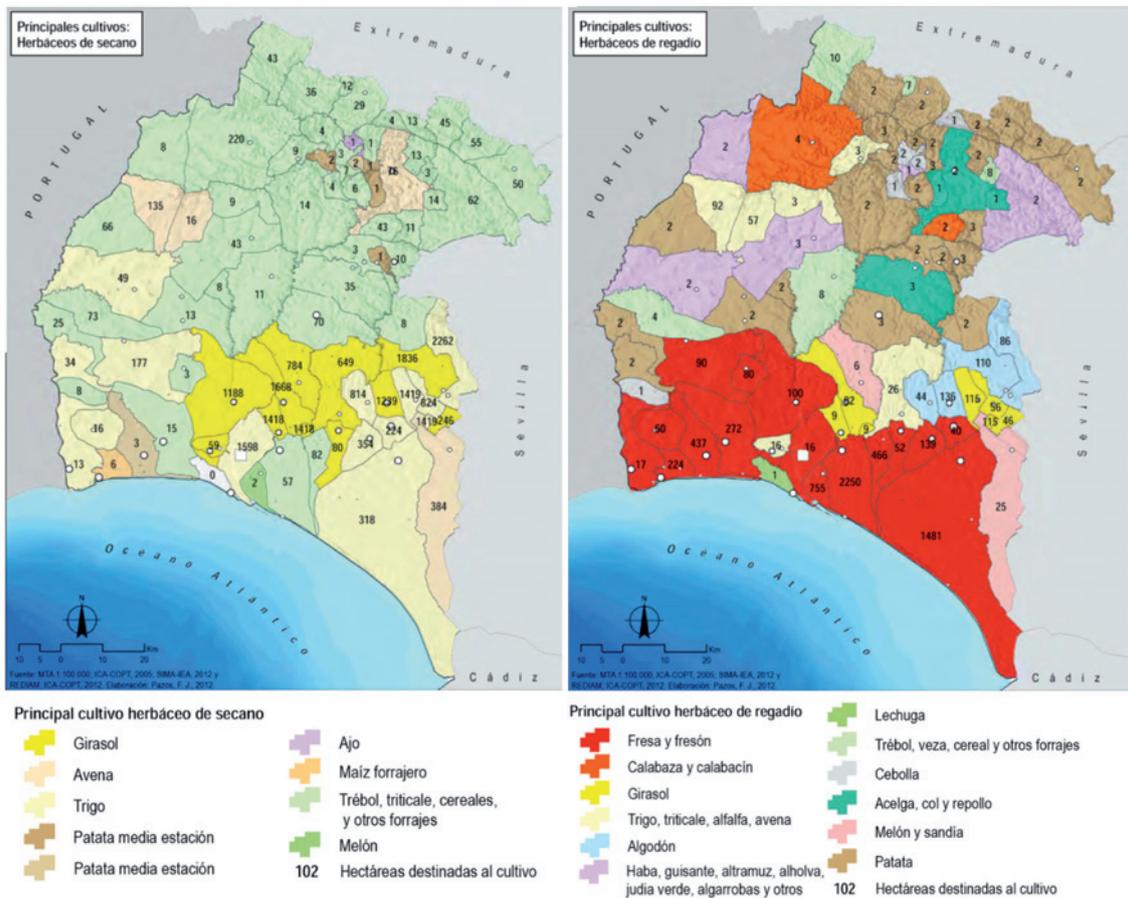
Fuente: *El Sector Agrario en la provincia de Huelva 2011-2012.*



3.3. Tierras de cultivo

Los gráficos 11 y 12 resumen el aprovechamiento agrícola de las tierras. La actividad agrícola se concentra en la zona costera y la Campiña. En la zona costera y en el sur de la Campiña dominan los cultivos de regadío. En esta zona se ha desarrollado el cultivo de la fresa, a partir del cual se ha creado un centro de producción altamente tecnificado y especializado de frutas. En norte de la Campiña predomina la agricultura de secano, con importantes extensiones de trigo y girasol.

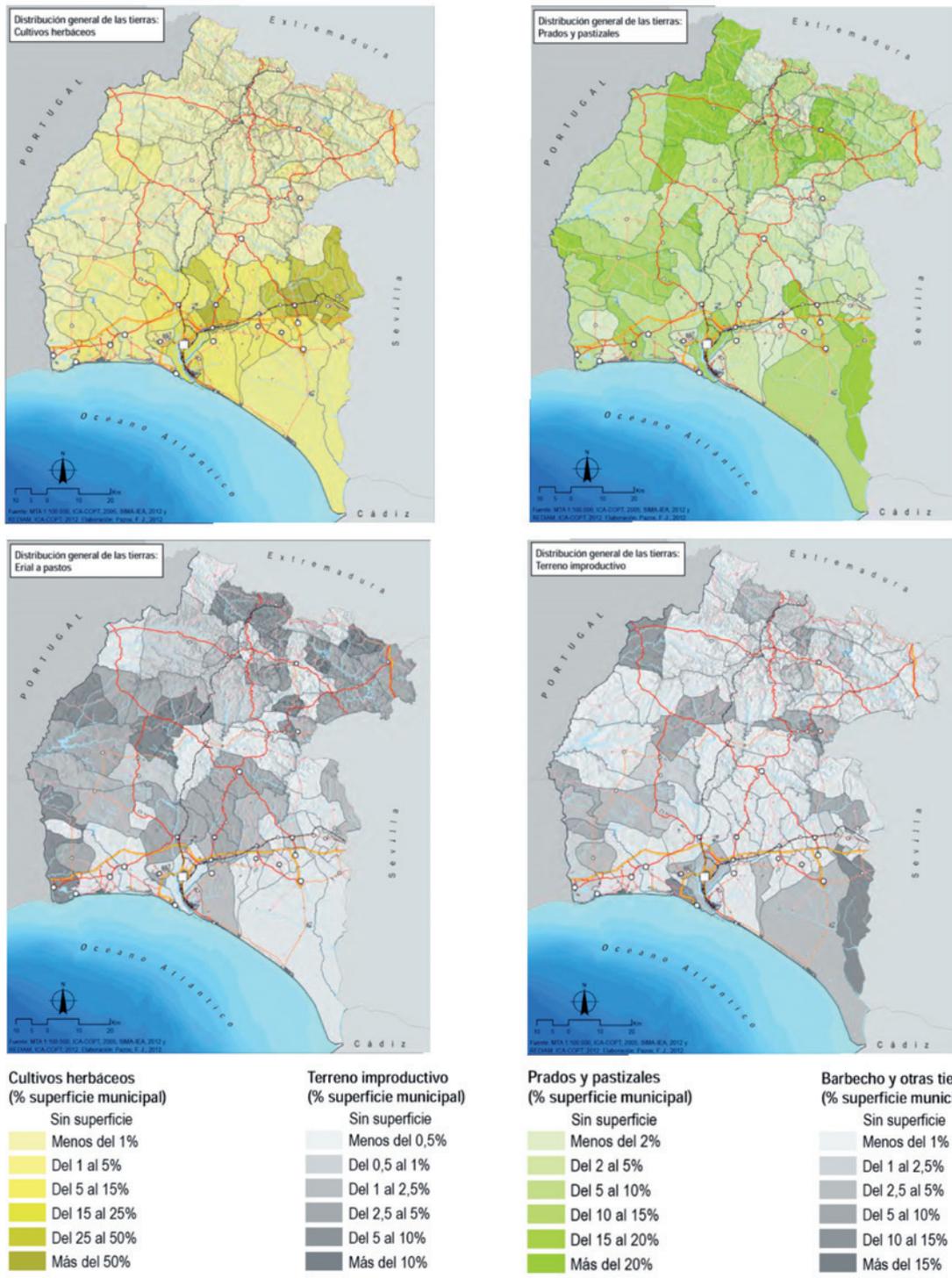
GRÁFICO 11
Distribución de los principales cultivos de la provincia de Huelva



Fuente: El Sector Agrario en la provincia de Huelva 2011-2012.



GRÁFICO 12
Distribución de los usos de suelo de la provincia de Huelva



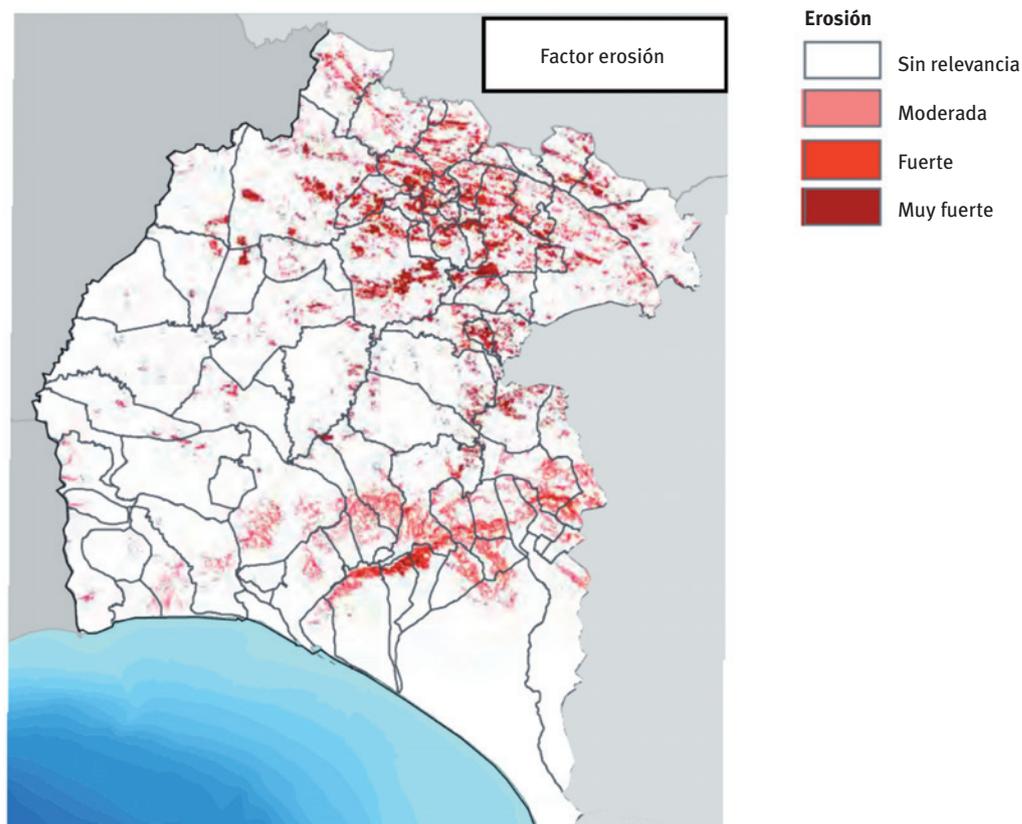
Fuente: *El Sector Agrario en la provincia de Huelva 2011-2012.*



3.4. Degradación de los suelos

En la provincia de Huelva no existen problemas importantes de erosión, aunque existen zonas sensibles por su fuerte pendiente y elevado nivel de precipitación. Sin embargo, el tipo de suelo en estas zonas no es excesivamente erosionable. En la parte más llana, la mayor erosionabilidad del suelo es compensada con una menor precipitación. Por todo ello, los procesos erosivos son bastante limitados (gráfico 13).

GRÁFICO 13
Suelo sensible a la erosión en la provincia de Huelva



Fuente: *El Sector Agrario en la provincia de Huelva 2011-2012.*

Según muestran los datos de la tabla 5, solo en el 15% de la superficie se identifica un riesgo medio por erosión eólica. La superficie erosionable con riesgo medio por erosión laminar y regueros solo suma 234 ha.

El riesgo de movimientos en masa se calcula a partir de datos de litología, pendiente, pluviometría, sismicidad y existencia confirmada de movimientos activos. Es de suponer que la presencia de minas y escombreras influye en el dato de riesgo alto y muy alto. En Huelva se han identificado 31.178 ha de terreno con muy alto riesgo.



En la tabla 6 se muestra que existen unos 20.000 ha (el 2% de la superficie) con problemas de erosión en la provincia de Huelva.

TABLA 5
Riesgo de erosión del suelo de la provincia de Huelva

Tipología predominante	Potencialidad del riesgo (superficie en Ha)					TOTAL
	Nula/ muy baja	Baja/ moderada	Media	Alta	Muy alta	
Superficie erosionable (laminar y en regueros)	-	936.075	234	-	-	936.309
Riesgo de erosión eólica	646.577	148.319	141.413	-	-	936.309
Derrumbes en general	-	-	53.183	2.939	199	56.321
Deslizamientos	-	-	2.302	0,9	-	2.303
Derrumbes y deslizamientos	-	-	384.234	263.783	18.486	666.503
Deslizamientos y flujos	-	-	0,3	-	-	0,3
Complejos o mixtos	-	-	12.441	40.167	12.493	65.100
Movimientos en masa poco probables	-	146.083	-	-	-	146.083
TOTAL Movimientos en masa	-	146.083	452.160	279.890	31.178	936.309

Fuente: Inventario Nacional de Erosión de Suelos. Anuario de Estadísticas 2011. MAGRAMA.

TABLA 6
Superficies de zonas de erosión en cárcavas y barrancos de la provincia de Huelva

Nivel erosivo (t/ha/a)	Superficie erosionable (Ha)	Superficie erosión en cárcavas y barrancos (Ha)	Porcentaje (%)
0-5	699.343	13.513	1,9%
5-10	112.239	4.224	3,8%
10-25	69.964	1.127	1,6%
25-50	31.253	145	0,5%
50-100	16.562	76	0,5%
100-200	5.304	9	0,2%
>200	1.645	1	0,1%
TOTAL	936.310	19.095	2,0%

Fuente: Inventario Nacional de Erosión de Suelos. Anuario de Estadísticas 2011. MAGRAMA.



4. Estructura socio-económica

4.1. General

La provincia de Huelva tiene 522.862 habitantes (2012). San Juan del Puerto tiene 8.479 habitantes (2012). La tasa de paro en la provincia de Huelva es del 36% (2012), similar al de Andalucía pero mucho mayor que la media en España (25%).

En la provincia de Huelva, el sector primario es importante. Está representado por la pesca (Isla Cristina) la ganadería porcina (Cerdo ibérico y su jamón de Jabugo), pero sobre todo por el cultivo de fresón (Lepe, Moguer). La comparación entre datos del VAB y el número de personas empleadas y entre Huelva y la media de España (tabla 7) indica que el sector primario en Huelva es intensivo en mano de obra. Ello puede atribuirse en gran medida al cultivo de frutas (fresas y otras frutas).

TABLA 7
Valor Añadido Bruto (VAB) por ramas de actividad en la provincia de Huelva

Sector Económico	VAB Huelva (Millones de Euros)	VAB nacional (%)	Empleo Huelva (Miles de personas)	Empleo nacional (%)
Agrario, silvicultura y pesca	463	6%	22	4%
Minería, energía y servicios básicos	302	4%	2,6	1%
Industria	974	12%	12,7	11%
Construcción	909	11%	25,3	9%
Comercio	1.754	22%	45,1	28%
Servicios de mercado	1.566	20%	18,4	17%
Servicios de no mercado	2.034	25%	50,1	29%
TOTAL	8.002	100%	166,2	100%

Fuente: INE, datos 2010.

En el contexto andaluz, el sector secundario tiene un peso relativamente alto en la economía de la provincia de Huelva, aunque el dato es similar al de la media de España. La explicación es que la actividad minera en la zona y el Puerto de Huelva ha impulsado en los años 1960 el desarrollo de una industria química importante, el llamado Polo Químico. Proporcionalmente, la industria emplea a menos personas, indicando que se trata de una actividad intensiva en capital. Igual que el resto de España, destaca la importancia del sector terciario con un peso de casi el 50% en el VAB y en el empleo.

La distribución sectorial de la producción se asemeja a la española y andaluza, con predominio de las actividades de servicio, elevadas participaciones del sector de la construcción en relación con la Unión Europea y con elevado crecimiento en la última década y la pérdida de peso de la agricultura, ganadería y pesca y de la industria en los últimos veinte años. Pero también poseen algunos rasgos singulares, entre los que destacan la baja participación de los servicios de mercado, la elevada importancia relativa el sector



primario y de las actividades energéticas e industriales, que supera la media nacional, especialización a las que las empresas asociadas en AIQB aportan una considerable contribución.

TABLA 8
Estructura sectorial del VAB (%) en 1986, 2005 y 2010

Sector económico	Huelva			Andalucía			España		
	1986	2005	2010	1986	2005	2010	1986	2005	2010
Agricultura, ganadería, pesca	13	8	6	10	5	5	6	3	3
Energía	14	8	4	5	4	3	6	3	3
Industria	24	13	12	17	9	8	23	15	13
Construcción	6	14	11	8	14	12	7	12	11
Servicios de mercado	34	43	45	45	50	49	46	52	52
Servicios de no mercado	9	14	22	15	18	22	12	15	18

Fuente: INE.

Analizando los datos de 1986, 2005 y 2010 se observa una importante pérdida de peso de la industria primaria, los servicios energéticos y básicos y la industria, aunque desde 2005 parece haberse estabilizado. La reducción en estos sectores se ha visto compensado por el crecimiento del sector de servicios.

Por su relevancia para el presente estudio, en las siguientes secciones se presenta en mayor detalle el **sector agrícola** y el **sector minero**.

4.2. Sector Agrícola

Comparando los censos agrarios de 1999 y 2009 (tabla 9) se observa una importante reducción de la actividad agraria en la provincia de Huelva. El número de explotaciones se ha reducido a casi la mitad en 10 años. El hecho que la superficie agrícola utilizada (SAU) y la tierra labrada (TL) ha sufrido una reducción menor indica el abandono de tierras poco productivas. Los datos indican además que la reducción se acentúa en las pequeñas explotaciones y que se presenta una concentración en explotaciones de mayor tamaño (SAU/EXP incrementa). Se observa por tanto un cambio hacia una explotación más industrial, de grandes explotaciones.

**TABLA 9**
Censo agrario de la provincia de Huelva de 1999 y 2009

Censo Agrario		1999	2009
ST	Superficie Total Censada (Ha)	929.301	561.353
SAU	Superficie Agrícola Utilizada (Ha)	421.516	329.970
EXP	Explotaciones con tierras (Nº)	20.903	11.952
EXP con SAU (Nº)			
<1 Ha		3990	572
1-5 ha		8554	5538
5-10 ha		2780	1866
10-20 ha		1924	1312
20-50 ha		1601	1150
50-100 ha		788	557
> 100 ha		1266	669
TL	Tierra Labrada (Ha)	179.632	146.524
UTA	Unidades de Trabajo Agrario	31.838	32.426
SAU/EXP		20,17	27,61
UTA/EXP		1,52	2,71
UTA/SAU		0,08	0,10
UTA/TL		0,18	0,22

Fuente: Censos Agrarios de 1999 y 2009 INEM.

Es digno de observación que el empleo agrario en Huelva no ha disminuido e incluso ha aumentado ligeramente. Ello se atribuye al incremento de la actividad hortofrutícola en la provincia.

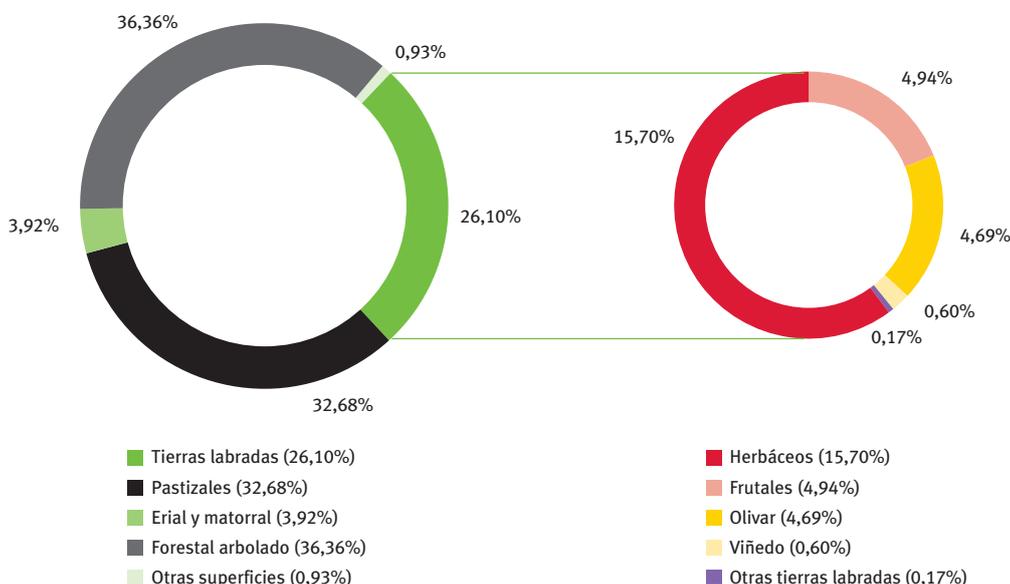
TABLA 10
Aprovechamiento de las tierras en la provincia de Huelva, 1999-2009

Aprovechamiento	1999	2009
Tierra labrada (Ha)	179.631	146.524
Herbáceos (Ha)	122.064	88.121
Frutales (Ha)	19.912	27.708
Olivar (Ha)	30.813	26.339
Viñedo (Ha)	6.605	3.386
Otras (Ha)	237	971

Fuente: Censos Agrarios de 1999 y 2009 INEM.



GRÁFICO 14
Aprovechamiento del suelo en la provincia de Huelva (2009)



Fuente: El sector agrario de la provincia de Huelva (2012).

La **agricultura en San Juan del Puerto** es de secano y se desarrolla principalmente en pequeñas parcelas, que pueden tener desde 0,5 ha. Los agricultores están asociados en la cooperativa “Sociedad Cooperativa Andaluza Valle Ancho” que tiene unos 200 socios. La Cooperativa está integrada a su vez en la Sociedad Cooperativa Andaluza Cereales Sevilla, a través del cual comercializan sus principales productos, el trigo y el girasol.

Las tierras de San Juan del Puerto son altamente productivas, dando rendimientos de hasta 5.000 kg/ha de trigo y 1.600 kg/ha de girasol que se cultivan de forma alterna. Se trata de una agricultura altamente mecanizada y productiva, con rendimientos económicos por encima de los 1.000€/ha.

4.3. Sector de la construcción

El sector de la construcción, concretamente la dedicada a la obra pública, es un sector relevante para los fines del estudio. Sin embargo, el sector ha sufrido una gran caída de actividad a raíz de la crisis, alcanzando cifras de reducción del 80% en su cifra de negocio hasta unos escasos 53 millones de euros de inversión en infraestructuras en Huelva en el 2012.

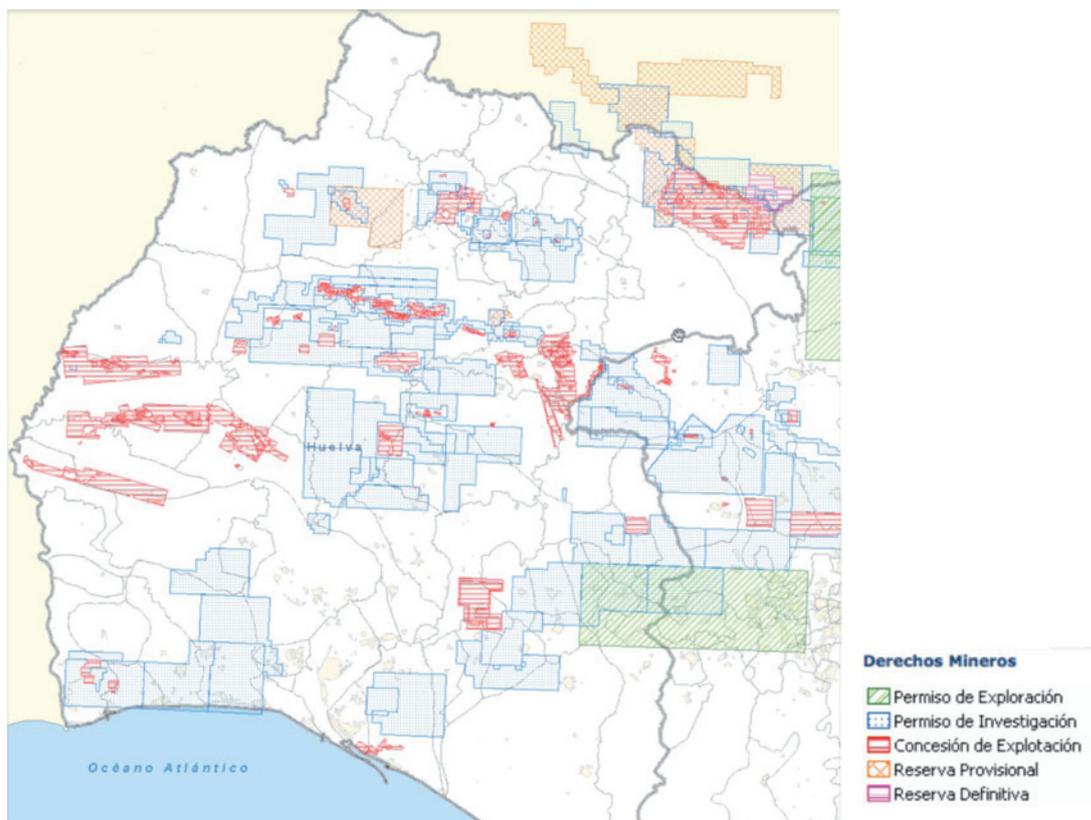
En estos momentos es difícil prever de qué manera el sector y la Administración Pública responderán. En cualquier caso, se prevé una lenta recuperación.



4.4. Sector minero

La actividad minera ha sido históricamente el gran motor de desarrollo de la provincia de Huelva. Muestra de ello es que existen casi 500 registros en el Catastro Minero (2007), de los que más de 400 corresponden a concesiones de explotación y 76 permisos de investigación.

GRÁFICO 15
Concesiones mineras en la provincia de Huelva



Fuente: Catastro minero, SIGMA de la Junta de Andalucía.

El sector minero en Huelva es representado por la minería metálica y las canteras, sobre todo las de arenas y gravas en el Valle del Guadalquivir y la costa occidental. En el norte de la provincia se encuentran granitos ornamentales y en menor medida rocas ornamentales como mármoles, calizas y travertinos.

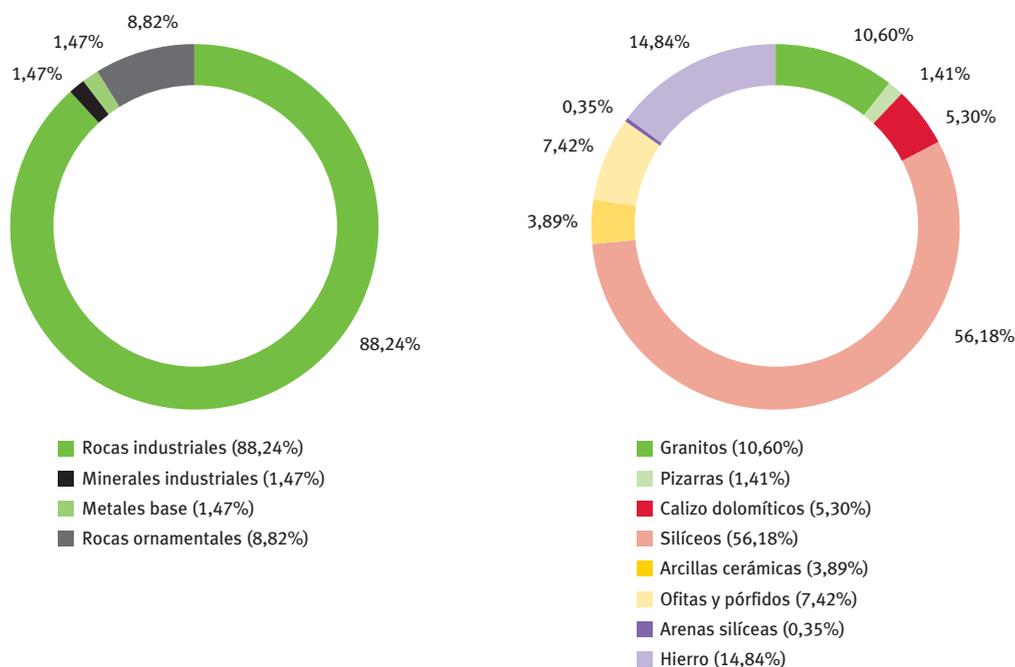
Aunque las canteras son más numerosas, Huelva es mundialmente conocida por la minería metálica. La mayor parte de la actividad minera ha sido realizada en la extensa Faja Pirítica Ibérica que recorre unos 230 km, desde el noreste de Sevilla hasta la costa atlántica de Portugal. Los yacimientos de la Faja Pirítica consisten en grandes masas de sulfuros polimetálicos, entre los que destacan el sulfuro de hierro (S_2Fe) o pirita. También de gran importancia son los sulfuros de cobre, plomo y zinc. En menores concentraciones se encuentran también el bismuto, antimonio, cobalto, mercurio, plata y oro. Las zonas mineras más conocidas son las de Río Tinto y Tharsis.



El yacimiento de Rio Tinto es la mayor concentración de sulfuros del mundo. En los últimos 150 años la mina ha producido intensamente cobre, azufre, oro y plata. El bajo precio del cobre provocó el cierre de la mina en el año 2000. Las actuales cotizaciones del metal hacen rentable la explotación al menos en los próximos 14 años. La población de la zona, altamente cualificada, y las infraestructuras completamente operativas con que cuenta la mina, facilitan el inmediato reinicio de la actividad.

En la provincia de Huelva existen 68 explotaciones activas en el año 2007. Destaca el subsector de las rocas industriales con 60 explotaciones, de los cuales las arenas y gravas suman 48, las arcillas para cerámica estructural 6 y los granitos 5 y 1 "otro". Hay 6 explotaciones de rocas ornamentales, 1 de minerales industriales y uno de metales.

GRÁFICO 16
Tipo de explotación minera y empleo en la minería de Huelva



Fuente: PORMIAN

Con respecto al empleo, el sector emplea a unas 4.700 personas. Las arenas y gravas aglutinan el 56,18% del empleo en el sector extractivo, seguido de lejos por los metales base con el 14,84% y los granitos con el 10,60%. El resto se sitúa por debajo del 8%.

El sector se ve afectado por 3 coyunturas diferentes. La crisis en el sector de construcción conlleva una reducción en la actividad en rocas industriales y ornamentales, aunque este último puede reorientarse hacia la exportación. La minería metálica está en auge por el incremento de la demanda global y los avances tecnológicos. Muestra de ello es la reactivación de la explotación Aguas Teñidas en la Faja Pirítica de Huelva.

La explotación Mina de Aguas Teñidas S.A. ha supuesto la creación de 200 empleos fijos directos. La mina explota el mineral de cinc, cobre y plomo y aplica innovadoras técnicas de aprovechamiento para obtener concentrados de cobre, plomo y cinc de alta calidad y la explotación óptima del yacimiento.

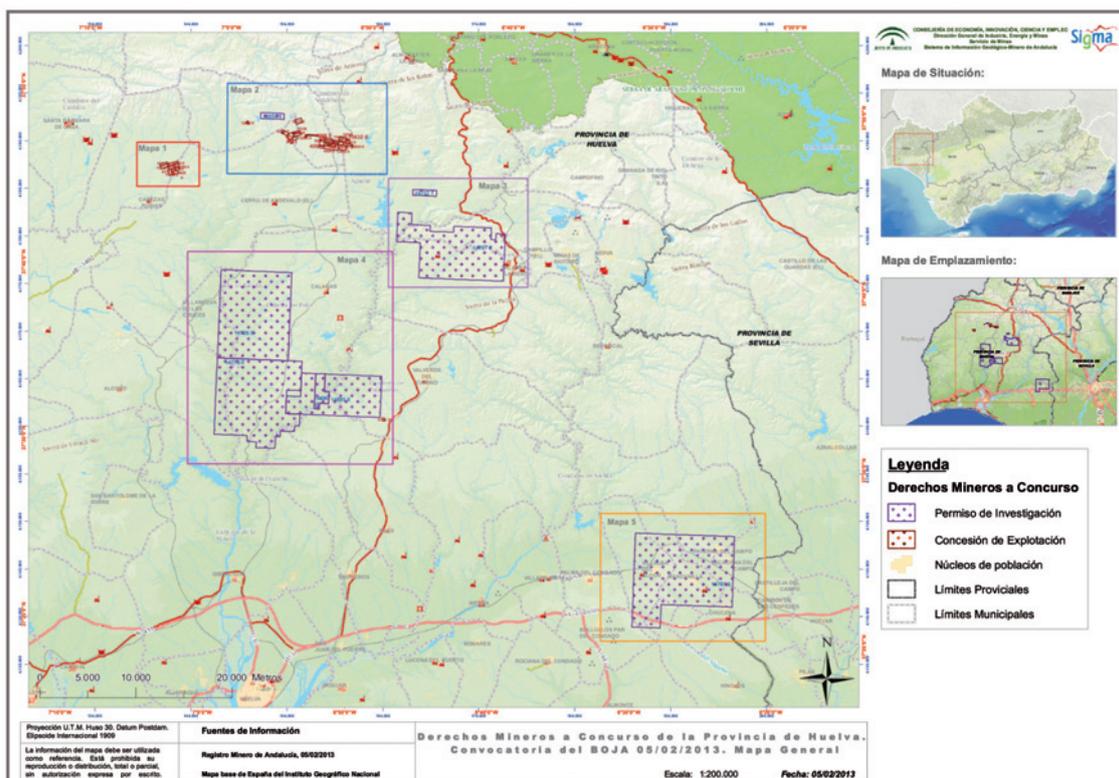


La importancia del sector minero en la economía de Huelva no es tanto la de la explotación minera, sino la del sector transformador de minerales metálicos. El sector transformador da empleo en torno a 4.000 trabajadores, constituyéndose en una de las actividades productivas más dinámicas, competitivas y dinamizadoras de la economía andaluza. Muestra de ello es la importancia del Puerto de Huelva para la importación y exportación de productos relacionados con la transformación de metales.

Por ello, la Junta de Andalucía ha puesto en marcha un plan específico para el sector minero, el “Plan de Ordenación de los Recursos Minerales de Andalucía 2010-2013, (PORMIAN)”. En este marco, la Junta de Andalucía ha convocado en enero de 2013 un concurso para la adjudicación de 40 derechos de minería metálica para un total de 32.200 ha. En parte los nuevos derechos se conceden sobre terrenos con derechos mineros caducados. En total se prevé la generación de 3.500 nuevos empleos en torno a los futuros proyectos que ahora se tramitan. Entre ellos destacan los de Riotinto, Sotiel y Lomero-Poyatos, en la provincia de Huelva.

EL PORMIAN tiene además entre sus objetivos favorecer la integración medioambiental de la actividad minera y cuenta con una línea de restauración y acondicionamiento ambiental con 5 acciones. Esta línea está dotada en total con 90 millones de euros en los 4 años de vigencia (2010-2013).

GRÁFICO 17
Concurso de derechos mineros de 2013 en la provincia de Huelva



Fuente: Junta de Andalucía.



Como se puede observar en la tabla 11, más de la mitad de la superficie con derechos mineros se encuentran en zonas con condicionantes ambientales. En estas localizaciones será de especial importancia la protección del suelo y la restauración.

TABLA 11
 Superficie de derechos mineros en Huelva y condicionantes ambientales sobre el terreno

Situación	Concesión de explotación (Ha)	Permiso de investigación (Ha)	TOTAL
Prohibición normativa a nueva actividad	6.559	10.317	16.876
Condicionantes ambientales	42.351	113.406	155.757
Sin limitación específica	17.497	81.295	98.792
TOTAL	66.407	205.018	271.425

Fuente: PORMIAN.

4

USOS DE VETIVER





1. Introducción

Los potenciales usos del Vetiver son múltiples y diversos. Con el fin de estructurar la descripción de los usos, se empleará la siguiente agrupación.

- Bioingeniería
 - Geotécnia
 - Control de erosión
 - Estabilización de laderas y taludes
 - Retención de sedimentos
 - Hidráulica e hidrología
 - Control de inundaciones
 - Creación de azudes
 - Recarga de acuíferos
 - Estabilización de cauces
 - Integración ambiental/Paisajismo
 - Barrera visual
 - Separación de parcelas
 - Barrera anti-fuego
 - Barrera acústica
 - Precursor en reforestación
- Biorremediación
 - Suelos (Fitorremediación)
 - Restauración minera
 - Suelos contaminados
 - Aguas (Fitodepuración)
 - Humedales artificiales
 - Filtros verdes
- Uso agroindustrial
 - Cultivo energético (hojas)
 - Celulosa (hojas)
 - Forraje (hojas)
 - Aceites esenciales (raíces)

En las siguientes secciones se detallarán los diferentes usos, tomando como referencia la relevancia para la aplicación en la Región de Huelva.



2. Usos en bioingeniería

2.1. Geotécnica

En el campo de la geotecnia se distinguen dos procesos básicos en los que Vetiver puede aportar una solución.

El primero es la **erosión**, un proceso de degradación del suelo, debido al transporte de material por acción del agua, el viento o la gravedad. La erosión es un proceso natural esencial del ciclo geográfico, pero puede ser alterado o acelerado por factores antropogénicos o bien, puede afectar a estructuras creadas por el hombre. El control de la erosión o retención del suelo es por ello una actividad importante.

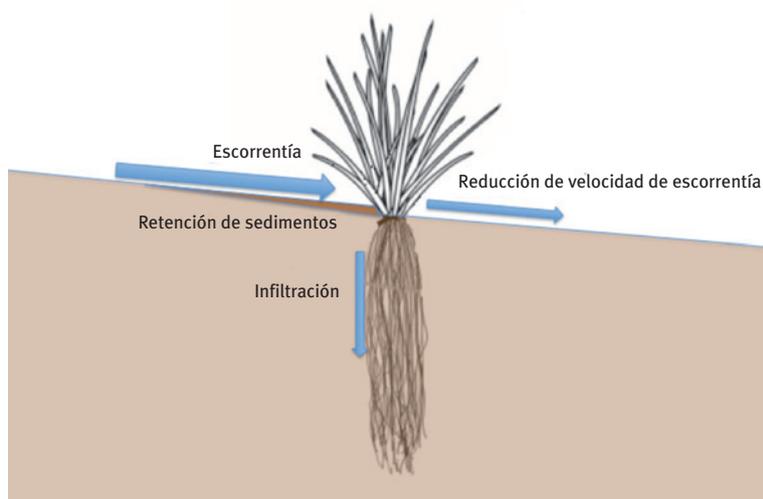
El segundo tipo de procesos son los **deslizamientos o flujos de terreno** que a diferencia de la erosión son procesos de movimiento masivo de roca o suelo a causa de una desestabilización de una ladera. Las causas pueden ser varias, desde procesos naturales como procesos de erosión, la saturación del suelo o terremotos hasta actuaciones humanas como excavaciones, deforestaciones o construcciones.

El vetiver ha sido utilizado en gran variedad de aplicaciones desde hace siglos en Asia, sin embargo en los últimos 50 años esta planta ha llamado la atención por sus propiedades únicas en actuaciones de conservación de suelos.

Uno de los tipos más perjudiciales de erosión es la laminar debido a que su proceso es muy lento, con frecuencia no se reconoce como problema y por lo tanto no se le trata a tiempo. De hecho es alarmante la cantidad de suelo valioso que se pierde anualmente debido a la erosión. La erosión laminar es particularmente importante en suelos desprovistos de cobertura vegetal. En tal situación las gotas de lluvia golpean el suelo y desprenden partículas de tierra que luego son arrastradas por el agua.

Los principios básicos en el control de erosión se resumen en los siguientes tres, representados en el gráfico 18.

 **GRÁFICO 18**
Representación de los efectos de vetiver en el control de erosión laminar



Fuente: Elaboración Propia.



Vetiver forma una barrera delante el cual retiene el sedimento. Con el tiempo puede llegar a alterar la orografía, creando terrazas.

La masa radicular crea conductos que facilitan la infiltración de agua en el suelo. De esta manera se reduce la escorrentía, a la vez que mejora la cantidad de agua disponible en el suelo para los cultivos.

Al interrumpirse el flujo por el efecto barrera, disminuye la velocidad con la que el agua corre talud abajo. De esta manera reduce el arrastre de suelo.

Es difícil aportar datos objetivos y cuantitativos sobre el efecto de barreras de vetiver en la reducción de escorrentía y pérdida de suelo, ya que ello depende de variables como la pendiente del suelo, la intensidad de la precipitación, el tipo de suelo y su cobertura vegetal y humedad inicial. Por ello, a modo de ilustración se aportan una serie de datos indicativos.

TABLA 12
Efecto de una barrera de Vetiver en la pérdida de suelo

Pendiente	Escorrentía (% de la precipitación)		Pérdida de suelo (t/ha)	
	Control	Con Vetiver	Control	Con Vetiver
1,7%	23%	15%	14,4	3,9
15%	88%	72%	16,8	1,1
26%			35,5	4,9

Fuente: *Elaboración Propia, Datos de Aplicaciones del Sistema Vetiver. Manual Técnico de Referencia.*

El efecto barrera de la masa vegetal es un importante factor para reducir la erosión eólica. El uso de Vetiver para delimitar parcelas y para deslinde, por tanto, tiene varias funciones adicionales como el estético y el de control de erosión eólica.

Tanto en la prevención como en la corrección de procesos erosivos o de inestabilidad del terreno el Vetiver puede jugar un papel.

- **Prevención:** Establecer una cobertura vegetal (parte vegetativa); crear estructura de retención.
- **Corrección:** Estabilización vegetativa de pendientes mediante refuerzo estructural del terreno (masa radicular).

TABLA 13
Ventajas y desventajas de utilizar una cubierta vegetal para estabilizar pendientes

Ventajas	Desventajas
Refuerzo estructural del suelo por las raíces, (soporte, anclaje), detención de rocas sueltas	Empuje de piedras y rocas por las raíces.
Reducción y control de la humedad del suelo por evapotranspiración	Mayor infiltración a través de canales abiertos por raíces. Riesgo de saturación del suelo
Menor impacto físico de la precipitación por intercepción en la masa vegetal	

Fuente: *Elaboración Propia, Datos de Aplicaciones del Sistema Vetiver. Manual Técnico de Referencia.*



Para crear barreras efectivas contra la erosión, las plantas deben de distanciarse de 0,1-0,15 m. La distancia entre hileras depende de la pendiente del talud y del grado de erosionabilidad del terreno. En taludes de max. 1,5:1 se utilizan distancias entre hileras de 1-2 m. En terrenos altamente erosionables se plantan las hileras cada 1 m. La distancia puede incrementarse a 2 m en suelos más estables. De esta manera se requieren entre 35.000 y 100.000 plantas por hectárea de ladera en el caso de plantas cultivadas en tierra. Plantando a raíz desnuda se requiere 2-3 veces más plantas (2-3 plantas/hoyo).

Con el fin de garantizar el éxito, las laderas deben ser estables. Aunque Vetiver contribuye a la estabilización del suelo, durante el tiempo de establecimiento es vulnerable. Ello supone un aparente contradicción, porque para evitar condiciones de inestabilidad durante la implantación, conviene plantar durante un periodo con baja pluviometría, mientras que para la implantación se requiere humedad.

Aplicaciones prácticas para usos geotécnicos son:

- Estabilización de laderas erosionadas.
- Estabilización de taludes de desmontes y terraplenes en obras lineales.
- Reducción de energía de salida en obras de drenaje y cunetas.
- Estabilización de la erosión en cárcavas.

 **GRÁFICO 19**
Ejemplo de una estabilización de ladera con Vetiver



Antes



Después

Fuente: http://www.vetivernet.com.co/info_vetiver.pdf.



2.2. Hidráulica e Hidrología

Las aplicaciones de Vetiver para aplicaciones hidráulicas e hidrológicas son para retener agua, dirigir flujos de agua y para proteger estructuras y estabilizar terrenos.

Vetiver forma una barrera rígida en su parte inferior y flexible en la parte superior. Esta característica es útil para el control de flujos. Con bajos niveles de agua, una barrera de vetiver frenará eficazmente el flujo, a costa de incrementar el nivel del agua delante de la barrera. Sucesivas barreras de Vetiver, perpendiculares a la dirección del flujo, por tanto tienen un efecto laminador importante. A mayor nivel del agua, la barrera cede y la resistencia al flujo disminuye.

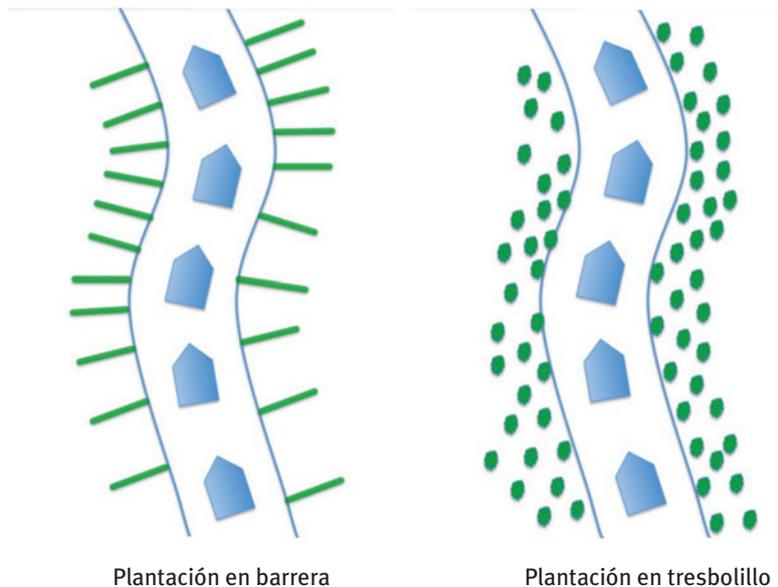
Una barrera de Vetiver se puede instalar de dos maneras:

- Crear barreras de Vetiver, distanciadas a 1-2 m. entre si en sentido perpendicular al flujo. En este caso, Vetiver no solo controla el flujo, sino que entre las barreras se crean zonas de menor flujo donde puede sedimentarse el material en suspensión. Esta forma de plantar por tanto es indicado para la protección y estabilización de cauces. A medida que incrementa el nivel del sedimento, Vetiver se renueva, brotando desde nódulos superiores.
- Plantar Vetiver en tresbolillo, distanciando las plantas 0,5 m. entre si. En este caso, la presencia de Vetiver puede expresarse como un incremento del valor de fricción (n de Manning) del cauce. Esta forma de plantar no contribuye a la sedimentación, ya que no se crean zonas de menor velocidad.



GRÁFICO 20

Barreras de Vetiver para control de flujos



Fuente: Elaboración propia (Lit. 10).



Aunque en su aplicación práctica, la función hidráulica y la hidrológica se complementan, conceptualmente pueden diferenciarse.

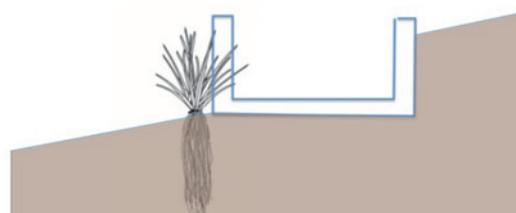
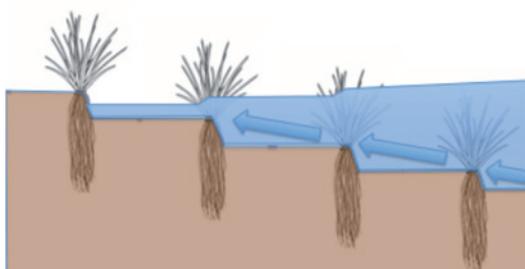
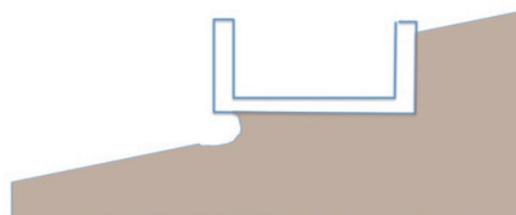
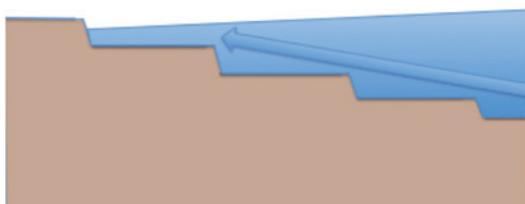
Las funciones específicas del Vetiver para fines hidráulicos son:

- Regulación de flujos de agua. Con velocidades bajas del agua, forma una barrera cuando los niveles de agua no superan los 0,6-0,8 m. Con velocidades elevadas, el follaje cede, protegiendo de esta manera la superficie del suelo.
- Distribución más uniforme del flujo o efecto barrera, reduciendo daños por arrastre o socavación (gráfico 20).
- Creación de pequeños azudes. Un montículo de tierra estabilizada con vetiver puede servir de azud “low-cost”.
- Protege el lomo y la cresta de diques contra oleaje y daños por rebose.
- En situaciones de inundación actúa como barrera, reduciendo la velocidad del agua y reteniendo sedimentos (gráfico 21).



GRÁFICO 21

Ejemplos de utilización de Vetiver con fines hidráulicos



Reducción del flujo (menor arrastre de sedimentos)

Protección contra socavación

Fuente: Elaboración propia.



Funciones específicas del Vetiver para fines hidrológicos son:

- La recarga de acuíferos: No hay muchas investigaciones, pero en un estudio en la India se estimó que el nivel de recarga aumentó en un 30% respecto a terrenos sin protección con vetiver.
- Incrementar el tiempo de concentración de la cuenca. Una barrera de vetiver (o una ladera estabilizada con Vetiver) frena el flujo del agua y la retiene durante más tiempo sobre el terreno. De esta manera se suavizan las puntas de caudal en los cauces receptoras, lo que contribuye en la disminución del riesgo de inundación.
- Desviar la escorrentía. También se puede optar por utilizar una barrera de vetiver para dirigir el agua de escorrentía hacia canalizaciones establecidas. De esta manera se protege el suelo debajo de la barrera.
- Filtro para sedimentos. Delante de una barrera de vetiver se sedimentan las partículas de suelo arrastrados por el agua, contribuyendo de esta manera

Para la protección de cauces, costas o diques, la plantación de Vetiver cumple dos funciones, el de estabilización del suelo y el de regulación del flujo. Por ello, no solo se plantan hileras de vetiver en paralelo a la dirección del flujo, sino también en perpendicular. Las hileras en paralelo se trazan a distancias de 1 m y los perpendiculares cada 2 m (suelo erosionable)-4 m (suelo estable).

Aplicaciones prácticas para usos hidráulicos e hidrológicos son:

- Estabilización de taludes en diques y azudes.
- Control de inundaciones.
- Recarga de acuíferos.
- Creación de pequeños azudes.
- Reducción de erosión en márgenes de ríos y canales.
- Complemento a estructuras rígidas (enrocados, muros de contención, gaviones, pilares de puentes).
- Reducir la energía de salida de conducciones.
- Protección de la línea costera, mediante consolidación de dunas.

2.3. Integración ambiental/Paisajismo

Seto

Uno de los usos tradicionales de Vetiver es el de seto, separando parcelas o lindando caminos. En este desempeño cumple varias funciones, que pueden ser aprovechadas para usos en bioingeniería o paisajismo:

- Vetiver forma una barrera densa de hasta 2 m. de altura. Como tal puede ser utilizado como:
 - Barrera visual.
 - Barrera acústica.
 - Cortavientos.



La utilización de barreras de Vetiver para la separación de parcelas influye positivamente en el rendimiento de cultivos. El efecto se debe a una combinación de factores, como el incremento de la infiltración de la precipitación y la menor influencia del viento. Ambos contribuyen a mejorar la disponibilidad de humedad para el cultivo. También se aduce una menor incidencia y propagación de plagas debido al efecto barrera.

Barrera anti-fuego

Una barrera densa y verde de Vetiver es bastante resistente la fuego. En el caso de incendios de matorral bajo, una barrera de Vetiver retarda la propagación del fuego. Además, aunque el follaje puede quemarse, el fuego no afecta a las yemas. Por ello Vetiver rebrota rápidamente tras un fuego y restablece la barrera.

Colonización/protección contra erosión en reforestación

La reforestación se realiza generalmente en terrenos degradados donde históricamente había bosque, o bien tras un incendio forestal para restituir la masa forestal perdida. Los terrenos afectados por un incendio forestal además sufren severos arrastres de materiales durante episodios de lluvia. Poco después del incendio se arrastran las cenizas y luego es el propio suelo que ha vuelto más sensible a la erosión debido a la desaparición de la cobertura vegetal y la matriz orgánica del suelo.

Uno de los problemas más frecuentes en la reforestación es por ello la inestabilidad del terreno durante el largo tiempo de implantación de una masa forestal suficientemente densa para proteger el suelo. Para cubrir este tiempo, el Vetiver puede ser de gran utilidad. La barrera vegetal formado por Vetiver no solo estabiliza el terreno, sino que también ofrece protección a los árboles jóvenes. Dado que Vetiver no soporta la sombra, la masa desaparece a medida que el arbolado crece y asume la función de protección del suelo.

Función estética

Finalmente, el Vetiver también puede ser utilizado simplemente como elemento paisajístico en diseños de jardines y parques.



GRÁFICO 22

Vetiver como elemento de paisajismo



Fuente: www.jardinesurbanos.com.



3. Biorremediación

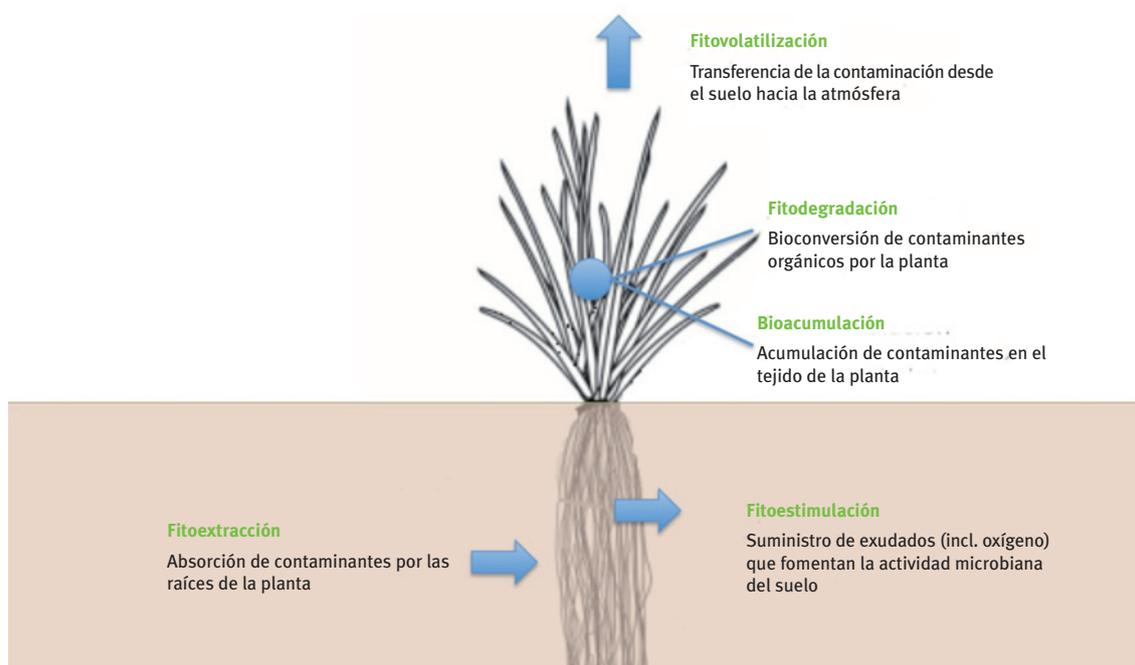
Se ha encontrado que Vetiver posee características fisiológicas y morfológicas únicas, como con una alta tolerancia a niveles elevados de salinidad, acidez, sodicidad, y a toda una gama de metales pesados y sustancias agroquímicas. Al ser expuesto a metales pesados, absorbe apreciables cantidades de estos en su tejido. La combinación de alta tolerancia a la exposición a elevadas concentraciones de sustancias tóxicas, la capacidad de absorberlas y el alto ratio de crecimiento hace que Vetiver sea una especie apta para procesos de fitorremediación.

El término fitorremediación engloba varios procesos y el tratamiento de biorremediación puede basarse en una combinación de ellos:

- **Fitoextracción**, en el que la planta descontamina suelo o agua mediante la absorción de los contaminantes en su parte vegetal. La contaminación se elimina mediante sucesivas cosechas y tratamiento de la parte vegetativa. Este proceso se aplica a los metales pesados. Para ello se emplean determinadas especies de plantas, llamadas hiperacumuladoras por la elevada proporción en la que se acumulan metales pesados en sus tejidos, además de tener una alta producción de biomasa.
- **Fitoestabilización**, en el que la planta contribuye a reducir la movilidad de contaminantes (normalmente metales pesados) en un suelo contaminado. El principal efecto en este caso es la reducción del arrastre de sedimentos contaminados por agua o viento. También sería el caso si la presencia de la planta altere el pH del suelo, cambiando de esta manera la solubilidad de determinados metales. Para esta función se prefieren plantas tolerantes, pero no hiperacumuladoras como el Vetiver.
- **Fitovolatilización**, en el que la planta extrae los contaminantes del suelo o del agua y los volatiliza a través de su tejido. Metales pesados como mercurio o arsénico y compuesto orgánicos como BTEX, PAH, perclorados pueden ser tratados de esta manera.
- **Fitodegradación**, cuando plantas acuáticas o terrestres asimilan, almacenan y biodegradan sustancias orgánicas, incluso halogenados.
- **Fitoestimulación**, en el que exudados de las raíces (incluyendo el oxígeno) facilitan el crecimiento bacteriano o bien la asociación con micorrizas u otros hongos. Estos a su vez realizan la biodegradación de contaminantes orgánicos. El proceso también es llamado rizodegradación del suelo o biorremediación asistida por plantas).
- **Rizofiltración**, en el que la masa radicular actúa como filtro que retiene a los contaminantes. A la vez ofrece un sustrato para hongos, algas y bacterias, por lo que el filtro además facilita la biodegradación. La rizofiltración se emplea para el tratamiento de aguas residuales o aguas contaminadas. Vetiver es adecuado para este uso, ya que se crece bien con las raíces sumergidas.



GRÁFICO 23
Mecanismos de fitorremediación



Fuente: Elaboración propia.

La utilización de plantas para el tratamiento de aguas o suelos contaminados con metales pesados, tiene sus limitaciones y condiciones. Los más importantes son:

- Debe tomarse en consideración que los contaminantes se acumulan en la masa vegetal. Dependiendo de los niveles alcanzados en el tejido, puede ser necesario tratar la masa vegetal como residuo peligroso. Cabe decir que ello solo se produciría en circunstancias extremas en el que las concentraciones de metales en origen son muy elevados y se trate de una especie vegetal hiperacumuladora, que no es el caso de Vetiver. En cualquier caso, la masa vegetal cosechada no puede ser utilizado para compost, enmienda de suelo o alimentación, sin haber comprobado previamente los niveles de metales pesados. En caso de encontrar concentraciones elevadas, el material debe ser eliminado. En la evaluación del coste de tratamiento debe de tomarse en cuenta por tanto el coste de la eliminación periódica del material vegetal.
- Los procesos de fitorremediación suelen ser más lentos que alternativas convencionales como las físicas, químicas o incluso microbiológicas
- El efecto de la fitorremediación de suelos se limita a la zona de enraizamiento. Si la contaminación es más profunda que la masa radicular, esta no es tratada.
- Las especies utilizadas en fitorremediación suelen tener un comportamiento específico para uno o más metales pesados. Puede ser necesario utilizar varias especies para obtener el efecto propuesto.

En las siguientes secciones se presentarán las aplicaciones de Vetiver, respectivamente en la remediación de suelos contaminados y en el tratamiento de aguas contaminadas y aguas residuales.



3.1. Suelos (Fitorremediación)

Para fitorremediación se han identificado una serie de plantas que se han caracterizado como hiperacumuladoras. Una planta hiperacumuladora es aquella que absorbe y concentra por encima de un 0,1% (1.000 mg/kg) de un elemento en su tejido (materia seca). Estas concentraciones son entre 50 y 100 más de lo que se encuentran en plantas ordinarias. Además la acumulación debe de concentrarse en la parte aérea, lo que se define mediante el factor de traslocación. Este factor, que expresa la relación entre la concentración en la parte aérea y las raíces, debe ser mayor de 1.

Estudios con Vetiver han demostrado una elevada tolerancia a metales pesados y una notable acumulación en los tejidos (tabla 14).

 **TABLA 14**
Valores límite en el suelo y en la hoja para crecimiento de Vetiver

Metal	Suelo. Valor límite (mg/kg)	Hoja. Valor límite (mg/kg)	Nivel máximo piensos (mg/kg)
As	100-250	21-72	2
Cd	20-60	45-48	1
Cu	50-100	13-15	
Cr	200-600	5-18	
Pb	>1.500	< 78	30
Hg	>6	>0,12	0,1
Ni	100	347	
Se	>74	>11	
Zn		>880	

Fuente: Lit. 12, Lit. 16.

Para As, Cd, Pb y Hg se han fijado límites para las concentraciones en alimentación animal (Directiva 2002/32/CE). Los valores que soporta el Vetiver superan ampliamente estos límites, por lo que Vetiver no debería ser utilizado como forraje cuando es cultivado sobre suelos contaminados.

En la tabla 15 se muestran los resultados de un estudio sobre la traslocación de metales pesados en Vetiver. Se observa que las concentraciones absorbidas en el tejido no son elevadas y además los metales se acumulan principalmente en las raíces (el factor de translocación es bajo). Vetiver, por ello, no es considerado una especie hiperacumuladora.



TABLA 15
Concentraciones de metales pesados acumulados en Vetiver

Metal	Suelo (mg/kg)	Vegetal (mg/kg)	Raíz (mg/kg)	Factor Traslocación Veg/raíz
As	620	11	268	0,04
Cd	1,66	0,3	14	0,02
Cr	600	18	1750	0,01
Hg	6,2	0,12	11	0,11
Cu	50	13	68	0,19
Pb	730	78	88	0,87
Ni	300	448	1040	0,43
Se	74	11	25	0,46
Zn				0,40

Fuente: Lit.11.

Aún así se considera Vetiver una planta útil en procesos de fitorremediación, por algunas características que la diferencian de especies hiperacumuladoras, como son:

Elevada producción de biomasa. Las plantas hiperacumuladoras son generalmente de crecimiento lento. De este modo, aunque acumulan elevadas concentraciones, lo hacen de forma lenta y en una pequeña cantidad de biomasa. Vetiver, por el contrario produce mucha biomasa, pero con concentraciones menores.

Profundidad de enraizamiento. Las raíces de Vetiver llegan a mucha mayor profundidad que las especies hiperacumuladoras, generalmente de enraizamiento superficial. Vetiver, por tanto, trata un mayor volumen de suelo.

Estabilización del terreno. Vetiver puede ser plantado en laderas y/o en terrenos susceptibles de arrastre por escorrentía o erosión eólica, creando barreras que retienen el suelo contaminado. Como tal, Vetiver es una planta indicada para aplicación en fitoestabilización de suelos contaminados.

Aplicaciones prácticas de Vetiver en suelos contaminados son:

- **Rehabilitación de zonas mineras,** tanto de la corta como de las escombreras. Estas aplicaciones son en realidad de tipo geotécnico, con la peculiaridad de las extremas condiciones físico-químicas del suelo.
- **Fitoestabilización de suelos contaminados.** En esta aplicación, vetiver puede complementar la siembra de especies hiperacumuladoras, logrando de este modo una remediación de la capa superior y una reducción de la erosión del suelo.



3.2. Aguas (Fitodepuración)

La fitodepuración utiliza determinadas plantas para formar la base de un proceso de depuración. Sistemas de depuración de este tipo se califican como “blandos”. Los sistemas que emplean especies vegetales se agrupan en tres:

- Lagunas, que utilizan algas para el proceso de depuración
- Filtros, que utilizan especies herbáceas o árboles para reforzar el efecto filtrante del suelo. Los filtros utilizan la capacidad del suelo para retener la contaminación. A la vez constituyen el sustrato para el crecimiento de plantas que refuerzan el proceso de depuración. La depuración es efectuado por una masa microbiana que realiza procesos de biodegradación, pero por las plantas que oxigenan el suelo y asimilan nutrientes.
- Humedales, que se diferencian de los filtros en que se encuentran inundados y que se emplean especies vegetales acuáticas o adaptadas a estar inundadas. En los humedales artificiales, la masa radicular actúa como filtro, reteniendo los sólidos en suspensión. A su vez, las raíces también ofrecen una superficie sobre la que pueden desarrollarse una población microbiana (bacterias y hongos) que ejercen una función depuradora, aportando las raíces oxígeno a la masa microbiana. Las plantas absorben, asimilan y degradan nutrientes y contaminantes.

La mayoría de estos sistemas se han desarrollado para la depuración convencional o para el tratamiento terciario de aguas residuales convencionales. La depuración convencional se centra en la eliminación de materia orgánica y la oxidación/eliminación de nutrientes.

Para el caso de Vetiver también es relevante el uso de la fitodepuración para la eliminación de metales pesados.

El hábitat natural del Vetiver es el pantano. Debido a ello, se desarrolla bien cuando las raíces se encuentren totalmente sumergidas en agua. En medio acuático, las raíces se desarrollan menos, pero aún presentan una masa densa de raíces finas con un diámetro promedio de 0,5-1 mm. La rizósfera ofrece de esta manera una superficie específica (m^2/m^3) grande para el establecimiento de una masa microbiana activa.

Una desventaja de esta misma condición de especie de pantano es su elevado nivel de evapotranspiración que puede llegar a 30 mm/día. Por ello, no está indicado su uso para fitodepuración en combinación con reutilización de las aguas, ya que las pérdidas de agua serán elevadas.

Depuración convencional

Se ha utilizado Vetiver en humedales artificiales para la depuración de aguas residuales urbanas y para aguas residuales industriales con una elevada carga orgánica. En todos los casos Vetiver responde bien y se obtienen elevados rendimientos, por encima del 90% en DBO, DQO y SST. Los humedales también reducen de forma eficiente las concentraciones de nutrientes N y P. En aguas residuales domésticas Vetiver ha reducido la concentración de N hasta ≤ 20 mg N/l y $\leq 0,5$ mg P/l. (Lit. 22)



La literatura disponible, sin embargo, solo reporta datos cualitativos. No se presentan suficientes datos para permitir una evaluación cuantitativa de cargas máxicas o de ratios de eliminación de nutrientes.

Debido a la alta producción de biomasa, Vetiver es capaz de asimilar elevadas concentraciones de N y P, por lo que puede ser utilizado en el postratamiento de aguas residuales para reducir la emisión de nutrientes. Con un contenido de 2% de N y 0,1% de P en la hoja (materia seca, m.s) y un nivel radiación solar óptimo, el crecimiento se acerca al máximo de 80 ton m.s./ (ha.año). (Lit 23). Para obtener esta producción se requieren frecuentes siegas, pero en tal caso un humedal de Vetiver puede eliminar 1.600 kg N/ (ha.año) y 80 kg P/ (ha.año). En situaciones de elevada disponibilidad de N y P, la planta puede llegar a contener 2,5% de N y 0,15% de P, por lo que la eliminación incrementa a 2.000 kg N/ (ha.año) y 120 kg P/ (ha.año). En esta valoración no se toma en cuenta los procesos de desnitrificación y fijación (precipitación) que pueden ocurrir en la masa radicular sumergida. Ello hace creíble algunos datos que presentan reducciones de 14.000 kg N/ (ha.año) y 1.000 kg P/(ha.año) (Lit. 24) obtenidos en cultivos hidropónicos experimentales.

Se ha observado que el crecimiento de Vetiver responde positivamente hasta niveles de 6.000 kg N/ (ha.año) y 250 kg P / (ha.año), mientras que el crecimiento no se veía afectado hasta nivel de 10.000 kg N/ (ha.año) y 1.000 kg P/(ha.año) (Lit. 21).

Eliminación de metales pesados

Vetiver ha sido utilizado con éxito para el tratamiento de purines y lixiviados de vertedero. En tales aplicaciones se buscaba, sin embargo la reducción del volumen de vertido, aprovechando la alta evapotranspiración de Vetiver y la alta tolerancia a condiciones extremas de pH, carga contaminante y metales pesados. El mecanismo en este caso es la retención de la contaminación en la masa vegetal y la evaporación del agua. La materia orgánica contenida en las aguas estará sujeta a degradación microbológica, por lo que el tratamiento es en realidad una mezcla de filtración, deshidratación y compostaje.

Aguas residuales con elevadas concentraciones de metales pesados son complicadas de tratar. Existen varias tecnologías, basadas en intercambio iónico o precipitación química o microbiana que se aplican a aguas con metales pesados, incluidas aguas ácidas de mina (AMD-Acide Mine Drainage). Se está empujando a utilizar humedales artificiales para este fin, en los que se utilizan plantas como fitofiltradores.

Todavía hay poca experiencia con la utilización de Vetiver en humedales artificiales para el tratamiento de aguas ácidas. Se hizo un experimento que tuvo como resultado que inicialmente el filtro lograba neutralizar las aguas. El efecto era temporal y es posible que la neutralización se debiera al sustrato (con cal) más que a las plantas (Lit.24).



4. Uso agroindustrial

4.1. Forraje (hojas)

Los brotes jóvenes de vetiver son apetecibles para el ganado, aunque la digestibilidad es relativamente baja (tabla 16). Las hojas maduras son leñosas y de baja aceptación por el ganado. Por tanto, en la práctica, las hojas de Vetiver solo podrán ser utilizadas como forraje cuando la planta es cultivada expresamente para este fin. En tal caso se harían cortes frecuentes, estimulando el rebrote y manteniendo una masa vegetal joven.

En el caso que Vetiver se emplea para otros fines, generalmente los cortes serán menos frecuentes y las hojas se habrán lignificado.

 **TABLA 16**
Valor nutritivo de Vetiver en comparación con pasto forrajero

Parámetro	Vetiver			Pasto forrajero
	Joven	Maduro	Viejo	
Producción (ton/(ha.año))		Hasta 100		50
Digestibilidad (%)	51	50	-	70
Proteína (%)	13	8	7	15
Grasa (%)	3	1,3	1,4	
Calcio (%)	0,3	0,25	0,3	0,6
Magnesio (%)	0,9	0,13	0,16	0,18
Sodio (%)	0,12	0,16	0,14	0,23
Potasio (%)	1,5	1,4	1,5	
Fósforo (%)	0,12	0,06	0,1	0,33
Hierro (mg/kg)	186	99	81	

Fuente: Lit. 2.

4.2. Celulosa (hojas)

Las hojas de vetiver contienen un 35% de hemicelulosa, un 25% de celulosa y un 4% de lignina.

Se ha estudiado el potencial de pastos como el Vetiver para la producción de alcohol, mediante conversión enzimática de celulosa en azúcares, seguido por la fermentación de los azúcares en etanol. Los datos indican que la producción teórica de etanol a partir de Vetiver podría estar en 2.000-2.500 l/(ha.año), valor muy debajo de otros pastos con los que se obtienen teóricamente entre 4.000-6.000 l/(ha.año). Vetiver, por tanto no sería un cultivo de elección para esta aplicación (Lit. 19).

No se han encontrado referencias sobre utilización de Vetiver como fuente de celulosa para la producción de papel o cartón.



4.3. Cultivo energético (hojas)

Vetiver puede ser cultivado como pasto, admitiendo hasta 3 cortes por año. El corte se realiza con segadores convencionales. Con suficiente agua, la producción anual puede llegar a 70-80 ton materia seca/ (ha.año). La hoja se seca fácilmente al sol, por lo que tras unos días en el campo se puede embalar.

El PCI de hojas secas de Vetiver es de unos 16 GJ/ton. En el caso de fabricar briquetas, la humedad es menor, por lo que el PCI sube a 19 GJ/ton. Para referencia, el PCI del carbón (hulla) es de 30 GJ/ton.

TABLA 17
Rendimientos de algunos cultivos energéticos, incl. Vetiver

Cultivo	Producción materia seca (ton/ha)	Observaciones
Eucalipto	9	Ciclo corto de 2 años 10.000 pies/ha.
Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>)	50 (regadío)	Produce grano para bioetanol
Cardo (<i>Cynara cardunculos</i>)	18-20 (secano)	Vida útil 7-10 años Semillas para aceite
Miscanthus (<i>Miscanthus giganteus</i>)	30-50	Clima templada
Vetiver	15-20 (secano) 70-80 (regadío)	Vida útil 20 años

Fuente: Lit. 17, 18.

La tabla 17 muestra que Vetiver puede competir con otros cultivos energéticos en cuanto a productividad y vida útil de la planta.

Los cultivos energéticos son una fuente renovable de energía. Uno de los parámetros para valorar un cultivo energético es su capacidad de secuestro de CO₂. En el caso de Vetiver son relevantes tanto la producción de masa vegetal, como la masa radicular.

Un experimento en Tailandia sobre la capacidad de Vetiver para secuestrar CO₂ obtuvo como resultado que la producción de biomasa en hojas es de unos 90 t/ha en 24 meses (45t/(ha.año)) con una cantidad de carbono orgánico de unos 41 t/ha (20,5 t/(ha.año)). (Lit. 14).

En el caso de Vetiver también es relevante evaluar la cantidad de carbono que se acumula en las raíces. El estudio mostró incrementos de 4-20 t/ha de carbono orgánico en el suelo tras 2 años. En otros estudios se ha estimado que en los primeros 7 años tras la plantación de Vetiver, la cantidad de carbono orgánico incrementó en 200 t/ha. Otros estudios estiman entre 8-13 t/ha y año durante un periodo de 3-6 años.

El carbono secuestrado en las hojas vuelve a liberarse una vez utilizado como fuente energética. El carbono secuestrado en las raíces es retirado de la atmósfera durante años, incluso después de retirar el cultivo. Las raíces permanecen en el suelo e incrementan la cantidad de materia orgánica. Por la profundidad de las raíces el carbono secuestrado además tardará en volver a incorporarse a la atmósfera.



4.4. Aceites esenciales (raíces)

El aceite de vetiver, extraído de sus raíces, es internacionalmente reconocido por sus cualidades como aroma, antiséptico, afrodisíaco y sedativo. Es un aceite de color marrón ámbar y de consistencia densa. El olor del aceite de vetiver se describe como profundamente, dulce, arbolado, ahumado, terroso, ambarino, balsamo.

La mejor calidad de aceite se obtiene de las raíces que tienen entre 18 y 24 meses de edad. El rendimiento suele ser de 3-5 ton de raíz seca por hectárea y contiene entre 1-1,5% de aceite. El rendimiento es por tanto de 30-75 kg de aceite por hectárea y cosecha, lo que se traduce en 15-37,5 kg/(ha.año). Hay estudios (Lit. 20) que apuntan a la influencia de bacterias del grupo Fibrobacter/Acidobacter en la generación y composición de los aceites aromáticas en las raíces. Parece existir un campo de investigación para lograr incrementar la producción de aceites y para orientar su composición hacia olores demandados en el mercado.

Para recuperar la raíz, se cosecha el primer 0,5-1 m., se elimina la tierra adherida y se seca al sol o en horno a 36°C hasta reducir la humedad al 12%. Las raíces secas se muelan y se maceran durante 24 horas previa a la destilación. El proceso de destilación tarda de 18 a 24 horas. El aceite destilado se deja añejar durante 3 meses antes de su comercialización.

Un aspecto importante es que las características del aceite varían de forma sensible según su procedencia. En la composición de aceites aromáticos influyen parámetros como las condiciones del suelo y la climatología. De la misma manera, el aceite producido en Haití y Reunión es más floral y considerado de alta calidad. El aceite de Java tiene un olor más ahumado. En la India, país de origen de Vetiver, se produce aceite de plantas salvajes y de plantas cultivadas. El aceite “salvaje” conocido como Khus o Khas, es muy apreciado. El valor de mercado ronda los 100 USD/kg.

4.5. Artesanía

En países como Tailandia y Venezuela se está utilizando la hoja de Vetiver para trabajos de artesanía, principalmente cestería y figuras.

Para este fin se cosecha la hoja joven (3 meses) y se seca. Tras el secado se puede teñir.



GRÁFICO 24

Ejemplos de artesanía hecha con Vetiver



Fuente: Internet.

5

ASPECTOS POSITIVOS Y NEGATIVOS DEL VETIVER





A modo de resumen de esta primera fase del estudio se presentan una serie de aspectos positivos y negativos de la utilización y aprovechamiento de Vetiver para sus diferentes potenciales usos.

1. Ventajas

- Especie exótica sin riesgo de invasión. Es estéril y no desarrolla rizomas ni estolones. Fácil de eliminar, cortando debajo de la corona.
- Bajo coste de inversión. Para la estabilización de taludes, el coste es el 30% de los costes de medidas tradicionales
- Menor impacto visual en comparación con medidas “duras”.
- Bajos costes de mantenimiento a largo plazo. A corto plazo se requiere atención, para asegurar su pleno establecimiento, en especial el riego. Una vez establecido, (2 años) la cobertura apenas requiere mantenimiento y tiene una vida útil de hasta 50 años.
- Muy efectivo en suelos pobre y muy erosionables.
- Muy tolerante a condiciones adversas de suelo y agua de riesgo (pH, salinidad, sodicidad, metales pesados)
- Su baja tolerancia a la sombra le hace idóneo como “lanzadera” en proyectos de reforestación, estabilizando el suelo y protegiendo árboles jóvenes hasta que éstas se hayan consolidado y su sombra frena el desarrollo del Vetiver.
- Tiene una elevada producción (hasta 100 t/a) gracias a su fotosíntesis de tipo C₄, por lo que es una especie interesante para el secuestro de carbono. Además, por la extensión profunda de las raíces, una parte importante del CO₂ es secuestrado en el suelo.

2. Desventajas

- Es una especie que requiere una exposición plena al sol. No puede aplicarse en zonas con mucha sombra.
- En clima mediterráneo exige una muy cuidada planificación de la plantación, ya que requiere hasta 6 meses para establecerse. Durante este tiempo deben de evitarse heladas fuertes o importantes sequías. Debido a ello y dependiendo de la zona, la época de plantación se limita al otoño temprano y primavera temprana en zonas templadas y únicamente en primavera en zonas que sufren heladas.
- El riego es esencial en fase de establecimiento y puede ser difícil en zonas muy inclinadas donde precisamente es mayor su eficacia.



- Los brotes jóvenes son apetecibles para el ganado y roedores. La hoja madura no. Por ello, durante el establecimiento de una barrera es necesario proteger el terreno contra invasión.
- Tiene una elevada evapotranspiración potencial. En usos como la fitodepuración, las pérdidas de agua son elevadas.
- No es hiperacumulador de metales pesados, por lo que su uso práctico se limita a fitoestabilización. La eliminación de metales se puede incrementar mediante siegas frecuentes.
- Puede requerir maquinaria específica para cosecha de las raíces.



POTENCIALES MERCADOS DE VETIVER





1. Introducción

En los capítulos anteriores se ha realizado una descripción de las características de la planta Vetiver y un inventario de sus potenciales usos. También se ha caracterizado el entorno de San Juan del Puerto desde el punto de vista de los factores físicos y socioeconómicos relevantes para el cultivo y uso de Vetiver.

En este capítulo se aplican estos datos para llegar a definir los potenciales mercados de Vetiver, centrándose en la Provincia de Huelva, que servirá de escaparate para una futura expansión hacia otras regiones mediterráneas de España.

2. Agricultura

La agricultura en la Provincia de Huelva está fuertemente condicionada por la disponibilidad de agua. La agricultura de regadío, concentrada en el sur de la Provincia, está pendiente de la culminación del trasvase Guadalquivir-Guadiana para poder ampliar/satisfacer su demanda. Se trata de una agricultura de alto valor añadido y no parece realista pensar que algún uso de Vetiver pueda superar el rendimiento económico de estos cultivos. Aún así, la ampliación de las zonas de regadío ofrece nuevas oportunidades, también para nuevos cultivos.

El cultivo de fresas y otros frutos rojos está sometido a la presión de sus mercados para reducir el impacto ambiental de su producción. Vetiver puede ser utilizado como una barrera física que reduce la dispersión de fertilizantes y pesticidas a la vez que sirve de cortavientos y barrera contra propagación de plagas.

Por su parte, la agricultura de secano en los alrededores de San Juan del Puerto también obtiene altos rendimientos en sus cultivos principales: el girasol y el trigo. Estos se cultivan en régimen de alternancia, por lo que no quedan periodos de barbecho que pudieran aprovecharse para intercalar un cultivo de Vetiver. Por ello tampoco se considera muy probable que el cultivo de Vetiver pueda convertirse en una alternativa a los cultivos de secano existentes.

Se estima que las mejores oportunidades para el Vetiver pueden existir en las tierras de uso marginal como las del Andévalo, tierras que se utilizan como jarales y pastizales. Se trata de una zona con una pluviometría media (500-700 mm), pero con acceso a agua procedente de la Sierra. Muchos municipios del Andévalo cuentan con grandes extensiones de terrenos municipales/comunales que están en desuso o mal aprovechadas. Las empresas que se vayan a dedicar a usos industriales de Vetiver, como cultivo energético o para producción de aceites aromáticos, pueden promover acuerdos con los municipios para la explotación de estos terrenos para el cultivo de Vetiver, creando a la vez empleo local.

Finalmente, la reforma de la PAC 2013-2020 tendrá importantes consecuencias para la agricultura andaluza. Especialmente los cultivos de algodón y remolacha se verán afectados y dejarán muchas tierras en desuso. Las tierras excedentarias son candidatas para ser plantadas con Vetiver como cultivo energético o para aceites aromáticos.



En este contexto en la agricultura se consideran dos posibles mercados para el Vetiver. El primer mercado es el del **Vetiver como cultivo agrícola** sobre terrenos marginales y tierras afectadas por la PAC. El segundo es el de **aplicaciones auxiliares**, destinadas a mejorar las condiciones de los cultivos actuales.

2.1. Cultivo de Vetiver

El cultivo de Vetiver probablemente se realizará en tierras consideradas actualmente como marginales o inaptos para el cultivo, pero con condiciones adecuadas para Vetiver. Estos pueden ser:

- Tierras pantanosas, incluso con cierto nivel de salinidad o de acidez, por ejemplo tierras cercanas a las marismas.
- Tierras ácidas o alcalinas o terrenos contaminados con metales pesados.
- Pastizales.

El cultivo de Vetiver se puede orientar a biomasa energética o para la producción de aceites aromáticos, suponiendo que las variedades de Vetiver son diferentes para cada caso.

En el primer caso, el cultivo será permanente y la cosecha se realiza mediante siegas periódicas del follaje.

En el caso que la producción tiene el objetivo de cosechar las raíces para la extracción de aceites, es probable que durante los 14-18 meses de cultivo puedan realizarse algunos cortes del follaje para fines energéticos, aumentando así la rentabilidad global de la explotación.

La viabilidad técnica y económica de los cultivos, así como las condiciones mínimas y óptimas del suelo tendrán que ser determinados en estudios de investigación, por lo que en estos momentos no puede aventurarse sobre la posible extensión o valor del mercado que pudiera generarse.

2.2. Aplicaciones auxiliares

Por aplicaciones auxiliares se entienden los usos de Vetiver destinados a mejorar las condiciones de los cultivos convencionales. Tales aplicaciones pueden ser las de cortavientos, barrera contra propagación de plagas o protección de cauces cercanos contra arrastre de fertilizantes o pesticidas (contaminación difusa).

En Huelva se da una circunstancia muy particular en el que se desarrolla una agricultura intensiva en agua, fertilizantes y pesticidas dentro de un Parque Natural. Por ello, la utilización de barreras de Vetiver puede ser una medida interesante para reducir el arrastre por el agua y/o el aire de productos agrícolas hacia las aguas superficiales o suelos naturales. La Fundación Doñana ²¹ se dedica a promover modelos de desarrollo sostenible en la comarca de Doñana y promueve proyectos que mejoran la convivencia entre agricultura y protección ambiental. La participación de la Fundación en un proyecto de instalación de barreras de Vetiver se considera fundamental.

La utilidad y el efecto de estas aplicaciones tendrán que ser demostrados antes de su comercialización.



3. Industria

3.1. Agroindustria

Se han identificado dos actividades agroindustriales en Huelva que pueden incorporar el Vetiver. En el Andévalo se explota la jara para la producción de materias primas para la industria de la perfumería. La producción de raíces de Vetiver para la extracción de aceites aromáticos bien puede considerarse un producto de diversificación para esta industria.

Por su parte la producción de aceite de oliva conlleva la generación de residuos difíciles de tratar. Vetiver puede utilizarse en el tratamiento de estos residuos.

Producción de aceites esenciales

En la zona sur del Andévalo, principalmente por Puebla de Guzmán, Calañas y Sta. Bárbara se explota la jara de forma informal y semi-industrial. La goma y el aceite de ládano, extraídas de la Jara (*Cistus ladanifer*) son muy valorados en la industria de la perfumería como fijador del aroma.

En Puebla de Guzmán (Huelva) se encuentra una de las pocas instalaciones industriales para la producción de la goma y aceite de ládano. La empresa francesa **Biolandes** dispone en Puebla de Guzmán de una instalación para procesar 3.000 toneladas/año de brotes de jara para producir más de 1 tonelada de esencia de jara y 50 toneladas de goma de ládano que constituye la mayor parte de la producción mundial de estos productos. La materia prima se obtiene en los jarales lindantes y se procesa prácticamente in situ. Puede decirse, por tanto que la región cuenta con una industria afín que podría ampliar su actividad para producir aceite de Vetiver.

Las explotaciones en Calañas y Sta Bárbara se dedican a la corta de la jara y la primera transformación a escala semi-industrial. El producto se vende a intermediarios españoles o extranjeros.

La Región de Andévalo puede ser interesante por tener tierras poco productivas que podrían beneficiarse con la introducción del cultivo de Vetiver. También puede estudiarse la posibilidad de aprovechar las antiguas zonas mineras de la región para el cultivo de Vetiver para fines de producción de aceite.

Por su parte, en Dos Hermanas (Sevilla) opera la empresa **Bordas Chinchurreta**, que se dedica a la destilación de esencias, entre otras de la jara. También esta empresa puede involucrarse en el proyecto de producción de aceite de Vetiver.

Producción de compost de alperujo

Históricamente, las almazaras han tenido problemas con la eliminación de sus aguas residuales, el alpechín. Con la modernización del proceso de prensado y extracción hacia un proceso de dos fases ya no se genera alpechín, sino un residuo líquido, el alperujo. El alperujo puede someterse a una extracción con disolventes, con el fin de producir el aceite de orujo, o bien se procesa como residuo. Uno de los procesos de tratamiento del alperujo es el compostaje.



Para compostar el alperujo se mezcla con el hojín (hojas de limpieza) y con estiércol. El hojín se requiere como material estructurante y el estiércol para aportar nitrógeno. Aún así la alta humedad inicial del alperujo perjudica el desarrollo óptimo del proceso de compostaje.

Vetiver podría ofrecer una solución al respecto. La elevada tolerancia de Vetiver a condiciones de suelo desfavorables, por una parte, y su elevada evapotranspiración por otra, brinden la posibilidad de introducir un pretratamiento del alperujo que consiste en la plantación de Vetiver en las balsas de alperujo. Una vez obtenido el grado de humedad requerido, se recoge y se tritura el conjunto de Vetiver y alperujo para el compostaje. De esta manera, el Vetiver se incorpora a la mezcla como material estructurante.

La empresa **Olivar de Huelva** en Niebla ya ha realizado estudios de viabilidad sobre el compostaje de alperujo y podría ser un buen candidato para participar en el estudio de esta aplicación.

En los alrededores de San Juan del Puerto se ubican unas 9 almazaras, por lo que existe suficiente mercado local para justificar un estudio de viabilidad:

- Cooperativa Nuestra Señora de la Oliva (Gibraleón).
- Cooperativa Olivarera San Bartolomé de la Torre (San Bartolomé de la Torre).
- Torre Oliva (San Bartolomé de la Torre).
- Cooperativa Olivares San Antonio Abad (Trigueros).
- Olivar de Huelva (Niebla).
- Olibeas (Beas).
- Cooperativa Agrícola Olivarera (Villarrasa).
- Virgen del Valle S.C.A (Oro de Ostur).
- Almazara Cooperativa (Bollullos Par del Condado).

3.2. Minería

En los últimos años ha incrementado de forma importante la demanda de metales en el mercado mundial, debido principalmente al empuje de las economías asiáticas. La consecuente subida de precios ha impulsado a la industria minera para explorar y explotar nuevos yacimientos o bien para reabrir minas abandonadas.

En respuesta a esta tendencia, la Junta de Andalucía está promoviendo el relanzamiento de la actividad minera en la Comunidad Autónoma con la publicación del PORMIAN y con la convocatoria de un concurso para la adjudicación de licencias mineras. En estos momentos solo hay una mina activa en Huelva, la de Aguas Teñidas, gestionada por Iberian Minerals Corporation (MATSA). EMED está tramitando la reapertura de las minas de Riotinto. También las nuevas concesiones mineras adjudicadas en mayo de 2013 a EMED Mining, Corporación de Recursos Iberia y Cambridge Minería España pueden ofrecer nuevas oportunidades. Los adjudicatarios se han comprometido con una inversión de 7,5 millones de Euros en investigaciones en un total de 7.050 hectáreas.



Estas investigaciones llevarán, se espera, a proyectos de explotación. Estos deberán incluir propuestas para la restauración e integración ambiental de las minas y posiblemente tendrán que definir medidas compensatorias.

Ello constituye una oportunidad para introducir medidas y soluciones basadas en la utilización de Vetiver.

Hasta que las licencias de investigación no conduzcan a proyectos y licencias de explotación no se podrá conocer el mercado o el plazo en que se materializan los proyectos de restauración.

La minería de metales en Huelva ha dejado una importante herencia en forma de minas y escombreras abandonadas. Hasta el 2006, los Programas Operativos del FEDER de la Junta de Andalucía incluían partidas para la restauración ambiental de zonas mineras. Aunque en el vigente Programa Operativo 2007-2013 no se continuó esta labor, siguen pendientes de restaurar muchos emplazamientos.

El resurgir de la minería puede aprovecharse para continuar las labores de restauración de minas antiguas. En el marco de la creación de Empleo Verde y de la concesión de nuevas licencias mineras pueden proponerse proyectos pilotos con Vetiver como medidas de compensación.

3.3. Industria Química

Huelva y su entorno constituyen hoy uno de los principales centros industriales de España. En el término municipal de Huelva y en la localidad de Palos de la Frontera se ubican las empresas del llamado Polo Químico. Las 16 empresas más significativas de la actividad industrial de la provincia se han agrupado bajo el nombre de “Asociación de Industrias Químicas, Básicas y Energéticas de Huelva” (AIQBE). Las empresas son: Air Liquide, Algry, Aragonesas, Atlantic Copper, Cepsa, Enagas, Endesa, Ence, Cepsa Química, Fertiberia, FMC Foret, Repsol YPF, Unión Fenosa, Huntsman Tioxide.

Las empresas potencialmente relevantes para las aplicaciones de Vetiver son las siguientes:

- ENCE: Planta de celulosa y de energía eléctrica.

ENCE gestiona unos 65.000 ha de eucalipto y bosque mediterránea para producir los más de un millón de metros cúbicos de madera de eucalipto al año que requiere para producir 400.000 Ton/año de celulosa. ENCE dispone de sus propios viveros de eucalipto para replantar las parcelas taladas.

El elevado consumo energético en la fabricación de pasta papelera, tanto en forma de electricidad como de calor, ha estimulado una utilización muy extendida de la cogeneración de energía. Las plantas de cogeneración se alimentan con gas natural, biomasa forestal y biomasa residual del proceso de producción. En diciembre de 2012, ENCE ha puesto en marcha una nueva planta de biomasa de 50 MW que consume unas 400.000 t/a de biomasa procedente, entre otros de cultivos energéticos. Para asegurar el suministro de biomasa, ENCE dispone de un centro de investigación y cultivo propio de plantas.

Por todo ello se considera de gran interés contar con ENCE para explorar y demostrar la viabilidad de usos de Vetiver, tanto en la producción agroforestal del eucalipto, como de cultivo energético.

- Fertiberia



Fertiberia cuenta en Huelva con dos fábricas.

La Planta de Palos de la Frontera produce amoníaco y urea utilizando gas natural como principal materia prima, junto con nitrógeno atmosférico. La planta en Huelva produce fosfato monoamónico, abonos complejos y fosfatos solubles. Hasta finales de 2010 producía también ácido fosfórico, a partir de roca fosfórica y ácido sulfúrico. En este proceso se producía como residuo el fosfoyeso, que se vertía en grandes balsas ubicadas en las marismas. Las balsas constituyen un pasivo ambiental importante, debido a las elevadas concentraciones de metales pesados e incluso gas radón. Fertiberia ha puesto en marcha un proyecto de revegetación de las balsas de fosfoyesos. En este proyecto se espera que Vetiver pueda jugar un papel en la bioestabilización de las balsas o creando barreras para evitar el arrastre de sedimentos hacia la ría.

Otras empresas del Polo químico como Endesa, Unión Fenosa, Enagás, Repsol y Cepsa son grandes emisores de GEI (Gases de Efecto Invernadero) y como tales están activos en el mercado de Derechos de Emisión. Si se demuestra la viabilidad de Vetiver como cultivo energético, estas empresas podrán estar interesados en participar en el desarrollo del cultivo y la instalación de centrales de biomasa.

3.4. Construcción

Los proyectos de infraestructuras lineales generan interesantes oportunidades para aplicaciones de Vetiver. La estabilización de desmontes y terraplenes con barreras de Vetiver es un campo clásico de la bioingeniería con Vetiver.

Sin embargo, la realidad es que el sector de la construcción, y en especial el de las infraestructuras, es el que más ha sufrido las consecuencias de la crisis. El vigente Plan de Infraestructuras para la Sostenibilidad del Transporte en Andalucía (PISTA 2007-2013) habla de unas inversiones de 30.000 millones de euros, de los cuales más del 80% en infraestructuras ferroviarias y viarias. En lugar de invertir, en los últimos años se ha reducido en un 80% la inversión pública en infraestructuras civiles y las tendencias no hablan de una recuperación, sino de una reconversión y reorientación de la inversión pública.

Por ello, no se considera que el sector de la construcción, y en especial el de las infraestructuras públicas, sea un sector prioritario para abrir el mercado para el Vetiver. Las empresas de bioingeniería que se crean a partir de otro tipo de proyectos, tendrán que estar atentos a las oportunidades que surjan, valiéndose de las referencias y la experiencia obtenida en aplicaciones similares, como en la restauración minera.

4. Servicios ambientales

4.1. Restauración ambiental

El campo natural de utilización de Vetiver es el del control de erosión en todas sus vertientes, desde la estabilización de laderas, hasta la reducción de escorrentía, la retención de sedimentos y la canalización de flujos de agua.



El mercado para ello es básicamente la Administración Pública, cuyos organismos son Autoridad Competente en materias de infraestructuras de transporte y el Dominio Público Hidráulico.

En las últimas décadas, Andalucía ha hecho un gran uso de los Fondos Estructurales de la Unión Europea para dotarse de infraestructuras y para implementar mejoras en materia la calidad ambiental. Puede decirse que mucho está hecho y además se han disminuido los fondos disponibles para estos fines. Finalmente la crisis económica ha reducido drásticamente los presupuestos autonómicos. Por todo ello, el mercado será reducido y habrá que buscar proyectos en los que la utilización de Vetiver suponga un valor añadido demostrable en forma de mayor ratio coste-efectividad.

Los mercados donde pueden existir oportunidades para la utilización de Vetiver en Huelva y por extensión, Andalucía, son los siguientes:

- Restauración de cauces desestabilizados

El Plan de Restauración Hidrológica-Forestal y de Protección de Cauces de la Confederación Hidrográfica del Guadiana (CHG) tiene como objetivo corregir el desequilibrio hidrológico ocasionado por el deterioro del suelo y la cubierta vegetal, que conllevan el inicio de procesos erosivos y fenómenos torrenciales (avenidas e inundaciones). En el marco de este plan, la CHG está ejecutando un convenio con la Diputación de Huelva y con 17 municipios onubenses. Las obras son financiados en un 80% con fondos FEDER. Esta vía de convenios puede explorarse para iniciar nuevos proyectos que utilizan Vetiver. Los proyectos actuales consisten fundamentalmente en actuaciones como limpieza, protección y encauzamiento de cauces, la preservación del paisaje y recuperación de espacios naturales, la restauración de impactos y prevención de impactos y prevención de inundaciones. También se crean centros de interpretación, aulas de naturaleza o instalaciones de uso social o la adecuación de vías verdes.

Las medidas convencionales de encauzamientos y de protección de márgenes suelen ser infraestructuras duras como muros, diques, escolleras o gaviones. Vetiver puede sustituir parcialmente o complementar estas obras para obtener soluciones mejor integradas en su entorno.

Los proyectos de restauración son relativamente pequeños, por lo que no debe ser difícil encontrar un proyecto adecuado para realizar una prueba con Vetiver.

- Restauración hidrológico-forestal

Las lluvias torrenciales, típicas de las regiones mediterráneas, son la principal causa de la erosión del suelo y la desestabilización de cauces. La principal medida para prevenir y corregir la pérdida de suelo consiste en establecer y mantener la cubierta vegetal.

Barreras de Vetiver pueden vertebrar o complementar actuaciones de protección del suelo. La principal función de Vetiver en tales proyectos sería eliminar o minimizar la erosión laminar y facilitar la retención de sedimentos. De esta manera se gana tiempo para el establecimiento de una cobertura vegetal estable. Este principio aplica tanto en suelo (Prevención de erosión, corrección de cárcavas o torrentes) como en cauces (protección de márgenes, encauzamiento).

La utilización de Vetiver es más indicada en terrenos con elevada pendiente o en márgenes de cauces con elevadas velocidades del agua.



- Restauración de áreas quemadas por incendios forestales

Tras un incendio forestal, el suelo queda desprotegido por haber perdido la cobertura vegetal así como la matriz orgánica del propio suelo. Debido a ello, el mayor problema después de un incendio lo constituye la erosión. La erosión no solo afecta al propio suelo quemado, sino también a los cauces que con las primeras lluvias reciben las cenizas.

La plantación de barreras de Vetiver para proteger cauces y retener sedimentos parece una aplicación interesante que merece ser explorado.

En caso de éxito, el mercado es importante. Solo en la Provincia de Huelva, en el periodo 2001-2011 se ha quemado un total de más de 30.000 ha de suelo forestal, de los cuales casi 20.000 ha arbolados. De año en año, la superficie quemada varía de 100 ha a 6.000 ha. (sin contar el incendio iniciado en Minas de Riotinto en 2004, que fue el mayor incendio forestal ocurrido en la década 2001-2010 con un total de casi 30.000 hectáreas de superficie forestal afectada).

- Restauración Ambiental de zonas mineras

En el marco de Programa Operativo Integrado de Andalucía (Marco FEDER 2000-2006), la Junta de Andalucía ha hecho un esfuerzo importante en la restauración ambiental de minas y escombreras abandonadas. El Programa Operativo vigente ya ni incluye una partida para este fin y en el contexto actual de crisis no puede esperarse que se acometan nuevos proyectos en los próximos años. En cualquier caso, este mercado debe de vigilarse para detectar oportunidades para la utilización de Vetiver.

4.2. Depuración

La fitodepuración es un concepto que se utiliza tanto en la depuración convencional como para aplicaciones muy específicas.

En la depuración de aguas residuales urbanas, la fitodepuración se clasifica como una tecnología no convencional (blanda) y se utiliza para pequeñas comunidades o para el tratamiento terciario de depuradoras antes del vertido a cauces sensibles.

La Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente de la Junta de Andalucía es el promotor principal del Centro de las Nuevas Tecnologías del Agua (CENTA) que lidera el I+D en Tecnologías No Convencionales de depuración. El centro tiene mucha experiencia en la depuración con filtros verdes y humedales artificiales, por lo que sería un socio estratégico para iniciativas de fitodepuración con Vetiver.

El mercado de las depuradoras es básicamente el mercado público, siendo la competencia municipal o provincial. En Huelva, la explotación de las depuradoras existentes está en manos de Aguas de Huelva, Aqualia y GIAHSA.

La Junta de Andalucía ha aprobado en el 2010 un acuerdo por el que se declaran una serie de obras de saneamiento y depuración de Interés Autonómico. En la Provincia de Huelva se han declarado 32 obras de Interés Autonómico. En la mitad de los casos se trata de adecuaciones y ampliaciones, pero la otra mitad son depuradoras nuevas en localidades pequeñas. Especialmente para pequeñas localidades puede



pensarse en la utilización de depuradoras no convencionales como filtros verdes y humedales plantados con Vetiver.

Vetiver se está promoviendo como una especie vegetal apta para la fitodepuración de aguas con metales pesados e incluso para la neutralización de aguas ácidas. Ello sugiere que Vetiver puede ser de utilidad para el proyecto de la futura presa de Alcolea en el Río Odiel. El río Odiel recibe aguas ácidas procedentes de numerosas escombreras mineras. Debido a ello, las aguas del Odiel son ácidas y llevan metales pesados. Esta condición impide la utilización del agua del río Odiel en régimen directo en gran parte de la cuenca. Los estudios realizados sobre el embalse indican que las aguas del futuro embalse tendrán un pH neutro y con concentraciones de metales pesados aceptables, debido a la dilución de las aguas pluviales y a la precipitación de sedimentos contaminados en el embalse. Aún así se están proponiendo estudios para determinar la viabilidad de tratamientos de las aguas de riego para su neutralización y eliminación de metales. La aplicación de filtros verdes con Vetiver podría ser una solución para que las aguas puedan usarse para regadío. Si los estudios resultan exitosos, se podrán utilizar los filtros tanto para las aguas del propio embalse, pero también para aprovechamientos aguas arriba o en otros ríos de similares características.

4.3. Fitoremediación de suelos

El papel de Vetiver en procesos de fitoremediación parece limitado a actuaciones de fitoestabilización, ya que no es eficaz como especie hiperacumuladora para extraer contaminantes del suelo. Se aprovecha la alta tolerancia de Vetiver a condiciones adversas del suelo como pueden darse en escombreras mineras, antiguas minas (ver 6.3.2) o en las balsas de fosfoyesos de Fertibería en Huelva.

Las balsas de fosfoyesos tienen una extensión de 1.200 ha y se estima que contienen unos 70 millones de toneladas de fosfoyesos. Hace 10 años se inició la ejecución de un proyecto de restauración de las balsas más antiguas que consistía básicamente en cubrirlas con una capa de arcilla. El proyecto no se llegó a terminar. Para las balsas más recientes existe una propuesta de regeneración elaborada por Tragsatec, pero el proyecto no se ha puesto en marcha aún. Ello ofrece una oportunidad para incorporar la utilización de Vetiver en el proyecto.

7

ANÁLISIS DAFO





Un análisis DAFO es un estudio de los factores externos e internos que facilitan o dificultan el desarrollo de un proyecto. Los factores externos se analizan como Oportunidades o Amenazas para el proyecto, mientras que los factores internos constituyen Fortalezas o Debilidades del propio proyecto.

El análisis se aplica a lo que se ha bautizado como **Proyecto Vetiver**, la iniciativa tomada por el Ayuntamiento de San Juan del Puerto para crear empleo y actividad empresarial a partir de aplicaciones y usos del Vetiver.

I. Factores Externos

I.1. Oportunidades

- En el contexto económico actual es importante crear empleo. La reproducción de Vetiver en general y el cultivo para aplicaciones de bioingeniería en particular, son actividades intensivas en mano de obra. Esta faceta se puede explotar para promover los proyectos de demostración y aplicación de Vetiver.
- La crisis económica ha impuesto una reducción generalizado de presupuestos. Ello supone un estímulo para los gestores que pretenden minimizar las consecuencias de estas reducciones y que por ello pueden estar receptivos a nuevas ideas. Las aplicaciones de Vetiver prometen ser más baratas y eficaces para resolver determinados problemas ambientales, por lo que el momento es idóneo para promoverlas.
- Se ha creado un clima favorable al emprendimiento. Los nuevos emprendedores tendrán más éxito si explotan nuevos nichos de mercado en lugar de entrar a competir en mercados consolidados y en crisis. Vetiver puede ofrecer a los emprendedores una oportunidad para lanzar un negocio novedoso y rentable.
- La minería en Andalucía está recibiendo un impulso debido a los altos precios de metales en el mercado. La Junta de Andalucía está aprovechando el buen momento y ha presentado un Plan de ordenación de los recursos mineros (PORMIAN) en cuyo marco ha adjudicado nuevas licencias mineras. Vetiver ha demostrado su idoneidad para medidas de protección y restauración ambiental en proyectos mineros. Es por tanto el momento para introducir soluciones basadas en el uso de Vetiver en los proyectos de restauración de los proyectos mineros nuevos.
- La probada eficacia y menor coste que soluciones tradicionales de geoingeniería (estabilización de taludes, control de erosión), brindan en el contexto actual de limitación presupuestaria una clara oportunidad para soluciones basadas en la utilización de Vetiver.
- El aceite de Vetiver se produce en pocos lugares, a la vez que cada región produce un aceite característico. Esto se atribuye a las condiciones climatológicas y edafológicas particulares de lugar. No puede negarse que el entorno de los ríos Odiel y Tinto con sus suelos y aguas ácidas ofrece unas condiciones únicas para el cultivo de Vetiver. Se ve una oportunidad para realizar una investigación destinada a producir un aceite único y de alto valor.



1.2. Amenazas

- Vetiver es una especie exótica. Aunque sea estéril y no-invasiva, pueden existir reticencia a su utilización, especialmente en zonas ambientalmente sensibles.
- Muchas de las aplicaciones de Vetiver se encuentran en la esfera de la administración pública. Los recortes presupuestarios y la priorización del escaso presupuesto para afrontar los problemas más directos de empleo y reactivación de la economía hacen que haya escasos fondos y aún menos proyectos potenciales para Vetiver. Por tanto, a corto y medio plazo, el mercado será pequeño y altamente competitivo.
- En la Provincia de Huelva, como en todas las regiones mediterráneas de España, Vetiver se encuentra en el límite de su zona de distribución geográfica. Vetiver soporta periodos de ausencia de lluvias como se producen en el periodo estival de las zonas mediterráneas.

Los modelos de Cambio Climático predicen que pueden alargarse y extremarse los periodos sin lluvia en España. Si se alargan los periodos de sequía, puede amenazar la supervivencia o recuperación de las plantas de Vetiver.

2. Factores Internos

2.1. Fortalezas

- Vetiver es una alternativa eficaz y de bajo coste para muchas aplicaciones de geoingeniería. Diferentes usos de Vetiver están ampliamente demostrados, especialmente aquellos relacionados con la bioingeniería.
- Existe una organización que fomenta el uso de Vetiver, el Vetiver Network. La organización está bien establecida y activa. Por la gran presencia de la red en América Latina, incluso se cuenta con expertos de habla hispana que pueden colaborar en la formación de técnicos y asesorar en los proyectos de demostración.
- El Proyecto Acción Empleo del Ayuntamiento de San Juan del Puerto tiene la organización y la estructura necesarias para lanzar los primeros proyectos del Proyecto Vetiver. También está institucionalmente bien apoyado, por lo que tiene la capacidad y la entidad necesarias para lograr apoyos institucionales y empresariales y para movilizar fondos.
- El Proyecto Vetiver será la plataforma para lanzar todas las iniciativas. Su papel será el de coordinar (no centralizar) y estimular (no controlar) la puesta en marcha de los proyectos programados.

2.2. Debilidades

- Prácticamente no hay experiencia en la utilización de Vetiver en España (clima mediterráneo) y por ende no hay referencias de proyectos exitosos. Será necesario realizar una serie de proyectos de demostración antes de poder comercializar las aplicaciones.



- Vetiver se encuentra en el límite de su franja climatológica en las regiones mediterráneas de España. Por tanto hay una limitada zona geográfica tanto para el cultivo como para las aplicaciones en bioingeniería.
- El sector de la construcción de infraestructuras lineales se ha desplomado. Con él, se ha minimizado el mercado natural de Vetiver, el de las aplicaciones de geoestabilización.
- El producto de mayor valor añadido, el aceite de vetiver, se produce en pocos países, todos con muy bajo PIB. Todos los pasos necesarios para obtener el producto son intensivos en mano de obra y es dudoso si los procesos pueden mecanizarse eficientemente. El alto coste laboral puede comprometer la viabilidad económica de esta opción.

8

ESTRATEGIA DE DESARROLLO





1. Principios

La propuesta para la estrategia de desarrollo de los mercados del Vetiver se basa en el análisis DAFO presentado en el capítulo anterior.

La estrategia se fundamenta en los siguientes principios:

- **Momentum.** Una vez puesto en marcha el Proyecto Vetiver hay que mantener vivo el interés. Para ello es esencial que los proyectos de demostración puedan presentar resultados a corto plazo. De esta manera se podrá establecer una línea informativa desde el lanzamiento del proyecto hasta la presentación de los primeros resultados.
- **Bola de nieve.** El proyecto se inicia en San Juan del Puerto, desde donde se divulgarán los avances del proyecto. Inicialmente la cobertura será regional y se debe de aprovechar esta cobertura para crear una cartera de proyectos y referencias y para crear las empresas que se dediquen a la comercialización.
- **Verificable.** Es importante que los resultados del proyecto de demostración sean visibles y verificables a simple vista. Es mucho más fácil convencer del éxito de un proyecto y para divulgarlo si puede verse el resultado en lugar de tener que recurrir a la presentación de datos, gráficas y figuras.
- **De fácil a difícil.** Los primeros proyectos deben de ser aquellos que tienen el éxito prácticamente garantizado por tratarse de aplicaciones plenamente conocidas y demostradas en otros sitios. A medida que se consolida el uso de Vetiver pueden introducirse nuevas aplicaciones con resultados menos ciertos.
- **Mercado potencial.** El objetivo final del Proyecto Vetiver es crear empleo. Por ello, los proyectos de demostración deben elegirse en función del mercado potencial que existe para la aplicación en cuestión y en el potencial de creación de empleo.
- **Continuidad del impulso.** Es importante que exista una entidad que impulsa la investigación, la demostración y la puesta en marcha de iniciativas empresariales más allá de los primeros proyectos de demostración. A nivel internacional este papel lo empeña el Vetiver Network, En Huelva lo podría hacer el Proyecto Vetiver.

2. Estrategia

San Juan del Puerto es el centro y punto de partida de toda iniciativa relacionada con Vetiver

La base de la estrategia consiste en convertir a San Juan del Puerto en el centro de las actividades del Vetiver a través del llamado “Proyecto Vetiver”. Para lograrlo se proponen dos iniciativas:

1. Vivero

El primer vivero de reproducción se establecerá en San Juan del Puerto. Cuando crezca la demanda de plantas de Vetiver debe de mantenerse esta actividad en esta localidad. Por ello está previsto instalar un vivero para reproducción in-vitro en una segunda fase.



2. Centro de Experimentación del Vetiver (CEV).

Para poder reclamar y ejercer el liderazgo es necesario contar con un ente que ejerza como punto de referencia. Desde ese ente se pueden lanzar proyectos y campañas informativas, pero también recibir y gestionarse solicitudes de información y promover y apoyar iniciativas comerciales.

Por ello se propone crear un Centro de Experimentación del Vetiver (CEV) en San Juan del Puerto. El CEV cumple la doble función de punto de referencia y conocimiento para toda actividad con Vetiver y de centro impulsor de nuevas iniciativas.

Demostración en dos fases

La demostración de las aplicaciones de Vetiver se realizará en dos fases. Para la primera fase, de un año se elegirán proyectos que:

1. Corresponden con usos ampliamente demostrados en otros países
2. pueden iniciarse sin tener que comprometer materialmente o económicamente a agentes externos
3. en el plazo de un año puedan dar resultados verificables.

También se inician proyectos que requieren más tiempo para dar resultados o proyectos en fase de investigación.

En la segunda fase se realizarán proyectos que requieren de la participación de agentes externos. Para facilitar esta participación es conveniente poder mostrar que el proyecto está en plena marcha y que los primeros resultados son favorables. En esta fase será importante abrir una línea con el CDTI para la financiación de las iniciativas de I+D+i que se irán ejecutando.

Apoyo durante la consolidación

El mayor reto de cualquier proyecto lanzado desde una institución pública es lograr que la iniciativa sea transferida y continuada por el sector privado. Por ello se propone lanzar un programa de formación y asesoramiento destinado a la iniciativa privada. Este programa sirve para preparar los proyectos de demostración a la vez que el estudio de mercado y el plan de negocios. El programa debe incluir una actividad de “backstopping”, de asesoría puntual, para resolver las dudas que puedan surgir durante el proceso.

Promoción pública-privada

La puesta en marcha del proyecto, con la instalación del vivero y la constitución del CEV requiere una combinación de competencias empresariales y políticas. Por ello se propone que el Ayuntamiento de San Juan del Puerto ejecute el “Proyecto Vetiver” en el marco de una colaboración con una empresa que actúe como impulsor y promotor de los dos proyectos iniciales: el vivero y el CEV.



Gestionar la creación de industrias derivadas

Varias de las aplicaciones de Vetiver necesitan de la implantación coordinada de una actividad de cultivo y otra de su procesado industrial. Es el caso del cultivo energético y del cultivo para aceites aromáticos. Tratándose de sectores independientes y con parámetros de entorno diferentes (riesgo, financiación, amortización) como son la agricultura y la industria, es necesario crear una base común de interés, para lograr un volumen suficiente de producción y una seguridad de suministro suficiente para justificar las necesarias inversiones.

Es difícil conseguir tal situación desde una operación “Greenfield” por lo que se propone acoplar proyectos de este tipo a empresas existentes en la región que ya trabajan en campos similares.

9

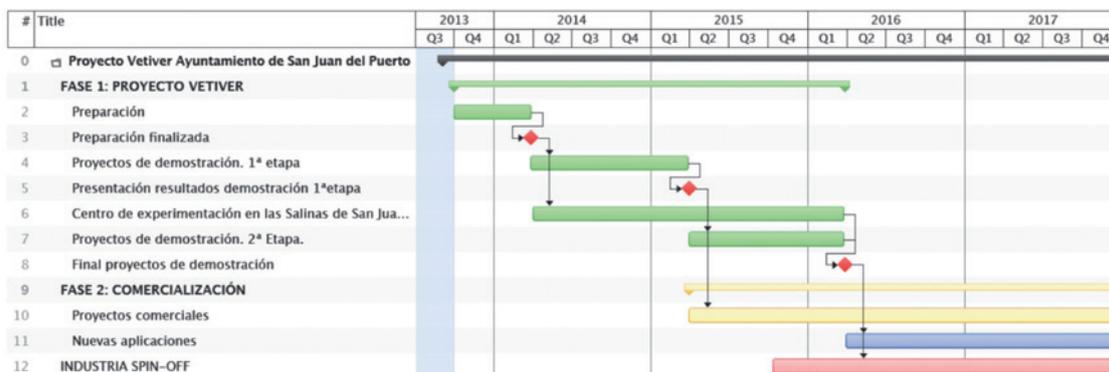
PROGRAMACIÓN DE ACTUACIONES





1. Programa marco

El siguiente cuadro presenta el resumen del programa de actuaciones.



El proyecto consta de dos fases. La **primera fase**, el “Proyecto Vetiver” cubre las actividades dedicadas a la demostración de las aplicaciones del Vetiver. En esta fase, el Ayuntamiento de San Juan del Puerto toma la iniciativa para lanzar los diferentes proyectos. El proyecto tutelado por el Ayuntamiento termina con la Fase 1, pero su éxito se mide a través de las actividades empresariales que se generan en la Fase 2. La **Fase 2**, de comercialización, recoge las iniciativas empresariales y comerciales basadas en la utilización de Vetiver.

Septiembre 2013 – Marzo 2014: Preparación

El Proyecto Vetiver se desarrolla a lo largo de 2,5 años y arranca con las actividades preparatorias de la puesta en marcha del vivero y la programación de los proyectos de demostración. La preparación debe de estar terminado en la primavera de 2014, con el fin de aprovechar toda la temporada de cultivo para los proyectos de demostración.

Abril 2014 – Marzo 2015: Demostración 1ª etapa

En la primavera de 2014 se inician los **proyectos de demostración**. Se realizarán dos proyectos de bioingeniería que responden a problemáticas existentes en el entorno de Huelva. Los proyectos se realizarán en un entorno real, bajo condiciones controladas. Para mantener la atención puesta en el proyecto, los proyectos de demostración deben de proporcionar resultados visibles y verificables en un plazo corto. Por ello es esencial que los primeros resultados del proyecto puedan presentarse en el primer año.

En paralelo se empiezan las actividades para convertir las antiguas salinas de San Juan del Puerto en un **Centro de Experimentación de Vetiver (CEV)**. En el Centro de Experimentación se realizarán estudios de investigación para futuros proyectos de demostración y se cultivará Vetiver en masa para poder disponer de material de plantación suficiente. Como tal actuará como extensión del vivero.



Los resultados que se obtienen durante el primer año de cultivo se evaluarán y se presentarán en la primavera de 2015. En el caso de resultados positivos, se pondrán en marcha los proyectos a mayor escala y se iniciará la comercialización de las aplicaciones exitosas.

Abril 2015 – marzo 2016: Demostración 2ª Etapa

La creación del Centro de Experimentación seguirá otro año, durante el cual se continúan los trabajos en marcha y se inician **nuevos proyectos**. También se realizarán nuevos proyectos de demostración con entidades externas, algunas de las cuales se han iniciado en el Centro de Experimentación.

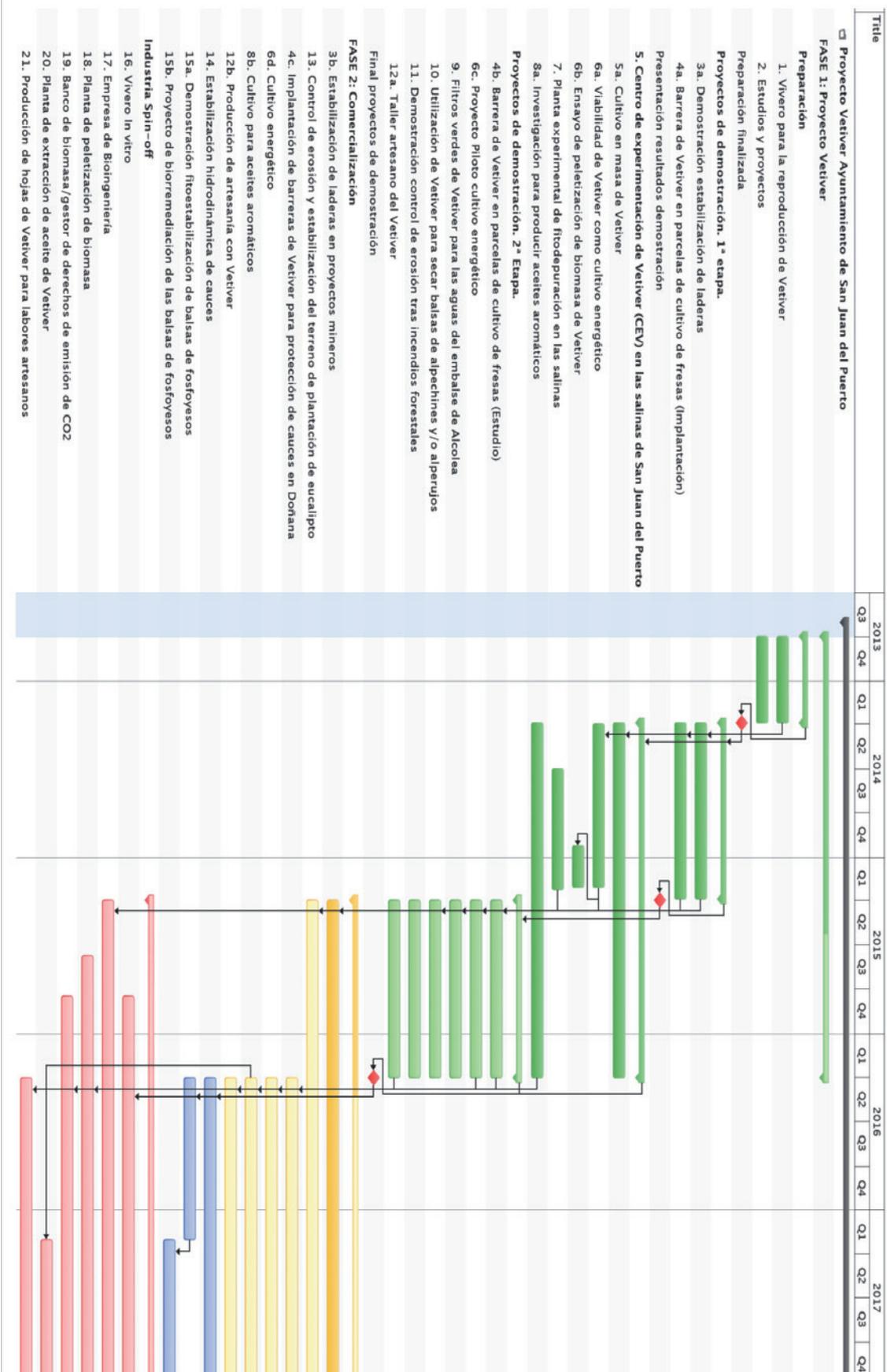
Durante este año ya deben de iniciarse los primeros proyectos empresariales que parten de lo aprendido y demostrado en los proyectos de demostración.

En la primavera de 2016 se da por terminado el “Proyecto Vetiver” del Ayuntamiento de San Juan del Puerto y se hace balance de los resultados.

A partir de este momento se espera que el proyecto haya contribuido a la creación de empresas y actividades comerciales relacionados con el cultivo y aprovechamiento del Vetiver.

A partir de abril de 2016: Comercialización

San Juan del Puerto seguirá siendo el centro de la actividad empresarial del Vetiver, gracias a la creación del vivero in-vitro que produce los plantones necesarios para realizar cualquier proyecto. También el Centro de Experimentación debe de haber ganado su prestigio, por lo que debería seguir funcionando autónomamente, quizás para otros cultivos.





2. Actuaciones

2.1. Preparación

Fichas 1, 2

Las actuaciones de preparación serán realizadas en el marco del Proyecto Acción Empleo del Ayuntamiento de San Juan del Puerto. Con ellas se pone en marcha el Proyecto Vetiver que tendrá una duración de 2 años.

La actividad crítica es la puesta en marcha del **vivero** que debe producir las plantas de Vetiver que se emplearán en los proyectos de demostración. En la primavera del 2014 se debe de disponer de suficiente material de plantación para poner en marcha los proyectos de demostración.

Es crucial que se realiza esta actividad en el plazo establecido, para poder aprovechar toda la temporada de cultivo, de primavera a otoño, para los proyectos de demostración.

Por ello, la segunda actividad preparatoria consiste en la programación de los proyectos de demostración y en la realización de estudios para posibles proyectos futuros. Los **estudios y proyectos** se realizarán en el marco de un programa formativo de EOI en el cual los alumnos aprenden las bases de la gestión de proyectos, de estudios de viabilidad y de estudios de mercado. Los alumnos desarrollarán los proyectos propuestos en este estudio como casos de estudio. De este modo, en el momento de iniciarse los proyectos de demostración, se dispone de un programa detallado de trabajo para la duración completa del Proyecto Vetiver.

2.2. Proyectos de demostración

Fichas 3, 4, 6, 9, 10, 11, 12

Los proyectos de demostración tienen una duración de un año y se realizarán en dos etapas. En la primera etapa (2014) se pretende demostrar que Vetiver se adapta a las condiciones climatológicas de Huelva. Las aplicaciones en esta fase son las “tradicionales” como la **estabilización de laderas** y las **barreras cortavientos** o de separación de parcelas.

En la segunda etapa en la primavera de 2015, suponiendo el éxito de los primeros proyectos de demostración, se buscan aplicaciones más complejas y exigentes, como la **fitodepuración, control de erosión y el cultivo energético**. También se promoverá el uso de Vetiver en **artesanía**.

En todos los casos, los proyectos de demostración responden a necesidades reales en el mercado regional o nacional. Por tanto, si los proyectos se concluyen con éxito, constituirán el punto de partida de un proyecto comercial.

Los primeros proyectos empiezan en la primavera de 2014. En los meses de primavera se aprovecha la precipitación y las temperaturas moderadas para lograr el primer establecimiento de las plantas. Hasta el otoño la planta crece y puede evaluarse el cumplimiento de los objetivos de los proyectos. Los meses



de invierno se aprovechan para evaluar el comportamiento de Vetiver con bajas temperaturas y heladas y su capacidad de recuperación cuando entra la primavera de 2015. En la primavera de 2015 se repite el ciclo para los proyectos de demostración más complejos. Estos proyectos deben terminar en la primavera de 2016, cuando termina el Proyecto Vetiver.

Los proyectos de demostración propuestos son los siguientes:

Nº	Etapa	Descripción
3	1ª	Estabilización de laderas. Plantación de barreras de Vetiver en la talud de una escombrera minera.
4	1ª	Barrera de Vetiver. Plantación de una barrera de Vetiver entre un cuerpo de agua superficial y un campo de cultivo. Demostrar la reducción de la contaminación difusa y la protección del cultivo por el efecto cortaviento.
6b	2ª	Cultivo energético. Proyecto piloto del cultivo de Vetiver como biomasa combustible.
9	2ª	Fitodepuración. Crear un filtro verde de Vetiver para retener sedimentos, reducir metales pesados y neutralizar el pH de aguas ácidas.
10	2ª	Evaporación de aguas contaminadas. "Islas flotantes" de vetiver en balsas de alpechines para favorecer la evaporación.
11	2ª	Control de erosión tras incendios forestales. Plantación de barreras de Vetiver para proteger cauces y reducir la erosión en terrenos quemados.
12	2ª	Vetiver en artesanía. Estimular la artesanía/cestería con Vetiver.

2.3. Proyectos de investigación

Fichas 5, 6, 7, 8

Los proyectos de investigación se desarrollarán en el **Centro de Experimentación de Vetiver (CEV)** que se establecerá en las antiguas salinas de San Juan del Puerto.

Inicialmente, el CEV actuará como extensión del vivero con el fin de **producir Vetiver en masa**. Se aprovechará la alta salinidad, bajo pH y la presencia de metales pesados en las aguas del río Tinto para comprobar la resistencia de Vetiver a estas condiciones y preparar material de plantación para ser utilizado en condiciones difíciles.

Los proyectos de investigación del CEV se desarrollarán a lo largo de los 2 años del Proyecto Vetiver y se centrarán en aquellas aplicaciones de Vetiver que necesitan disponer de datos contrastados para certificar la viabilidad de los proyectos comerciales.

En el primer año (2014-2015) se realizan dos proyectos que en el siguiente año (2015-2016) se convertirán en proyectos piloto: **cultivo energético y fitodepuración**.

El proyecto de investigación más complejo e interesante es el del cultivo para **aceites aromáticos**. Parte del estudio será realizado en el CEV para evaluar el impacto de aguas ácidas sobre la producción y calidad del aceite. Otra parte se realizará en el centro de la Rábida de la Universidad de Huelva.



El CEV tiene un papel central en el Proyecto Vetiver. No solo se concentran en el los estudios de investigación, pero también los gestores del Centro deben asumir la coordinación de los proyectos e impulsar nuevos proyectos e iniciativas empresariales. La vocación del centro debe ser el de convertirse en un centro autofinanciado para seguir funcionando tras la finalización del Proyecto Vetiver. Como tal, debe aprovechar los 2 años iniciales para hacerse con una cartera de trabajo, bien con Vetiver o con otro cultivo energético, de fitodepuración o de biorremediación.

Los proyectos de investigación propuestos son los siguientes:

Nº	Descripción
5	Centro de Experimentación de Vetiver. Salinas de San Juan del Puerto
6	Vetiver como cultivo energético
7	Fitodepuración de aguas ácidas del río Tinto
8	Optimización de la producción de aceites aromáticos

2.4. Proyectos comerciales

Fichas 13, 14, 15 (y comercialización de los proyectos de demostración)

Los proyectos comerciales se podrán poder en marcha tras la finalización de los primeros proyectos de demostración en la primavera de 2015. Empresas de bioingeniería podrán utilizar los resultados de los proyectos para promover el uso de vetiver en proyectos de estabilización de laderas o para barreras de control de erosión. En la primavera de 2016, tras la finalización de la segunda etapa de proyectos de demostración, los usos demostrados habrán incrementado y puede ampliarse la gama de aplicaciones.

En el entorno de Huelva se han identificado 3 proyectos específicos que pueden ponerse en marcha una vez demostradas las cualidades de Vetiver:

Nº	Descripción
13	Control de erosión en parcelas de Eucalipto
14	Estabilización hidromorfológica de cauces
15	Fitoestabilización de balsas de fosfoyesos

Estos proyectos tienen en común que pueden ofrecerse a empresas o entidades regionales (ENCE, Ferti-beria, Agencia Andaluza del Agua) para mejorar las condiciones ambientales de proyectos o situaciones fundamentales para sus operaciones.

La puesta en marcha de los proyectos puede ser una iniciativa puramente comercial, realizada por la(s) empresa(s) de bioingeniería que acogen la tecnología Vetiver, o bien pueden ser promovidos por el CEV. En cualquier caso, el momento de la puesta en marcha será después de la finalización exitosa de los proyectos de demostración correspondientes.



2.5. Empresas spin-off

Fichas 16, 17, 18, 19, 20, 21

Los proyectos que se realizan en el marco del Proyecto Vetiver tienen el potencial de generar un mercado para empresas derivadas, aunque el mero éxito de un proyecto de demostración no será suficiente para ello.

Las empresas “spin-off” se crearán como derivada de la puesta en marcha de iniciativas a gran escala como el cultivo energético, el cultivo para aceites aromáticas o el uso habitual de vetiver en bioingeniería. Las empresas identificadas son las siguientes:

Nº	Descripción
16	Vivero In Vitro
17	Empresa(s) de bioingeniería
18	Planta de peletización de biomasa
19	Banco de biomasa/gestor de derechos de emisión
20	Planta extractora de aceite de Vetiver
21	Empresa productora de hojas de Vetiver para artesanía

En todos los casos es importante que se anticipe la necesidad de una empresa derivada, con el fin de poder contar con su capacidad productiva cuando la actividad principal lo demanda. De esta manera:

- El Vivero In Vitro debe de estar en funcionamiento cuando termina el Proyecto Vetiver en la primavera de 2016.
- Las empresas de bioingeniería podrán iniciar su actividad al finalizar la primera etapa de proyectos de demostración (primavera 2015)
- La planta de peletización de biomasa y el banco de biomasa deben de estar funcionando cuando se lanza la campaña de cultivo de biomasa entre los agricultores regionales (primavera 2016)
- La planta extractora de aceite de Vetiver debe iniciar su actividad en el segundo año de cultivo de raíces de Vetiver (2017)
- La producción de hojas para artesanía puede iniciarse en 2016.

10

ENTIDADES Y EMPRESAS VINCULADAS





En este capítulo se presentan las entidades y empresas que deben o pueden tomar un papel en el desarrollo del Proyecto Vetiver.

1. Proyecto Vetiver

Entidad	Ficha
Ayuntamiento de San Juan del Puerto	1, 2, 3, 4, 5
EOI	2
Centro de Experimentación de Vetiver (CEV)	5, 6, 7, 8 (9, 11, 12)

0 = colaborador.

1.1. Ayuntamiento de San Juan del Puerto

Fichas 1, 2, 3, 4, 5

El Ayuntamiento de San Juan del Puerto tendrá un papel activo en la puesta en marcha del Proyecto Vetiver. Se propone que sea realizado por los técnicos del Proyecto Acción Empleo. Estos serán los interlocutores directos del promotor privado que impulsa la instalación del vivero y la creación del CEV.

Este equipo tendrá que tomar la iniciativa para poner en funcionamiento el vivero, organizar el curso de gestión de proyectos, programar los primeros proyectos de demostración y crear el CEV.

Una vez en funcionamiento el CEV, las labores de coordinación serán delegados por al Ayuntamiento a los gestores del centro.

1.2. EOI

Ficha 2

EOI programará e impartirá el curso de gestión de proyectos y coordinará la labor de los tutores. Los tutores quedarán vinculados con el proyecto hasta el final, ya que proporcionarán el “backstopping” de los proyectos e iniciativas empresariales que nacen del Proyecto Vetiver.



1.3. Centro de Experimentación de Vetiver (CEV)

Fichas 5, 6, 7, 8 (9, 11, 13)

Una vez puesto en marcha el Proyecto Vetiver, el equipo gestor del CEV asumirá su dirección y coordinación.

Se encargará del vivero y de la producción en masa de Vetiver en el CEV, de la ejecución de los proyectos de investigación del Centro y de la coordinación y promoción de los proyectos previstos en el plan. También se ocupará de identificar y generar nuevas oportunidades de negocio y de atraer nueva investigación hacia el CEV, con la intención de convertir el CEV en centro de experimentación permanente.

2. Entidades Públicas

Entidad	Ficha
Ayuntamiento de Tharsis	3
Fundación Doñana 21	4
Junta de Andalucía, DG de Planificación y Gestión del DPH	14, (9, 11)
Junta de Andalucía, DG de Gestión del Medio Natural	11
Junta de Andalucía, Secretaría General de Cultura	12

0 = colaborador.

2.1. Ayuntamiento de Tharsis

Ficha 3

Se ha propuesto realizar el proyecto de demostración de la estabilización de laderas en una de las escombreras de las minas de Tharsis. Dado que las escombreras se encuentran en suelo municipal, el Ayuntamiento de Tharsis tiene la competencia sobre el proyecto.

Por ello habrá que desarrollarse un convenio de colaboración entre los Ayuntamientos de San Juan del Puerto y Tharsis para la ejecución y seguimiento del proyecto de demostración.



2.2. Fundación Doñana 21

Ficha 4

La fundación pública Doñana 21 se postula como agencia de desarrollo de la comarca de Doñana. Promueve la convivencia entre una actividad agraria multifuncional y la conservación de los espacios protegidos de Doñana. Mediante proyectos concretos, la fundación pretende fomentar la sostenibilidad como modelo para el desarrollo socioeconómico de la Comarca.

El proyecto propuesto cumple la premisa de mutuo beneficio, ya que contribuye a la reducción de la contaminación difusa, a la vez que aporta a la actividad agrícola una pantalla cortaviento y barrera contra la propagación de plagas.

El papel de la Fundación Doñana 21 en el proyecto de demostración sería la de proponer la parcela experimental y la de control, además de promover la colaboración de los agricultores involucrados. Asimismo, la fundación se encargaría del estudio de los efectos sobre la contaminación difusa.

Si los resultados del proyecto de demostración son positivos, se lanzaría una campaña de promoción de la implantación de barreras de Vetiver.

2.3. Junta de Andalucía, DG de Planificación y Gestión del DPH

Fichas 14 (9, 11)

La DG de Planificación y Gestión del Dominio Público Hidráulico tiene, entre otras, las competencias en materia de control de inundaciones, deslinde del dominio público hidráulico, infraestructuras hidráulicas y calidad de las aguas.

El proyecto de estabilización hidromorfológica, se desarrolla en el Dominio Público Hidráulico, por lo que tiene que ser promovido por la DG de Planificación y Gestión del DPH. Los demás proyectos, sobre fitodepuración, control de erosión tras incendios forestales tienen un impacto sobre una o varias de las competencias mencionadas, por lo que conviene involucrar a la DG también en estos los proyectos.



2.4. Junta de Andalucía, DG de Gestión del Medio Natural

Ficha 11

La Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente sigue una política activa de prevención y restauración de zonas incendiadas, impulsada por la Ley 5/1999 de Prevención y Lucha contra los Incendios forestales. Lo muestra el desarrollo de metodologías propias de evaluación de daños y propuesta de actuaciones, la publicación del Manual de Restauración de zonas incendiadas y una estricta política de medidas disuasorias y cautelares.

Como tal, un proyecto de demostración orientado a reducir el impacto sobre las aguas superficiales y de control de erosión en zonas incendiadas encaja plenamente con la trayectoria, de la Dirección General.

Se propone que la DG de Gestión del Medio Natural tome el liderazgo en el diseño del proyecto de demostración. Puede haber dos escenarios, el de la actuación inmediata para prevenir arrastre o el de una actuación programada para incrementar la eficacia de la restauración.

2.5. Junta de Andalucía, SG de Cultura

Ficha 12

El proyecto de demostración de la utilización de Vetiver en artesanía responde a la tradicional actividad de cestería en la Región de Huelva. Recuperar y renovar esta actividad es uno de los objetivos del proyecto. La artesanía tiene una importante componente social, cultural y artística, por lo que el impulso y apoyo desde la Secretaría General de Cultura de la Junta de Andalucía es fundamental.

La Secretaría General cuenta con una política activa de apoyo a empresas culturales y creativas en el que puede apoyarse el proyecto de demostración de los usos artesanos.

3. Entidades de Investigación

Entidad	Ficha
Universidad de Huelva	8, (4, 5, 7)
Adesva	8
Centro de las Nuevas Tecnologías del Agua, CENTA	9

() = Colaborador.



3.1. Universidad de Huelva, la Rábida

Fichas 8, (4, 5, 7)

El proyecto de investigación de mayor proyección potencial es el de optimización de la producción de aceites aromáticos a partir de la raíz de Vetiver. La optimización se refiere a cantidad, calidad, tiempo de cultivo y variedad de Vetiver, pero también puede incluir variables como la humedad (secano/regadío) o incluso el tipo de suelo o agua de riego (ácido, metales pesados).

Para el diseño y para gran parte de la ejecución de la investigación se propone contar con el Departamento de Ciencias Agroforestales de la Universidad de Huelva (UHU). No solo cuenta en el campus de La Rábida con magníficas instalaciones para la realización de los estudios, también tiene un grupo de investigadores experimentados en este tipo de estudios.

El grupo investigador lideraría el estudio sobre los aceites aromáticos y supervisaría los estudios sobre la contaminación difusa en Doñana y los estudios que se realizan en el CEV.

3.2. Adesva

Ficha 8

El Centro Tecnológico Adesva es una entidad privada creada por empresas del sector agroindustrial, con el objetivo de impulsar la dinamización del sector. Entre otros investiga aplicaciones agrícolas en farmacología y cosmética.

Por ello y por el hecho que los socios de Adesva son los potenciales inversores en una planta de extracción de aceite de vetiver, se propone realizar el estudio sobre la extracción industrial de vetiver con Adesva.

Adesva trabajaría en estrecha colaboración con la Universidad de Huelva y el CEV. El CEV y la UHU proporcionan los diferentes cultivos de Vetiver que serán preparados, sometidos a extracción y valorados en las instalaciones de Adesva.



3.3. Centro de las Nuevas Tecnologías del Agua. CENTA

Ficha 9

El CENTA es un Centro de Investigación puntero a nivel mundial en I+D en Tecnologías No Convencionales de Tratamiento de aguas residuales. En su centro de Carrión de los Céspedes (Sevilla) cuenta con una serie de plantas piloto y prototipos de sistemas naturales de depuración, como filtros verdes y humedales artificiales. En el centro se experimentan tanto con diferentes tecnologías como con diferentes especies vegetales.

Se propone contar con la participación del CENTA en la ejecución de los estudios de fitodepuración de aguas ácidas.

4. Empresas Privadas

Entidad	Ficha
ENCE	6, 13
Sacyr	7, 9
Fertiberia	15
Empresas mineras	3
Freshuelva	4
Cooperativas Oliveras	10
Inversores privados	16, 17, 18, 19, 20, 21

4.1. ENCE

Ficha 6, 13

La fábrica de ENCE de Huelva linda con el municipio de San Juan del Puerto. ENCE se presenta como una empresa comprometida con el desarrollo sostenible de su entorno. Lo demuestra a través de proyectos de colaboración con agentes sociales y colectivos empresariales de la región. En este marco encajan bien los dos proyectos propuestos.

ENCE obtiene la materia prima para su producción de papel de 65.000 ha de eucaliptal y bosque mediterráneo que gestiona en la provincia. Si la plantación de Vetiver en eucaliptales de nueva implantación supone un crecimiento inicial más rápido y/o una menor mortandad de árboles jóvenes, la co-plantación de Vetiver y Eucalipto puede resultar rentable.

El proyecto de Vetiver como cultivo energético responde a la reciente puesta en marcha una central de biomasa de 50 MW. La Central necesitará anualmente 400.000 toneladas de biomasa. ENCE tiene su propio vivero y conduce investigaciones sobre cultivos energéticos. Por ello parece que puede estar interesado en participar en o incluso liderar un estudio sobre la utilización de Vetiver como cultivo energético.



4.2. Sacyr

Fichas 7, 9

Sacyr, en consorcio con Rafael Morales y Primus, es el adjudicatario de la construcción de la presa de Alcolea. La utilidad de la presa es cuestionada por las dudas sobre la calidad del agua del futuro embalse. El embalse es alimentado por el río Odiel, cuyas aguas están afectadas por vertidos de aguas ácidas mineras.

Para garantizar la calidad del agua de riego puede ser necesario aplicar un pretratamiento a las aguas del embalse. Si se demuestra en el CEV que un filtro verde de Vetiver es capaz de reducir la concentración de metales pesados y elevar el pH del agua, se justificaría la puesta en marcha de un proyecto piloto en el emplazamiento de la presa para confirmar la aplicabilidad de la tecnología.

4.3. Fertiberia

Ficha 15

Hasta finales de 2010 la fábrica de Fertiberia en Huelva producía ácido fosfórico. En el proceso se generaba un residuo, los fosfoyesos, que se vertía en balsas ubicadas en las cercanías de la fábrica. Aparte de su gran extensión e impacto visual, la presencia de gas radón y el elevado contenido en metales pesados siguen preocupando al entorno.

Fertiberia está desarrollando un proyecto de revegetación de las balsas de fosfoyesos. En este proyecto encaja el proyecto de fitoestabilización de las balsas con Vetiver. La plantación de Vetiver podría ser una alternativa o un complemento. Como alternativa aporta su elevada tolerancia a condiciones adversas del suelo. Como complemento sería especialmente relevante el estudio de la utilización de barreras de Vetiver para evitar el arrastre de sedimentos con las aguas de escorrentía.

4.4. Empresas mineras

Ficha 3

En estos momentos, la única mina activa en Huelva es la de Aguas Teñidas, explotada por MATSA. La Junta de Andalucía ha convocado una licitación para otorgar nuevas licencias mineras con el fin de reactivar la industria minera andaluza. Tras la adjudicación de los diferentes lotes habrá tres nuevas empresas activas en Huelva: Emed Mining, Corporación de Recursos Iberia y Cambridge Minería España.

Estas empresas serán las que pueden aplicar los resultados del proyecto de demostración en las minas de Tharsis. Sus proyectos de explotación deberán incluir los proyectos de restauración minera. Estos pueden incorporar medidas de bioingeniería que incluyan el uso de Vetiver.



4.5. Freshuelva

Ficha 4

La producción de fresas y otros frutos rojos es una de las principales actividades agrícolas de la provincia de Huelva. El 95% de las empresas productoras están integradas en la asociación sectorial Freshuelva. Freshuelva está comprometida con la Responsabilidad Social Corporativa y trabaja para su implantación en las empresas asociadas.

En este marco encaja perfectamente el proyecto de implantación de barreras de Vetiver para reducir la contaminación difusa de las aguas superficiales.

Se propone que tanto la realización del proyecto de demostración, como (en caso de éxito) la posterior introducción generalizada de barreras de Vetiver se realiza con la participación activa de Freshuelva.

4.6. Cooperativas oliveras

Ficha 10

Alrededor de San Juan del Puerto se ubican unas 8 almazaras:

- Cooperativa Nuestra Señora de la Oliva (Gibraleón).
- Cooperativa Olivarera San Bartolomé de la Torre (San Bartolomé de la Torre).
- TorreOliva (San Bartolomé de la Torre).
- Cooperativa Olivares San Antonio Abad (Trigueros).
- Olibeas (Beas).
- Cooperativa Agrícola Olivarera (Villarrasa).
- Virgen del Valle S.C.A (Oro de Ostur).
- Almazara Cooperativa (Bollullos Par del Condado).

Se propone realizar el proyecto de demostración en una de ellas. Dado que la mayoría de las almazaras habrá pasado al proceso de dos fases, será más interesante realizar el proyecto de secado y compostaje de alperujo.

La Junta de Andalucía ha apoyado fuertemente la introducción del compostaje del alperujo y ha publicado manuales sobre el compostaje, incluyendo hojas de cálculo para la optimización de la mezcla.

<http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/areas-tematicas/produccion-ecologica/produccion/agricultura-ecologica/estudios-de-agricultura-ecologica.html>

En caso de éxito, el proceso tiene un gran potencial comercial, empezando con las almazaras que ya están compostando el alperujo.



4.7. Inversores

Fichas 16, 17, 18, 19, 20, 21

Los proyectos “spin-off” son iniciativas empresariales derivadas de los proyectos y aplicaciones del Vetiver. Su puesta en marcha responde directamente a criterios empresariales, que en su esencia corresponden a una actividad demostrada y económicamente viable y un mercado potencial suficientemente grande. Como tal, responden a las reglas del mercado y de la iniciativa empresarial y no necesitan ser impulsados ni tutelados por el proyecto.

Bajo estos criterios, los proyectos spin-off se caracterizan de la siguiente manera.

Ficha	Proyecto	Proyecto Impulsor	Mercado
16	Vivero In Vitro.	1: Vivero	<ul style="list-style-type: none"> • Empresas de bioingeniería • Agricultores: <ul style="list-style-type: none"> · Cultivo energético · Producción de aceite aromática • Entidades de gestión de agua: <ul style="list-style-type: none"> · Fitodepuración • Almazaras • Empresas artesanas • ENCE
17	Empresa(s) de bioingeniería	3: Estabilización de laderas 4: Control de contaminación difusa 9: Fitodepuración 11: Control de erosión 14: Estabilización de cauces, control de inundaciones 15: Fitoestabilización	<ul style="list-style-type: none"> • Ingenierías y Contratistas: Proyectos de infraestructuras • Empresas mineras • Administración: <ul style="list-style-type: none"> · Restauración Ambiental · Calidad Ambiental • Confederaciones Hidrográficas • Entidades de gestión del Agua
18	Planta de peletización de biomasa	6: Cultivo energético 8: Cultivo para aceites aromáticos	<ul style="list-style-type: none"> • ENCE
19	Banco de biomasa/ derechos de emisión	6: Cultivo energético 8: Cultivo para aceites aromáticos	ENCE, Empresas Polo Química de Huelva
20	Planta de extracción de aceite aromática	8: Cultivo para aceites aromáticos	<ul style="list-style-type: none"> • Empresas de perfumería, • Industrias extractoras: <ul style="list-style-type: none"> · Biolandes · Bordas Chinchurreta
21	Producción de hojas para artesanía	12: Artesanía	<ul style="list-style-type: none"> • Talleres artesanos, Centros Culturales, empresas de manualidades



GENERACIÓN DE EMPLEO





1. Introducción

La estimación del empleo que puede generarse con la ejecución del Proyecto Vetiver debe tomar en consideración los siguientes factores. Tomar nota de estas consideraciones es asimismo fundamental para una correcta interpretación:

- La creación de empleo está directamente ligado al éxito de los proyectos de demostración. Los proyectos de demostración generan poco trabajo y solo de carácter temporal. Si los proyectos de demostración no muestran resultados convincentes, no habrá efecto multiplicador en forma de proyectos comerciales o iniciativas empresariales.
- El único empleo cierto que puede estimarse es el que genera el propio Proyecto Vetiver. A medida que se aleja en el tiempo, es más incierta la estimación.
- En las aplicaciones agrícolas (cultivo energético, cultivo para aceites aromáticos) el principal efecto será la diversificación de cultivos y el mayor rendimiento de las tierras para los agricultores existentes. La rentabilidad del cultivo dependerá en gran manera del grado de mecanización que se logra obtener. Por ello, el empleo adicional generado se limitará con toda probabilidad a temporeros para las plantaciones, cortes y cosechas.
- Solo se ha considerado que los proyectos se implementan según lo programado, manteniendo el centro de actividad en el entorno de San Juan del Puerto. No se ha valorado el efecto llamada que tendría el desarrollo exitoso de los proyectos. Ello estimularía iniciativas similares en otras regiones de España o Portugal con un clima similar y con ello crearía una competencia por los mercados fuera de Huelva.

2. Metodología

En el estudio se han identificado 21 proyectos, que pueden clasificarse como:

1. Proyectos de demostración, impulsados por el Proyecto Vetiver del Ayuntamiento de San Juan del Puerto. Para estos proyectos se ha hecho una estimación del personal y de la mano de obra que se necesitará para su ejecución. Estos proyectos también contarán con la participación de profesores, investigadores, asesores y técnicos de las entidades que actúan como socios en los proyectos. Estas participaciones no se valoran como empleo generado.
2. Proyectos agrícolas. La base de estos proyectos es el cultivo de Vetiver, bien como cultivo energético o para la producción de aceites aromáticos. Estos proyectos generan fundamentalmente jornales de temporeros. En la estimación se ha valorado que cada temporero trabaja 3 meses por año, generando por tanto 0,25 puesto de trabajo.
3. Proyectos empresariales. Son proyectos que conducen a la creación de empresas que emplean Vetiver para sus productos o servicios. Es el caso de las empresas de bioingeniería, pero también el vivero in-vitro y los proyectos de carácter público que se ejecutarán con personal de la administración pública o por concurso.



4. Proyectos industriales. Estos son los proyectos derivados que implican la implantación de instalaciones industriales para el procesamiento de Vetiver. Es el caso de la planta de peletización y la de extracción de aceite.

Se ha diferenciado entre 5 tipos de empleo:

- **Empresario/gestor.** Según el caso, en esta categoría entran las personas contratadas para ejecutar un proyecto de investigación o demostración, los empresarios que crean una empresa o incluyen soluciones con Vetiver en su gama de servicios y los agricultores que decide cultivar Vetiver.
- **Técnico.** Especialistas en un determinado campo, necesarios para apoyar al empresario/gestor. En esta categoría entran economistas (estudios de viabilidad), sociólogos-antropólogos (artesanía), agrónomos-forestales (cultivos y aplicaciones de bioingeniería), químicos (cultivo energéticos, aceites), mecánicos (plantas de peletización, extracción, mecanización de cosechas).
- **Operario.** Persona formada para encargarse de operación de una instalación o actividad, como el vivero, un proyecto de bioingeniería o una planta industrial.
- **Peón.** Trabajador contratado a tiempo completo.
- **Temporero.** Trabajador contratado para periodos cortos para reforzar la mano de obra durante la plantación o cosecha.

Con estos parámetros se ha hecho una estimación del empleo potencial. Para los proyectos de demostración se ha estimado el personal directo necesario para la ejecución del proyecto. Para los proyectos comerciales se ha hecho una estimación gruesa del empleo que pudiera general la actividad.

Basado en el cronograma y plan de actuación (Capítulo 9) se ha estimado el empleo que pudiera generar la actividad en los años 2014-2017 en la Provincia de Huelva.

Con el fin de representar la incertidumbre sobre el éxito de los proyectos y sobre el empleo real generado, se ha introducido un factor de incertidumbre por el que se multiplica o divide el empleo potencial estimado para reflejar una banda mínimo-máximo. Por ejemplo, una estimación de 10 puestos con un factor de incertidumbre de 2 se traduciría en $10/2-10*2$ (5-20) empleos. El factor de incertidumbre varía entre 1 y 5, asignando 1 a los proyectos de demostración que se inician en el primer año y de 2 a 5 en función de una interpretación subjetiva de factores de riesgos (éxito-fracaso de los proyectos de demostración, nivel de experiencia existente con el uso propuesto, necesidad de financiación, acción coordinada desde diferentes sectores como agricultura e industria).



3. Necesidad de personal para el Proyecto Vetiver

El Proyecto Vetiver liderado por el Ayuntamiento de San Juan del Puerto pondrá en marcha un primer vivero de Vetiver, unos proyectos de demostración y un proyecto de investigación.

En la siguiente tabla se resume el empleo directo estimado para la ejecución de estos proyectos.

TABLA 18
Estimación del empleo generado en el Proyecto Vetiver

Proyecto	Gestor/ emprendedor	Técnico	Operario	Peón	Temporal (3 meses/año)	TOTAL
1. Vivero para la reproducción de Vetiver	0,5		0,5	1	1	2
2. Estudios y proyectos						0
3a. Demostración estabilización de laderas			0,4		2	1
4. Barrera de Vetiver en parcelas de cultivo de fresas					2	1
5. Centro de experimentación de Vetiver (CEV) en las salinas de San Juan del Puerto	0,5		0,5	1	1	2
8a. Investigación para producir aceites aromáticos	1	1			4	3
TOTAL	2	1	1,4	2	2,5	8,9

Gestor emprendedor: 2 personas

- Director/Gestor del CEV

El Centro de Experimentación de Vetiver (CEV) es la clave en todo el proyecto Vetiver.

Se contratará un director/gestor con formación de ingeniero agrónomo o similar. Esta persona debe encargarse de la gestión del CEV, del vivero y de la puesta en marcha y seguimiento de los proyectos. También impulsará los demás proyectos identificados en el estudio.

- Investigador

La investigación sobre la producción de aceites aromáticos se considera fundamental. La dirección y coordinación de las diferentes actividades de la investigación requerirá una persona a tiempo completo.

Técnico: 1 persona

La investigación sobre el aceite de Vetiver podría prestarse para un estudio de doctorado. El técnico podría ser el estudiante que realiza el estudio.



Operario: 1,4 personas

- Vivero y CEV

La gestión diaria del vivero y de las parcelas de cultivo del CEV necesitarán de un operario.

Este puede ser un ingeniero técnico agrícola, FP Agrario o similar.

- Proyecto de estabilización de laderas

Se necesita una persona para el seguimiento del proyecto de Tharsis a tiempo parcial. Por razones de eficacia es preferible que esta persona sea residente de Tharsis.

Peón: 2 personas

Se estima que las operaciones diarias del vivero y del CEV podrán ser realizados por un equipo de 2 peones, bajo el mando del operario.

Este equipo adquirirá experiencia en la manipulación de Vetiver y participará en todas las operaciones de plantación, corte y cosecha de Vetiver en los proyectos de demostración.

Temporeros: 10 personas, 3 meses/año

El equipo formado por el operario y dos peones será reforzado con temporeros en los momentos de preparación de esquejes, plantación, corte y cosecha de Vetiver. Se estima que las parcelas de demostración podrán ser preparadas por equipos formados por 1 peón y 2 temporeros.

En total, durante los 2 años de duración del Proyecto Vetiver se contará con una plantilla de 6 personas, reforzada con 10 temporeros en épocas de plantación o cosecha.

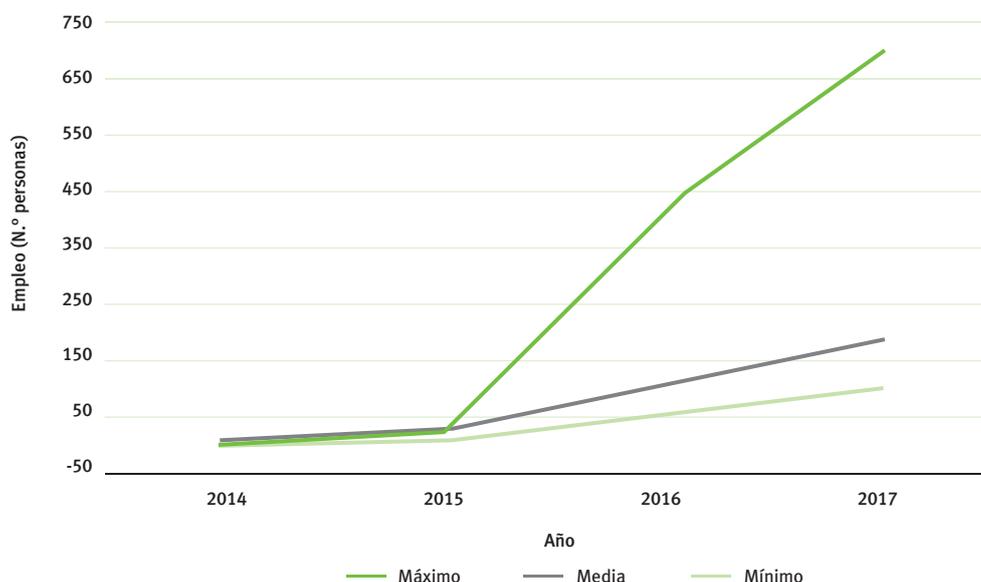
4. Empleo potencial generado por el proyecto

Se estima que hasta el 2017 el proyecto puede generar en total unos 200 empleos directos. En el caso de una gran acogida del proyecto por parte de los agricultores de la región, las personas trabajando con cultivos de Vetiver pueden aumentar hasta las 700 personas.



GRÁFICO 25

Estimación del empleo generado por el impulso del Proyecto Vetiver



En la página siguiente se presenta una tabla resumen y figuras de la evolución esperada del empleo en los diferentes grupos profesionales.

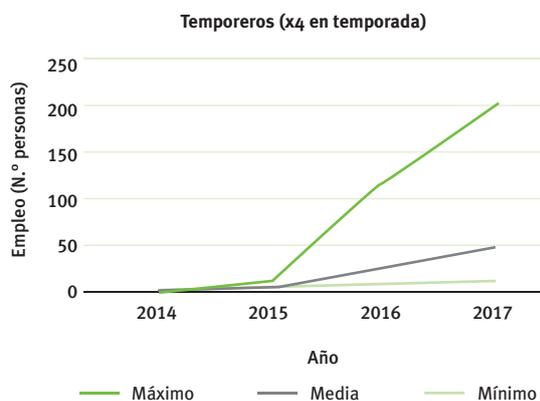
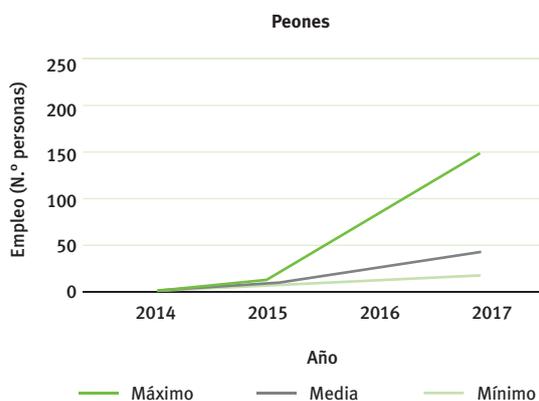
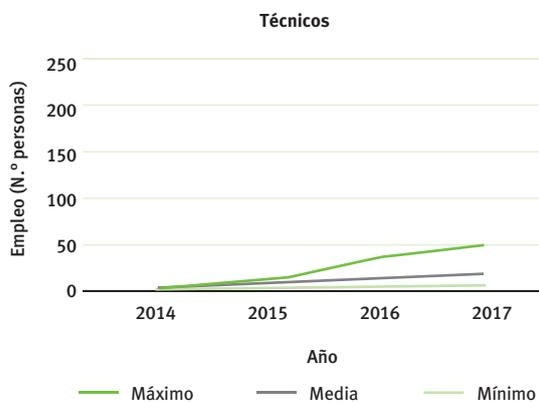
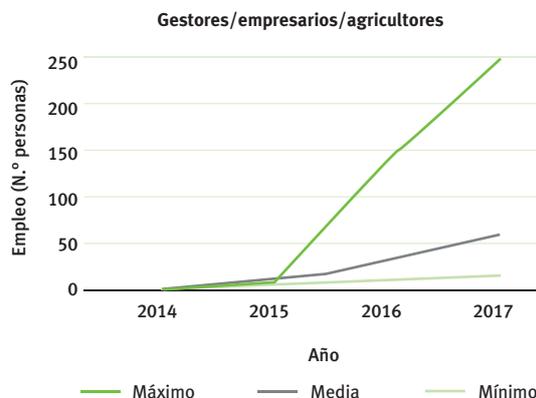
Se observa que el grupo de gestores/empresarios/agricultores y el de los temporeros es el más afectado por el factor de incertidumbre. Es porque el mayor potencial de empleo se encuentra en el sector agrícola cuando resultan viables los proyectos de cultivo energético y de aceites aromáticos. Ello permitiría a muchos agricultores reservar parcelas para estos cultivos. Sin embargo, para que estos proyectos se desarrollen plenamente se requiere no solamente una sólida viabilidad económica, sino también inversores y promotores de la parte industrial: respectivamente la producción y comercialización del combustible y del aceite de vetiver.

Las demás usos y aplicaciones de Vetiver generan menos empleo, pero en caso de resultar viables las aplicaciones tienen una mayor flexibilidad de mercado.



GRÁFICO 26
Estimación del empleo generado por cada categoría de empleo

Empleo medio y máximo en el año 2017		
	Medio	Máximo
Gestor	60	250
Técnico	20	50
Operario	20	50
Peón	50	150
Temporero	50	200
TOTAL	200	700



12

FINANCIACIÓN





La siguiente tabla resume qué entidad debe aportar la financiación de cada uno de los proyectos.

Los proyectos que se realizan en el marco del Proyecto Vetiver del Ayuntamiento de San Juan del Puerto (marcado en **negrita**) serán financiados a través de los fondos que el Ayuntamiento asigna al proyecto o bien con una financiación adicional a través de fondos de I+D o privados.

Los proyectos marcados como de financiación pública son aquellos que se destinan a labores de la administración pública, como son los de restauración ambiental como la reforestación tras incendios forestales, o proyectos de restauración hidrológico-forestal. En este caso los proyectos se lanzarán mediante concursos públicos o son realizados por medios propios de la Administración.

En los demás casos, se trata de proyectos destinados a o impulsados por entidades privadas. Algunos proyectos son de carácter innovador, por lo que los promotores pueden acudir a financiación blanda para proyecto de I+D+i del CDTI (Ministerio de Economía) o de IDEA (Junta de Andalucía).

Un caso especial es el proyecto de investigación dedicado a la optimización del cultivo de Vetiver para la obtención de aceites aromáticos. Se considera que este proyecto se presta para ser financiado con fondos Europeos, por ejemplo el LIFE of el FP7.



TABLA 19
Cuadro resumen de entidades que promueven y financian los proyectos

Titulo	Iniciativa Financiación	Entidad	Fondos
1. Vivero para la reproducción de Vetiver	Ayto		
2. Estudios y proyectos	Ayto		
3a. Demostración estabilización de laderas	Ayto		
3b. Estabilización de laderas en proyectos mineros	Privada	Empresas mineras	
4a,b. Barrera de Vetiver en parcelas de cultivo de fresas	Ayto		I+D nacional
4c. Implantación de barreras de Vetiver para protección de cauces en Doñana	Privada	Agricultores en Doñana	
5. Centro de experimentación de Vetiver (CEV) en las salinas de San Juan del Puerto	Ayto		I+D nacional
6a. Viabilidad de Vetiver como cultivo energético	Ayto		I+D nacional
6b. Ensayo de peletización de biomasa de Vetiver	Ayto		I+D nacional
6c. Proyecto Piloto cultivo energético	Privada	ENCE/Polo Químico	I+D nacional
6d. Cultivo energético	Privada	Agricultores	
7. Planta experimental de fitodepuración en las salinas	Ayto		I+D nacional
8a. Investigación para producir aceites aromáticos	Ayto		I+D internacional
8b. Cultivo para aceites aromáticos	Privada	Agricultores	
9. Filtros verdes de Vetiver para las aguas del embalse de Alcolea	Pública	Agencia de Medio Ambiente y Agua	
10. Utilización de Vetiver para secar balsas de alpechines y/o alperujos	Privada	Almazaras	
11. Demostración control de erosión tras incendios forestales	Pública	DG Medio Natural	
12a. Taller artesano del Vetiver	Ayto		Subvención pública
12b. Producción de artesanía con Vetiver	Privada	Artisanos	
13. Control de erosión y estabilización del terreno de plantación de eucalipto	Privada	ENCE	
14. Estabilización hidrodinámica de cauces	Pública	Agencia de Medio Ambiente y Agua, Confederaciones	
15a. Demostración fitoestabilización de balsas de fosfoyesos	Privada	Fertiberia	
15b. Proyecto de biorremediación de las balsas de fosfoyesos	Privada	Fertiberia	
16. Vivero In vitro	Privada	(promotor privado)	
17. Empresa de Bioingeniería	Privada	(promotor privado)	
18. Planta de peletización de biomasa	Privada	(promotor privado)	
19. Banco de biomasa/gestor de derechos de emisión de CO ₂	Privada	(promotor privado)	
20. Planta de extracción de aceite de Vetiver	Privada	(promotor privado)	
21. Producción de hojas de Vetiver para labores artesanos	Privada	(promotor privado)	

(En **Negrita** proyectos del Proyecto Vetiver).

13

BIBLIOGRAFÍA





1. Verdier Martin, M. (Coord.)-El Sector Agrario en la provincia de Huelva 2011-2012. Fundación Caja Rural del Sur (2012).
2. Truong, P., Tan Van, T, y E. Pinners. Aplicaciones del Sistema Vetiver. Manual Técnico de Referencia. The Vetiver Network International (2009).
3. Adams, R.P. and M.R. Daffor. Lessons in Diversity: DNA sampling of the pantropical vetiver grass (*Vetiveria zizanioides*) uncovers genetic uniformity in erosion-control germplasm. *Diversity* 13(4) (1997-1998):27-28.
4. IAQB-IGA. Las concentraciones industriales de Huelva y el Campo de Gibraltar y su incidencia en la economía andaluza (2008)
5. Roongtanakiat, N. Vetiver phytoremediation for heavy metal decontamination. Office of the Royal Development Projects Board. Bangkok, Thailand (2009).
6. Chomchalow, N. Techniques of Vetiver Propagation, with special reference to Thailand. Office of the Royal Development Projects Board. Bangkok, Thailand (2000).
7. The Vetiver Network. Vetiver Handicraft Training Program, Bangkok. Office of the Royal Development Projects Board. Bangkok, Thailand (2007).
8. Anuario de Estadística 2011. MAGRAMA (2012).
9. Avance Anuario de Estadística 2012. MAGRAMA (2013).
10. Metcalfe, O., Truong, P. And R. Smith, Hydraulic Characteristics of Vetiver Hedges in Deep Flows. 3rd International Conferences on Vetiver (2003).
11. Hemen Sarma, 2011. Metal Hyperaccumulation in Plants: A Review Focusing on Phytoremediation Technology. *Journal of Environmental Science and Technology*, 4: 118-138.
12. Truong, P. 1999. Vetiver Grass Technology for Mine Rehabilitation. *Pacific Rim Vetiver Network Technical Bulletin* N^o 1999/2.
13. Lakshmanaperumalsamy, P., Jayashree, S. And J. Rathinamala. Biomass Production of Vetiver using Vermicompost. 4th International Conference on Vetiver (2006).
14. Taranet, P. et. al. Carbon sequestraton and carbon dioxide emission in vetiver grass cultivation areas in Thailand. 5th International Conference on Vetiver (2011).
15. Junta de Andalucía. Plan de Ordenación de los recursos minerales de Andalucía 2010-2013 (PORMIAN).
16. Directiva 2005/87/EC, modificando Directiva 2002/32/EC sobre sustancias indeseables en la alimentación animal.
17. IDAE. Biomasa. Cultivos energéticos. IDAE. 2007.
18. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. Estudio previo para la implantación de un Plan de cultivos energéticos. 2008.
19. Wongwatanapaiboon, J. Et.al. The Potential of Cellulosic Ethanol Production from grasses in Thailand. *J.Biomed. Biotechnol.* 2012.



20. Del Guidice, L. Et. Al. The microbial community of Vetiver root and its involvement into essential oil biogenesis. *Environmental Microbiology*. Vol. 10, issue 10. 2008.
21. Wagner, S., Truong, P., Vieritz, A. and Smeal, C. Response of vetiver grass to extreme nitrogen and phosphorus supply. 3rd International Conferences on Vetiver (2003).
22. Jaque, D.T. et al. Modified constructed wetland system. Alternative wastewater treatment. 8th World Congress of Chemical Engineering, Montreal 2009.
23. Vieritz, A. Et al. Modelling Monto Vetiver growth and nutrient uptake for effluent irrigation schemes. 3rd International Conferences on Vetiver (2003).
24. Shu, W. Exploring the Potential Utilization of Vetiver in treating Acid Mine Drainage (AMD). 3rd International Conferences on Vetiver (2003).
25. Hart, B, Cody, R and Truong, P. (2003). Efficacy of vetiver grass in the hydroponic treatment of post septic tank effluent. 3rd International Conferences on Vetiver (2003).
26. Álvarez de la Puente, José M^a. Presentación Jornada sobre compostaje de alperujos. Asociación Técnica de Producción, Integrada de Olivar, Aguadulce (Sevilla) 2009.
27. MAGRAMA. Los Incendios Forestales en España. Decenio 2001-2010.
28. MAGRAMA. Incendios Forestales en España. Año 2011.
29. Junta de Andalucía. Acuerdo de 26 de Octubre de 2010, del Consejo de Gobierno, por el que se declaran de interés de la Comunidad Autónoma de Andalucía las obras hidráulicas destinadas al cumplimiento del objetivo de calidad de las aguas de Andalucía.

Webgrafía

30. http://www.andalucia-web.net/clima_huelva.htm
31. www.zonu.com (mapas provincia de Huelva).
32. www.vetiver.org
33. <http://vetivercostarica.com/control-de-erosion/>
34. Barreras de Vetiver: <http://www.donana.es>
35. Extracción de aceite: <http://www.biolandes.com/production-essences-absolus-espagne.php?lg=fr&pays=0>
36. Extracción de aceite: <http://www.bordas-sa.com/web/>
37. Minería: <http://www.2ominutos.es/noticia/1789894/o/#xtor=AD-15&xts=467263>

anexo

FICHAS DE PROYECTO





En el anexo se presentan las fichas de los 21 proyectos identificados.

Nº	Título
1	Vivero para la reproducción de Vetiver
2	Estudios y proyectos
3	Demostración del uso de Vetiver para estabilización de laderas
4	Barreras de Vetiver en parcelas de cultivo de fresas
5	Centro de experimentación de Vetiver (CEV) en las salinas de San Juan del Puerto.
6	Viabilidad de Vetiver como cultivo energético
7	Planta experimental de fitodepuración en las salinas de San Juan del Puerto
8	Investigación sobre el cultivo de Vetiver para producir aceites aromáticos
9	Filtros verdes de Vetiver para normalización de aguas del embalse de Alcolea
10	Utilización de Vetiver para secar balsas de alpechines y/o facilitar el compostaje del alperujo.
11	Demostración del control de erosión tras un incendio forestal
12	Taller artesano del Vetiver
13	Control de erosión y estabilización del terreno de plantación de Eucalipto
14	Estabilización hidromorfológica de cauces
15	Demostración de la fitoestabilización de las balsas de fosfoyesos
16	Vivero Reproducción In-Vitro de Vetiver
17	Empresa(s) de bioingeniería
18	Planta de peletización de biomasa
19	Banco de Biomasa/derechos de emisión
20	Planta de extracción de aceite de Vetiver
21	Producción de hojas de Vetiver para labores artesanas

(En **negrita** los proyectos considerados fundamentales).



1. Vivero para la reproducción de Vetiver

Descripción	<p>Se necesita un vivero para producir las plantas que serán utilizados en los primeros proyectos de demostración. Inicialmente, el vivero servirá para la aclimatación de las plantas importadas y para producir un stock de plantas madre.</p> <p>El vivero servirá además para la formación de técnicos y para fines de comunicación e información.</p>
Fundamento	<p>Vetiver es estéril, por lo que tiene que ser reproducido vegetativamente. El primer vivero utilizará plantas importadas de Centro-America, que servirán para producir los esquejes del primer lote de producción. Dado que las plantas proceden de clima tropical húmedo, probablemente necesitan adaptación a la climatología mediterránea con bajas temperaturas en invierno y aire más seco.</p> <p>Si las plantas se destinan a suelos hostiles (bajo pH, elevadas concentraciones de sales y metales) además convendrá adaptarlas a estas circunstancias antes de la plantación.</p>
Factores clave	<p>La constitución del vivero debe ser impulsado por el Proyecto Acción Empleo del Ayuntamiento de San Juan del Puerto.</p>

CLASIFICACIÓN

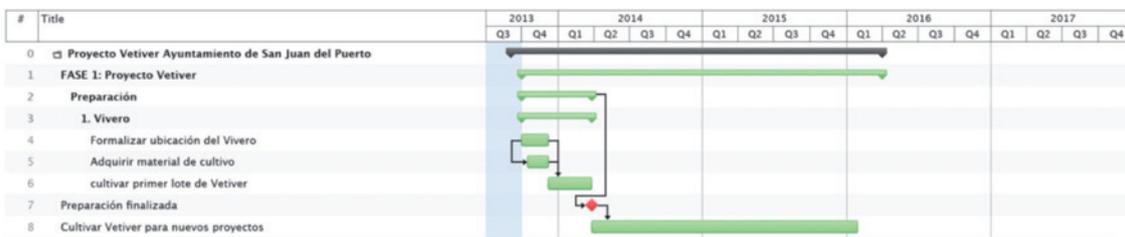
Tipo de uso	Reproducción
Estado del Arte	Ejecución
Motivación del Estado del Arte	<p>Existen manuales detallados sobre la reproducción y el cultivo de plantas Vetiver en viveros y experiencia en múltiples regiones del mundo bajo gran variedad de situaciones climatológicas.</p> <p>Se puede poner en marcha el vivero y utilizar el propio vivero para formación y práctica.</p>
Componente de investigación	<p>No se requiere investigación pero conviene establecer contacto con personal experimentado en la reproducción de Vetiver para asesoría puntual.</p> <p>Podrían ser aquellos que suministran el material inicial.</p>
Potencial de creación de empleo	<p>El vivero debe de considerarse como el centro de gestión del Proyecto Vetiver, conjuntamente con el Centro de Experimentación del Vetiver (CEV) (Ficha 5).</p> <p>Considerando que la dirección y coordinación del vivero se lleve desde el CEV, el vivero solo requerirá un operario a tiempo completo.</p> <p>Formación del operario: FP agraria.</p> <p>Durante los periodos de producción de esquejes y de cosecha se necesitará temporalmente personal de apoyo. (4 peones).</p>



FICHA DE PROYECTO Nº 1 (Cont.): Vivero para la reproducción de Vetiver

ORGANIZACIÓN

Año 1 Debe producir su primer lote en marzo de 2014



Plan de Trabajo La puesta en marcha del vivero debe realizarse cuanto antes (Octubre de 2013), para que en primavera de 2014 se pueda disponer de material suficiente para los proyectos de demostración.

No dará tiempo para cultivar, producir esquejes y prepararlas para la plantación, por lo que deben de comprarse esquejes suficientes para los dos proyectos de demostración (Fichas 3,4) y para plantar las plantas madre que deben de proporcionar los nuevos esquejes (Ficha 5). Se estiman necesarias cerca de 25.000 plantas.

Lidera Ayuntamiento de San Juan del Puerto en el marco del Proyecto Acción Empleo pondrá en marcha el vivero.

En cuanto se haya establecido el CEV, su estructura asumirá la coordinación del proyecto.

Socio(s) Para poder cumplir los plazos es recomendable involucrar a personas o entidades españolas vinculadas con empresas centroamericanas que comercializan esquejes de Vetiver.

Financiación: Proyecto Acción Empleo. FSE.
 • Costes: Ver presupuesto existente

Depende de: - -

Conduce a: 16 Vivero Reproducción In-Vitro de Vetiver

Relación con: 3, 4, 3,4,5,6

5, 6



2. Estudios y Proyectos

Descripción	<p>Preparación de estudios de ejecución, viabilidad y de mercado de los proyectos de demostración. Se realizará en el formato de un curso práctico impartido por EOI para alumnos de San Juan del Puerto.</p> <p>El curso de gestión de proyectos, estudios de viabilidad y de mercado tendrá una parte teórica y práctica.</p> <p>En la parte teórica se imparten materias como la gestión de proyectos, preparación de planes de negocio y la realización de prospecciones de mercado.</p> <p>La parte práctica consistirá en la realización de los estudios de viabilidad, estudios de mercado y planes de negocio de los proyectos planteados en este estudio.</p> <p>Los alumnos realizarán estos estudios, tutelados por los profesores de EOI.</p> <p>Tras la finalización del curso, el tutelaje se continúa a lo largo de los dos años del Proyecto Vetiver en forma de “backstopping”. En esta modalidad, los ex-alumnos o potenciales empresarios podrán hacer consultas relacionado con la puesta en marcha y seguimiento de los proyectos.</p>
Fundamento	<p>La preparación de estudios de viabilidad, estudios de mercado y planes de negocio son habilidades esenciales para un (futuro) empresario. Para la creación duradera de empleo es necesario que todos los proyectos estén bien documentados y justificados.</p> <p>Además los proyectos de demostración deben de ser diseñados y programados.</p> <p>Muchos de los proyectos identificados requieren de la colaboración de entidades externas que deben ser contactadas y incorporados al proyecto. Para ello necesitan disponer de información objetiva y cuantitativa que justifique la viabilidad técnica y económica del proyecto.</p>
Factores clave	<p>Proyecto impulsado por el Proyecto Acción Empleo del Ayuntamiento de San Juan del Puerto.</p>

CLASIFICACIÓN

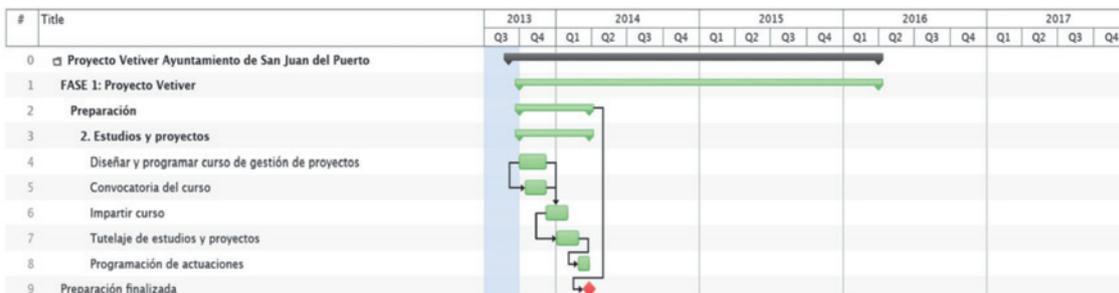
Tipo de uso	Formación y Estudios
Estado del Arte	Ejecución
Motivación del Estado del Arte	EOI como escuela de negocios es experta en la formación de técnicos en materia de gestión de proyectos. Cuenta con un excelente plantel de profesores que cubren en todas las materias que puedan requerirse.
Componente de investigación	Cada proyecto estudiado en el marco del curso tendrá su propia componente de investigación, distinguiéndose aspectos técnicos, de mercado y socio-económicos.
Potencial de creación de empleo	El proyecto persigue una sólida preparación de los proyectos y de los técnicos, mejorando así las perspectivas de éxito y ampliando la potencial creación de empleo. Siendo de formación no crea empleo directamente.



FICHA DE PROYECTO Nº 2 (Cont.): Estudios y proyectos

ORGANIZACIÓN

Año 1 Terminado en marzo de 2014



Plan de Trabajo La preparación y convocatoria pueden realizarse en el último trimestre de 2013, para iniciar el curso teórico en diciembre y los proyectos en enero de 2014.

Tras finalizar los proyectos se requerirá tiempo para integrar los resultados en el programa de actuaciones del Proyecto Vetiver y para preparar los proyectos de demostración que deben arrancar en primavera de 2014.

Entre el profesorado del curso deben de seleccionarse algunos que durante los 2 años de la ejecución de los diferentes proyectos ejercen de “Backstoppers”.

Esta labor será puntual y a distancia, dedicado a resolver dudas sobre el avance de los proyectos.

Lidera Este proyecto se realizaría en el marco del convenio entre el Ayuntamiento de San Juan del Puerto y EOI.

Socio(s) -

Financiación: Proyecto Acción Empleo. FSE

Depende de: - -

Conduce a: 3-12 La parte práctica consiste en la preparación de los proyectos de demostración.

Relación con: - -



3. Demostración del uso de Vetiver para estabilización de laderas

Descripción	<p>Plantación de Vetiver en una ladera de una zona minera (corte o escombrera), con el fin de demostrar la utilidad para la estabilización de laderas y para restauración ambiental. También demuestra la adaptación de Vetiver a la climatología mediterránea y a condiciones de suelo difíciles.</p> <p>Se propone realizar el proyecto en un sitio visible desde el circuito turístico de las minas de Tharsis.</p>
Fundamento	<p>La principal característica del proyecto de demostración debe ser que el efecto de la utilización de Vetiver pueda apreciarse a simple vista y que pueda compararse el efecto con un sitio similar no tratado.</p> <p>Las minas de Tharsis son interesantes para alojar el proyecto de demostración por varias razones:</p> <p>Tharsis es una mina histórica, conocida y explotada para turismo.</p> <p>Existen infraestructuras de acceso en cuyo campo de visión se puede elegir la parcela de demostración y otra de control.</p> <p>El éxito del proyecto de demostración puede aprovecharse para que se incluyan soluciones con Vetiver en los proyectos de las nuevas concesiones mineras.</p>
Factores clave	<p>3b. Proyectos mineros.</p> <p>Este proyecto de demostración debe de concebirse como el escaparate para que las empresas concesionarias de las nuevas licencias mineras incluyan aplicaciones con Vetiver en sus EIA y planes de restauración.</p>

CLASIFICACIÓN

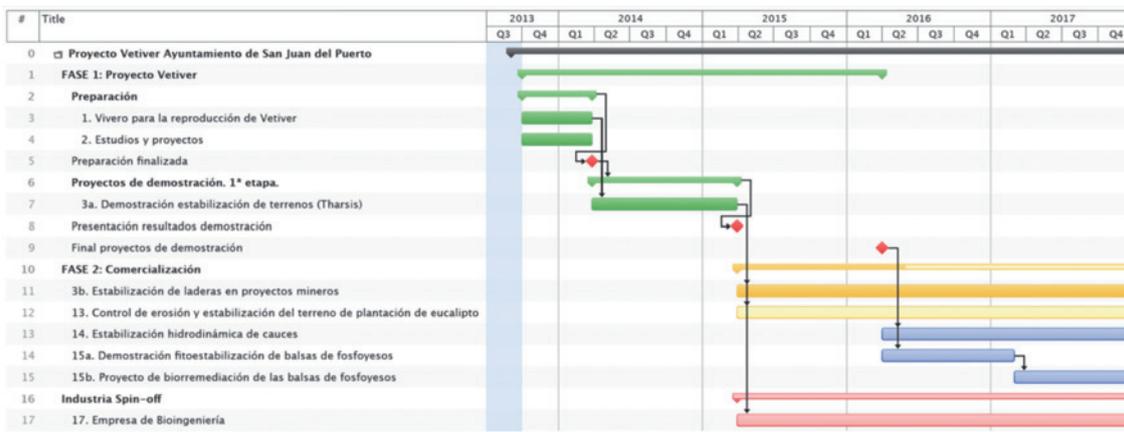
Tipo de uso	Geotécnia
Estado del Arte	Ejecución
Motivación del Estado del Arte	La estabilización de laderas es una aplicación “clásica” de Vetiver, incluso sobre suelos ácidos como son las escombreras de la minas de Huelva.
Componente de investigación	El aspecto crucial para el éxito de las aplicaciones de Vetiver es el de la supervivencia en los meses estivales características del clima mediterráneo. El proyecto debe prever unos riegos “de rescate” y establecer las condiciones mínimas de implantación, humedad y riegos complementarios que requiere el cultivo hasta su pleno establecimiento.
Potencial de creación de empleo	<p>El proyecto de demostración será dirigido por el equipo del CEV (Ficha 5).</p> <p>Se requerirá un técnico residente en Tharsis para hacer el seguimiento del proyecto. Su dedicación será parcial (2 días por semana).</p> <p>El objetivo real de este proyecto de demostración es crear el marco para la utilización de Vetiver en los nuevos proyectos mineros y para aplicaciones bioingeniería geotécnica en general (3b). El empleo se creará en empresas de bioingeniería (Ficha 17) para la implantación y mantenimiento de proyectos y en los viveros que suministran las plantas.</p>



FICHA DE PROYECTO N° 3 (Cont.): Demostración del uso de Vetiver para estabilización de laderas

ORGANIZACIÓN

Año 1 Deben presentarse resultados positivos en marzo de 2015 para justificar nuevos proyectos



Plan de Trabajo Se propone buscar un emplazamiento donde pueden acotarse dos parcelas de 25 m. de ancho y la altura completa de ladera (10-15 m) para respectivamente plantación de Vetiver y Control.

Para la plantación se requerirán unos 10.000 plantas de Vetiver (0,1 m. entre plantas; 3 plantas por hoyo, hileras cada m.)

El emplazamiento preferiblemente debe ser visible desde un sitio habilitado para el turismo y debe tener un acceso fácil para la plantación, las inspecciones y para el riego de las plantas.

Durante el año de demostración se debe de evaluar la rapidez del establecimiento de las plantas (crecimiento de raíces y follaje) necesidad de riego de apoyo, respuesta a las bajas temperaturas y la recuperación posterior.

También debe de aprovecharse el proyecto para preparar la fase comercial, invitando a representantes de empresas mineras, contratistas de infraestructuras civiles y empresas geotécnicas y de soluciones de geo/bioingeniería para conocer el proyecto.

Lidera El proyecto será puesto en marcha por los Ayuntamientos de San Juan del Puerto.

La gestión del proyecto se realizará desde el Proyectos Empleo, hasta que se haya establecido el CEV.

Socio(s) Se buscará la colaboración y participación del Ayuntamiento de Tharsis. Como contraprestación, un técnico de Tharsis podría ser invitado a participar en el curso de gestión de proyectos (Ficha 2) para después encargarse de la supervisión y seguimiento del proyecto.

Financiación: Ayuntamiento de San Juan del Puerto/FSE

Depende de: 1 Vivero para la reproducción de Vetiver

Conduce a: 11,13 Demostración del control de erosión tras un incendio forestal

Relación con: 17 Empresa(s) de bioingeniería



4. Barreras de Vetiver en parcelas de cultivo de fresas

Descripción	<p>Instalación de barreras de Vetiver entre cauces y las parcelas de cultivo de fresa y frutos rojos para reducir la contaminación difusa de las aguas superficiales causado por arrastre de fertilizantes con aguas de lluvia y por dispersión aérea de pesticidas. Por otra parte, las barreras benefician el cultivo por actuar como cortavientos y por reducir la propagación de plagas.</p> <p>El proyecto consta de dos fases:</p> <ol style="list-style-type: none">Establecimiento de barreras. Se pretende demostrar que Vetiver se implanta rápidamente y forma una barrera eficaz.Demostración de la efectividad como barrera para reducir la contaminación difusa. Este estudio requiere de la toma de muestras y su comparación con una parcela de control.
Fundamento	<p>Dentro del parque natural de Doñana e incluso dentro del Parque Nacional se concentra una importante actividad agrícola. La Fundación Doñana²¹ trabaja para proteger el parque, en el espíritu de convivencia entre agricultores y conservadores.</p> <p>El proyecto podría ayudar a disminuir la contaminación difusa provocada por la agricultura. Para la agricultura podría ser beneficioso al contribuir en la reducción del efecto del viento y por controlar la propagación de plagas entre parcelas.</p>
Factores clave	<p>Colaboración/Participación de la Fundación Doñana 21.</p> <p>No objeción a usar una especie exótica.</p> <p>4c. Implantación de barreras de Vetiver en la Comarca de Doñana.</p> <p>El objetivo final es la creación de una actividad empresarial dedicada a la implantación y mantenimiento de barreras de Vetiver.</p>

**FICHA DE PROYECTO Nº 4 (Cont.): Barreras de Vetiver en parcelas de cultivo de fresas****CLASIFICACIÓN**

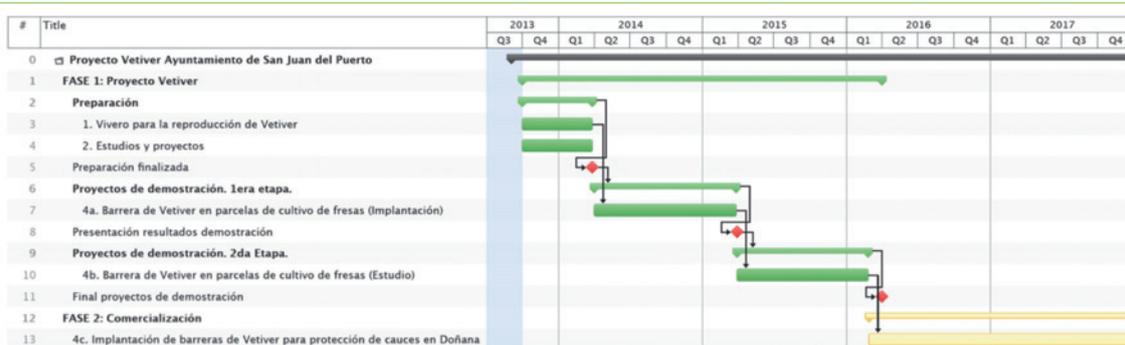
Tipo de uso	Retención de sedimentos, barrera visual y funcional
Estado del Arte	Demo
Motivación del Estado del Arte	<p>Uno de los usos más extendidos en los países originarios del Vetiver es como barrera para separar parcelas o servir de cortavientos. No se duda, por tanto de la calidad de la barrera que se formará. Asimismo está documentado que una barrera de Vetiver es eficaz para reducir la propagación de plagas de una parcela a otra.</p> <p>Menos información existe sobre la eficacia de la barrera para reducir o evitar la contaminación del medio hídrico con productos agrícolas como fertilizantes y pesticidas. Esta faceta debe ser demostrada.</p>
Componente de investigación	<p>Demostrar el efecto de reducción de la contaminación difusa.</p> <p>Se deben de seleccionar dos parcelas (o dos tramos de cauce) similares en los siguientes parámetros:</p> <ul style="list-style-type: none">• Lindando a un cuerpo de agua, preferiblemente con poca renovación.• Orientación similar de la parcela con respecto al cuerpo de agua.• La parcela debe estar aguas arriba de cualquier otra fuente de contaminación difusa, o bien ser la única (relevante).• El mismo cultivo y el mismo régimen de fertilización y tratamiento contra plagas• El mismo tipo de suelo <p>Tras implantarse una sólida barrera de Vetiver en el primer año, debe de ejecutarse en el segundo año una campaña de muestreo y análisis de las aguas que lindan la parcela experimental y el de control para determinar el efecto de la barrera de Vetiver sobre la calidad del agua.</p>
Potencial de creación de empleo	<p>Para la plantación de la barrera se requerirá apoyo temporal. Se propone que este trabajo lo hagan 2 peones del vivero más dos peones contratados expresamente para este proyecto (1 mes).</p> <p>El seguimiento del proyecto será realizad por personal del CEV.</p> <p>Si la medida resulta eficaz, se podrá implantar de forma generalizada en la Comarca de Doñana.</p> <p>Esta labor (4c) permitirá la creación de una empresa que se dedica a la instalación y al mantenimiento (siega, reposición) de las barreras.</p> <p>El material segado podrá tener un destino como cultivo energético (Ficha 6)</p>



FICHA DE PROYECTO Nº 4 (Cont.): Barreras de Vetiver en parcelas de cultivo de fresas

ORGANIZACIÓN

Año 1 Deben presentarse resultados positivos en marzo de 2015 para justificar nuevos proyectos



Plan de Trabajo Se propone buscar dos tramos de cauce sensible en el Parque Natural de Doñana que lindan a parcelas de cultivo de fresa o de frutas rojas. Se prevé la necesidad de instalar una barrera larga, de unos 200 m. para limitar los efectos de transición. Para tal barrera se requerirán unos 6.000 plantas de Vetiver (Distancia entre plantas 0,1 m.; 3 plantas por hoyo) Es importante realizar la plantación en primavera de 2014 para aprovechar dos años completos de estudio.

Durante el primer año únicamente se hará seguimiento del establecimiento de la barrera, poniendo especial atención a la pronta sustitución de plantas muertas o débiles. Durante el segundo año se mantiene la barrera y se hace alguna corta para mantener la barrera vigorosa y se ejecuta la campaña de muestreo y análisis.

Durante esta año además debe de iniciarse la promoción y comercialización de las barreras de Vetiver.

Lidera El proyecto será puesto en marcha por el Ayuntamiento de San Juan del Puerto.

La gestión del proyecto se realizará desde el Proyectos Empleo, hasta que se haya establecido el CEV.

Socio(s) La Fundación Doñana21 es un socio esencial por su papel en el desarrollo sostenible de la Comarca de Doñana y por su relación con el sector agrícola en la Comarca.

Se propone involucrar a Freshuelva, como asociación sectorial mayoritaria en el proyecto. La Universidad de Huelva podría encargarse del estudio del efecto de la barrera sobre la contaminación difusa.

Financiación: En este caso, podría proponerse una cofinanciación entre el Ayuntamiento de San Juan del Puerto (Promotor del Proyecto Vetiver), la Fundación Doñana 21 (Protección ambiental) y Freshuelva (Medida de mejora ambiental)

Depende de: 1 Vivero para la reproducción de Vetiver

Conduce a: - -

Relación con: 6, 17, Cultivo energético, banco de biomasa
19 Empresa(s) de bioingeniería



5. Centro de Experimentación de Vetiver (CEV) en las salinas de San Juan del Puerto.

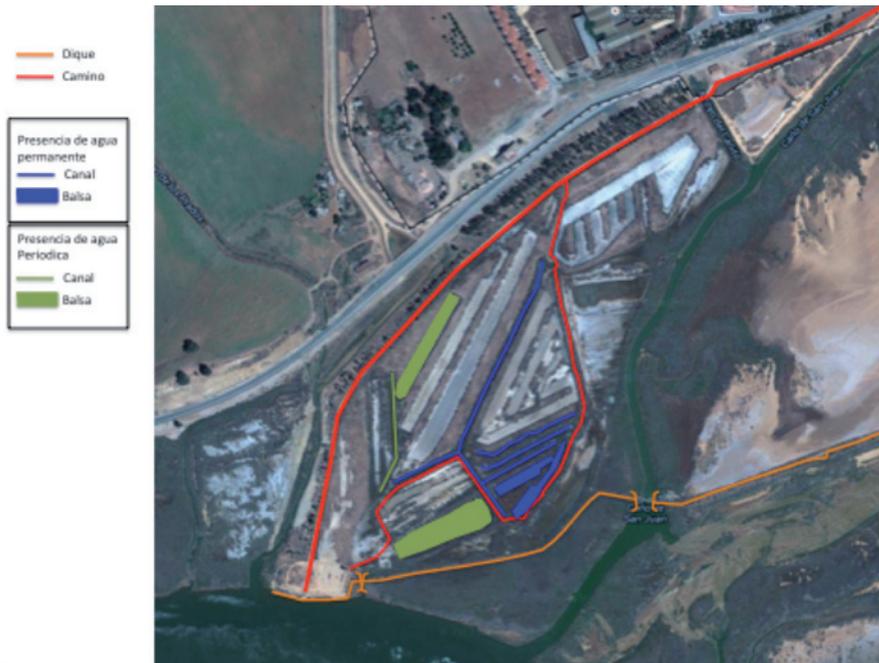
Descripción	<p>Se instala el Centro de Experimentación de Vetiver (CEV) en las antiguas salinas de San Juan del Puerto. El CEV tiene varias funciones:</p> <ul style="list-style-type: none">• Función de “Faro”. Será el punto central del Proyecto Vetiver, la referencia para informar y ser informado sobre el proyecto.• Centro de gestión y de conocimiento. El CEV contratará a los técnicos y gestores que llevan los proyectos.• Promotor de iniciativas empresariales. El CEV tendrá un papel activo en la creación de empresas y en la adopción por parte de empresas existentes de productos basados en el uso de Vetiver.• Centro de producción e investigación de Vetiver. Parte de los estudios de investigación se realizan en el CEV y desde el CEV se gestiona el vivero.
Fundamento	<p>El Ayuntamiento de San Juan del Puerto tiene la competencia sobre la gestión de las antiguas salinas. Estas se encuentran en un estado de total abandono, pero mantienen su estructura básica de balsas y canalizaciones. Con un coste relativamente bajo se podrán rehabilitar algunas balsas y canales para realizar en ellos experimentos con Vetiver.</p> <p>Para ello pueden aprovecharse varias de las condiciones que hacen únicos tanto a Vetiver, como a las marismas del Odiel. Vetiver es muy tolerante a la salinidad, la acidez del agua y la presencia de metales pesados. Todas estas condiciones se dan en el Odiel y son representativas de las condiciones que se encontrarán en las aplicaciones más interesantes del Vetiver, la fitodepuración, biorremediación y restauración minera.</p> <p>El alto nivel freático ayuda para obtener un cultivo que se desarrolla óptimamente. El hecho que un emplazamiento donde se concentran varios estudios requiere personal cualificado, se propone aprovechar para convertir el emplazamiento en el verdadero centro neurálgico del Proyecto Vetiver, ganando así en visibilidad y eficacia.</p>
Factores clave	<p>La persona clave para el éxito del centro será el gestor/director. Esta persona tendrá que asumir la ejecución y gestión del proyecto en todas sus facetas, desde la investigación, hasta la demostración y puesta en marcha de iniciativas empresariales.</p> <p>El Centro debe de crearse con la vocación de convertirse en un centro privado permanente de investigación y promoción, abriendo su horizonte a nuevos cultivos u otras aplicaciones, p.e. Investigación de plantas superacumuladoras de metales pesados o cultivos energéticos adaptados a suelos complejos.</p>



FICHA DE PROYECTO N° 5 (Cont.): Centro de experimentación de Vetiver en las Salinas de San Juan del Puerto.

CLASIFICACIÓN

Tipo de uso	Biorremediación, reproducción
Estado del Arte	Ejecución
Motivación del Estado del Arte	<p>La rehabilitación de las salinas y la creación de un centro de experimentación son actividades convencionales.</p> <p>El CEV funcionará también como extensión del vivero, cultivando en masa plantas madre para la reproducción.</p>
Componente de investigación	<p>Los aspectos específicos que ofrece el CEV son el cultivo en aguas salobres, ácidas y con presencia de metales pesados.</p> <p>Se investigará:</p> <ul style="list-style-type: none"> • la tolerancia de Vetiver a estas condiciones • El potencial de Vetiver en fitodepuración • El régimen de cortes óptimo como cultivo energético • El efecto de las condiciones del agua sobre la producción y calidad de los aceites aromáticos en las raíces. <p>En las figuras de la siguiente página se presenta una propuesta de distribución de las zonas de experimentación y su motivación.</p>
Potencial de creación de empleo	<p>El CEV será el centro de trabajo de todo el equipo de trabajo del Proyecto Vetiver:</p> <p>Director/gestor: con perfil de Ingeniero Agrónomo o Forestal</p> <p>Un coordinador/supervisor de proyectos con perfil de Ingeniero Técnico Forestal o Agrícola, Biólogo. Se encargará del seguimiento y supervisión de los proyectos.</p> <p>Un Lcdo Economía y Administración que se encarga de la financiación del centro y de los estudios de viabilidad y planes de negocios de los proyectos</p> <p>Un operario para la zona de cultivos (compartido con el vivero)</p> <p>Dos peones (compartidos con el vivero)</p>



Las salinas (y San Juan del Puerto) están protegidas contra inundaciones por un dique y por el camino principal que lleva hasta el antiguo muelle de carga. Analizando distintas fotos en Google Earth, se observan diferentes grados de permanencia del agua. Indicados en azul están los canales (de reparto, se entiende) y las balsas (semi)permanentemente inundadas.

En verde se presentan los canales y balsas que periódicamente están secas.



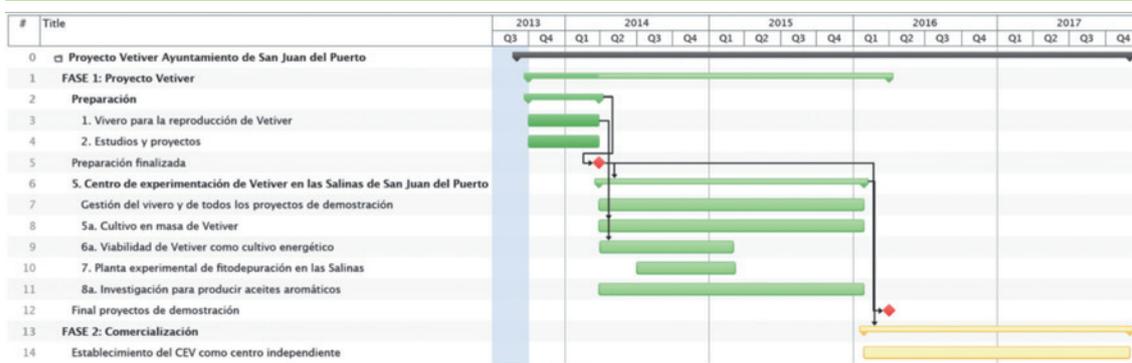
Se propone utilizar las siguientes zonas. Según la extensión que se quiere ocupar Las zonas 1,2 y 3 pueden ser utilizadas total o parcialmente para investigaciones. La zona 4, por estar permanentemente inundada es la más apta para estudios de fitodepuración.



FICHA DE PROYECTO Nº 5 (Cont.): Centro de experimentación de Vetiver en las Salinas de San Juan del Puerto

ORGANIZACIÓN

Año 1,2 Debe implantarse en el primer año para poder hospedar proyectos de investigación



Plan de Trabajo Uno de los proyectos que deben de realizarse antes de la puesta en marcha del CEV es el de la rehabilitación de las salinas, empezando con un estudio topográfico e inventario de estructuras. Con estos datos se puede elaborar un plan de gestión del agua y de ocupación de balsas para los experimentos.

La estructura organizativa del CEV debería estar operativa en primavera de 2014, con el fin de poder tomar el relevo del Proyecto Acción Empleo en la gestión y dirección de los proyectos.

A medida que vayan avanzando los trabajos, los gestores del CEV deberían buscar nuevos estudios y nuevos usos para las instalaciones del centro.

Lidera El proyecto será puesto en marcha por el Ayuntamiento de San Juan del Puerto. El CEV dependerá directamente del Ayuntamiento.

Socio(s) La Universidad de Huelva podría participar y/o asesorar en la realización de los estudios de investigación.

El CENTA (Centro de las Nuevas Tecnologías del Agua) sería un buen socio/asesor para los proyectos de fitodepuración.

Financiación: Ayuntamiento de San Juan del Puerto, FSE.

Para las investigaciones que se realizan en el CEV se puede buscar cofinanciación, por ejemplo:

Fondos de I+D (aceites aromáticos y cultivo energético)

ENCE (cultivo energético)

(SACYR, Junta de Andalucía) Estudio de fitodepuración

Depende de: 1 Vivero para la reproducción de Vetiver

Conduce a: - Centro permanente

Relación con: 6,7,8 6,7,8



6. Viabilidad de Vetiver como cultivo energético

Descripción	<p>Este proyecto se realiza pensando en producir Vetiver como combustible para la planta de biomasa de ENCE.</p> <p>El proyecto tiene 3 objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none">• Conocer la máxima producción de biomasa que puede obtenerse con Vetiver.• Comprobar la producción en suelos/aguas ácidas, de modo que pueda evaluarse su aptitud para biorremediación en los entornos del río Tinto y Odiel, a la vez que estudiar el grado de bioacumulación de metales pesados.• Comprobar el PCI de la hoja seca de Vetiver. <p>6b. Si los resultados de los estudios son favorables, se hará un Ensayo de peletización. Este ensayo se realizará en una instalación existente de peletización de biomasa. Los resultados de los ensayos se utilizan en el estudio de viabilidad técnico-económica que forma parte del proyecto piloto.</p> <p>Está previsto hacer el estudio en el CEV, pero también debería cultivarse Vetiver en tierras de secano para comparar producción y PCI bajo estas condiciones.</p>
Fundamento	<p>La hoja seca de Vetiver tiene un PCI de unos 16 GJ/ton. Como es de alta productividad (hasta 80 ton/(ha.año), puede ser interesante como cultivo energético. En el entorno de San Juan del Puerto y especialmente en las zonas mineras del norte de la provincia de Huelva existen importantes extensiones de tierras improductivas por la acidez de sus suelos y aguas. Estas podrían ser puestas en producción para el cultivo energético de Vetiver.</p> <p>6b. Ensayo de peletización.</p> <p>Podría ser conveniente peletizar la hoja. El producto peletizado tiene un menor grado de humedad, por lo que tiene un mayor PCI (hasta 19 GJ/t). También es más eficiente transportar y almacenar pelets.</p>
Factores clave	<p>6a. El cultivo podría generar créditos de carbono, por lo que pueden buscarse empresas interesadas en contratar el cultivo.</p> <p>6b. Disponibilidad de una instalación de peletización.</p> <p>Ausencia de factores técnicos específicos, por ejemplo para la trituración de la hoja que impidan usar instalaciones existentes.</p>



FICHA DE PROYECTO N° 6 (Cont.): Viabilidad de Vetiver como cultivo energético

CLASIFICACIÓN

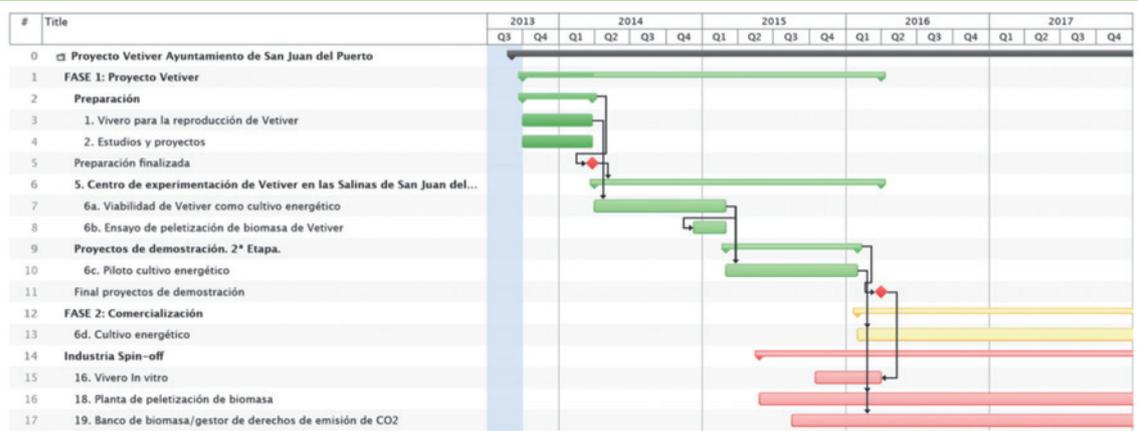
Tipo de uso	Cultivo energético
Estado del Arte	Viabilidad
Motivación del Estado del Arte	<p>6a. Se conoce el valor energético de la hoja de Vetiver, pero es necesario evaluar aspectos como la productividad y el procesado de la hoja hasta convertirlo en un combustible adecuado para plantas de biomasa.</p> <p>6b. La peletización es una tecnología convencional para biomasa. Solo habrá que comprobar los parámetros fundamentales para validarlo para Vetiver.</p>
Componente de investigación	<p>6a. El principal objetivo del proyecto es estudiar la viabilidad técnico-económica del cultivo de Vetiver como biomasa energética en tierras marginales. La clave está en la productividad de Vetiver, tanto en abundancia de humedad (cultivo en tierras salobres) como en tierras de secano.</p> <p>6b. Para la peletización se necesita comprobar el proceso de trituración, la densidad de los pelets obtenidos y la consistencia de los pelets.</p>
Potencial de creación de empleo	<p>Se propone ubicar el proyecto en el CEV en las salinas de San Juan del Puerto, por lo que será atendido por el personal del centro.</p> <p>Para el ensayo de peletización se puede contratar temporalmente a un Ingeniero Técnico industrial (mecánica)</p> <p>Si el proyecto resulta de éxito, llevará a introducirse un cultivo adicional en la región. Probablemente el empleo generado será mínimo, pero se obtendrá una mayor renta de las tierras.</p> <p>La instalación de una planta de peletización de biomasa generará empleo para un ingeniero mecánico y operarios.</p>



FICHA DE PROYECTO Nº 6 (Cont.): Viabilidad de Vetiver como cultivo energético

ORGANIZACIÓN

Año 1,2



Plan de Trabajo En la fase de estudios se debe de diseñar el programa de ensayos y elegir las parcelas de prueba. La mayor parte de la investigación se realizará en el CEV donde la humedad es abundante. También se debe de elegir una parcela fuera de CEV, representativa para condiciones de cultivo de seco.

En el primer año se ejecutan pruebas bajo gran variedad de condiciones de suelo, agua y cortes de follaje. En el segundo año se hará un ensayo piloto a mayor escala en las condiciones consideradas óptimas.

Si todos los estudios resultan positivos, puede iniciarse la fase comercial en el tercer año, incluyendo la instalación de la planta de peletización.

Lidera El proyecto será puesto en marcha por el Ayuntamiento de San Juan del Puerto.
La gestión del proyecto se realizará desde el Proyectos Empleo, hasta que se haya establecido el CEV.

Socio(s) ENCE. Departamento de Aprovechamiento y Patrimonio Forestal
ENCE cuenta con una de las mayores plantas de biomasa de España y realiza sus propios estudios sobre cultivos energéticos. Por ello, se propone que ENCE patrocine el estudio.

Financiación: Se propone que el estudio sea financiado por ENCE. La contribución del Ayuntamiento consiste en facilitar las instalaciones del CEV.

Depende de: 1,5 Vivero para la reproducción de Vetiver, CEV

Conduce a: - -

Relación con: 18,19 Planta de peletización de biomasa, banco de biomasa.



7. Planta experimental de fitodepuración en las salinas de San Juan del Puerto

Descripción	<p>En este proyecto se comprueba el comportamiento de Vetiver en humedales artificiales y filtros verdes bajo condiciones prevalentes en los ríos Tinto y Odiel. Estos ríos se caracterizan por sus aguas ácidas y elevada concentración de metales. San Juan del Puerto ya se encuentra en la zona de marisma, por lo que además el agua lleva una elevada salinidad.</p> <p>Para los estudios se adapta alguna balsa y canal de las salinas de San Juan del Puerto y se aprovecha la conexión de las salinas con el río Tinto.</p> <p>Los estudios deben servir para saber si Vetiver es capaz de adaptarse a las condiciones de salinidad y acidez y para conocer los mecanismos de depuración de contaminantes.</p>
Fundamento	<p>Este estudio serviría de precursor para un proyecto en la futura Presa de Alcolea.</p> <p>La presa de Alcolea se construye en el río Odiel y se teme que las aguas pueden tener una acidez y concentración inadecuada para su uso en agricultura.</p> <p>Hay estudios que reclaman que un filtro verde de Vetiver puede “normalizar” aguas, neutralizando el pH y eliminando/reteniendo los metales pesados.</p> <p>El primer paso para demostrar esta capacidad es comprobar si Vetiver puede prosperar en aguas ácidas. Si además soporta aguas salinas, se amplían los posibles usos de Vetiver.</p>
Factores clave	<p>Para conducir los estudios con garantía es importante poder variar la composición de las aguas que pasan por los filtros. El CEV debe prever instalaciones para la entrada selectiva y para mezcla de diferentes calidades del agua.</p>

CLASIFICACIÓN

Tipo de uso	Fitodepuración
Estado del Arte	I+D
Motivación del Estado del Arte	<p>Está demostrado que Vetiver es capaz de soportar aguas con calidades muy extremas, como lixiviados de vertederos y balsas de purines. También se ha publicado algún estudio sobre el uso de Vetiver en filtros verdes para la neutralización de aguas ácidas, pero los resultados no son convincentes. El efecto podría deberse a la capacidad de neutralización del suelo en lugar de las plantas.</p> <p>La aplicación propuesta para el tratamiento de las aguas del río Odiel sería una aplicación novedosa y a gran escala, por lo que debe ser preparado y asegurado a conciencia.</p>
Componente de investigación	<p>En el estudio previo en el CEV se deben de comprobar los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La tolerancia de Vetiver a salinidad y acidez del agua. • El efecto filtro de la masa radicular. Es importante que se retienen los sedimentos (con metales pesados adheridos). <p>En particular se debe estudiar el comportamiento de un filtro verde o humedal artificial de Vetiver tras la neutralización de las aguas con cal. El filtro debe retener el sedimento y las plantas deben prosperar sobre un sustrato rico en cal.</p>
Potencial de creación de empleo	<p>Se propone ubicar el proyecto en el CEV en las salinas de San Juan del Puerto, por lo que será atendido por el personal del centro.</p>

**FICHA DE PROYECTO Nº 7 (Cont.): Planta experimental de fitodepuración en las salinas de San Juan del Puerto****ORGANIZACIÓN**

Año	1,2	
Plan de Trabajo		Está previsto realizar el estudio a lo largo de 2014. Sin embargo, mucho depende de las posibles obras necesarias en las salinas, especialmente en lo relativo a la regulación del agua. Dado que el principal objetivo es el posicionamiento de una solución con Vetiver para el proyecto de la Presa de Alcolea, debe de acompañarse el estudio con la evolución de su construcción.
Lidera		El CEV asumirá el proyecto bajo su cargo y lo promoverá ante el consorcio constructor de la presa y la Agencia de Medioambiente y Agua de la Junta de Andalucía.
Socio(s)		La Agencia de Medio Ambiente y Agua de la Junta de Andalucía sería el primer interesado en los resultados del estudio por su posible utilidad para la el Embalse de Alcolea. Como tal, podría encargar por convenio la ejecución del estudio al CEV. El CENTA tiene mucha experiencia en fitodepuración y humedales artificiales. Podría participar en calidad de socio o asesor.
Financiación:		La preparación de las instalaciones del CEV será realizado con fondos del Proyecto Vetiver. Pueden solicitarse fondos de I+D para este fin. Los costes relacionados con la ejecución de los experimentos deberían ser soportados por los
Depende de:	5	Centro de experimentación de Vetiver en las Salinas de San Juan del Puerto.
Conduce a:	9,10	9,10
Relación con:	-	-



8. Investigación sobre el cultivo de Vetiver para producir aceites aromáticos

Descripción	Realización de un proyecto investigación para determinar las mejores condiciones para la producción de aceites aromáticos procedentes de las raíces de Vetiver. El estudio finalizará con un estudio de viabilidad técnica-económica y un plan de negocio. La puesta en marcha de la fase comercial gira alrededor de la planta extractora. La empresa que realiza esta actividad, será el que incentiva el cultivo.
Fundamento	Uno de los usos tradicionales de Vetiver es el de la producción de aceites aromáticos extraídos de las raíces. La producción mundial es limitada y el precio de mercado del aceite es alto. El cultivo industrial de Vetiver para este fin requiere determinar las óptimas condiciones de producción en Huelva y establecer la viabilidad económica.
Factores clave	<p>Factores de cultivo:</p> <ul style="list-style-type: none">• Climatología, especialmente si se considera el cultivo en secano• El factor diferenciador de Huelva es la posibilidad de estudiar el impacto de aguas ácidas sobre la producción y calidad del aceite. El objetivo sería conseguir un aceite con cualidades especiales.• Las raíces solo tienen un 1 -2 % de aceite. Por la rentabilidad del cultivo conviene estudiar la forma de incrementar el contenido en aceites. <p>Factores de producción:</p> <ul style="list-style-type: none">• La cosecha y procesado de las raíces es laborioso. No será viable el cultivo si no se logra mecanizarlo en gran medida.

**FICHA DE PROYECTO Nº 8 (Cont.): Investigación sobre el cultivo de Vetiver para producir aceites aromáticos****CLASIFICACIÓN**

Tipo de uso	Aceites aromáticos
Estado del Arte	Viabilidad
Motivación del Estado del Arte	La producción de aceites aromáticos de Vetiver se concentra en países poco industrializados, con una agricultura poco mecanizada y con bajos costes laborales. También la extracción es mayoritariamente un proceso poco industrializado. Para que pueda realizarse en España en condiciones de competitividad, habrá que maximizar la producción por hectárea, mecanizar la cosecha y el procesado y tecnificar la extracción.
Componente de investigación	Se investigará: <ul style="list-style-type: none">• Cultivares de Vetiver con máxima producción/calidad de aceite• Condiciones óptimas de cultivo (riego/secano, fertilización, tiempo de cultivo)• Posibilidad de aprovechar terrenos difíciles para el cultivo (ácido, contaminación)• Mecanización de la cosecha de las raíces• Mecanización de la limpieza y el secado de las raíces• Procesado de las raíces para la extracción• Calidad del aceite obtenido• Cortes del follaje para estimular el crecimiento de raíces o formación de aceites
Potencial de creación de empleo	La investigación de 2 años de duración requerirá un equipo dedicado, compuesto por un ingeniero agrónomo y un químico. La dirección del proyecto y el seguimiento de los cultivos serán realizados por personal del CEV. En la fase comercial, el impacto sobre el empleo será: <ul style="list-style-type: none">• Se introduce un cultivo adicional en la región, aumentando la renta por hectarea.• Los cortes del follaje y la cosecha y procesado de las raíces requerirá mano de obra y/o empresas contratistas.• Planta de extracción.• Secundario procesado de follaje (cultivo energético) y pulpa de raíces (energético o compostaje)



FICHA DE PROYECTO Nº 8 (Cont.): Investigación sobre el cultivo de Vetiver para producir aceites aromáticos

ORGANIZACIÓN

Año 1,2 Debe empezar en marzo de 2014 para tener suficiente tiempo para producir resultados en marzo de 2016



Plan de Trabajo El estudio previo de este proyecto se debe orientar a creación del grupo de investigación, a su financiación y al diseño de programa de investigación.

Dado que se requieren mínimo 14 meses de cultivo para obtener una producción óptima de aceite, la investigación se plantea para una duración de 2 años.

La puesta en cultivo de la variedad de Vetiver elegida está prevista para la primavera de 2016. En este momento el Vivero In-Vitro debe estar operativo y con capacidad para suministrar plantas de la variedad idónea.

La instalación de la planta de extracción puede esperar hasta el 2017, para que esté operativa cuando se produce la primera cosecha de raíces, mediados de 2017.

Lidera El Ayuntamiento de San Juan del Puerto tendrá que lanzar el proyecto. Este proyecto será de cierta envergadura y requerirá un estudio profundo y una preparación concienzuda. Por ello se propone que desde el inicio se crea el equipo de investigación entre los alumnos del curso de gestión de proyectos (Ficha 2). Este equipo se encargará de la puesta en marcha del proyecto.

Una vez creado el CEV (Ficha 5) su director asumirá la dirección del proyecto y coordinará al equipo investigador.

Socio(s) Por su carácter de investigación, el socio más indicado es la Universidad de Huelva, en concreto el departamento de estudios agroforestales.

También el Centro de Investigación Adesva sería un socio interesante, por su vinculación con el sector agrícola.

Para la extracción y comercialización se propone buscar la participación de una de las empresas Biolandes (Puebla de Guzmán) o Bordas Chinchurreta (Sevilla) que se dedican a la fabricación de aceites aromáticos.

Financiación: Se considera que el proyecto tiene la dimensión y proyección suficientes para optar a una financiación Europea (LIFE o FP7) o bien una subvención del CDTI, complementado con aportaciones de socios comerciales.

Depende de: 2,5 Estudios y proyectos.
Centro de experimentación de Vetiver en las Salinas de San Juan del Puerto.

Conduce a: 20 Planta de extracción de aceite de Vetiver

Relación con: 6, 18, Cultivo energético, planta de peletización, banco de biomasa
19



9. Filtros verdes de Vetiver para normalización de aguas del embalse de Alcolea

Descripción	<p>Este proyecto se realizará cuando los estudios preliminares en el CEV (Ficha 7) hayan resultado positivos.</p> <p>se trata de un proyecto piloto de un filtro verde para normalizar la calidad del agua del embalse para uso agrícola.</p>
Fundamento	<p>Se han empezado las obras de la presa de Alcolea, muy controvertida por la duda sobre la calidad del agua que puede proporcionar. El río Odiel viene cargado con aguas ácidas mineras, por lo que se teme que no será apto para ser utilizado en agricultura. Existen evidencias que filtros flotantes o humedales artificiales con Vetiver pueden ser eficaces en la eliminación de metales pesados y neutralización del pH de aguas contaminadas.</p>
Factores clave	Disponibilidad de agua de calidad representativa para el futuro embalse de Alcolea

CLASIFICACIÓN

Tipo de uso	Fitodepuración
Estado del Arte	I+D
Motivación del Estado del Arte	Se ha hecho algún experimento, pero los resultados no son convincentes. El efecto podría deberse a la capacidad de neutralización del suelo en lugar de las plantas.
Componente de investigación	<p>Estudio científico sobre el efecto del filtro y sobre los usos posteriores del agua.</p> <p>El proyecto piloto debe confirmar la capacidad de neutralización del pH y de reducción de los contenidos de metales pesados, así como determinar los mecanismos detrás de estos efectos.</p> <p>En caso de requerirse la dosificación de agentes neutralizantes o de precipitación, la investigación debe centrarse en buscar el óptimo entre coste de la dosificación y el efecto sobre la colmatación del filtro (coste de renovación).</p>
Potencial de creación de empleo	<p>La construcción del filtro piloto podrá ser encargada al consorcio constructor de la presa.</p> <p>Para la operación e investigación del filtro piloto se requerirá un operario, si bien puede ser a tiempo parcial. Esta labor puede ser asumida por el CEV.</p> <p>En caso de éxito, se abre un nuevo campo de aplicación, de la que pueden beneficiarse las empresas que se dedican a la depuración o la bioingeniería. Se creará empleo para el diseño y construcción de los filtros y para su posterior operación y mantenimiento.</p>



FICHA DE PROYECTO Nº 9 (Cont.): Utilización de filtros verdes de Vetiver para retención de sedimentos, eliminación de metales y normalización de pH en aguas del embalse de Alcolea

ORGANIZACIÓN

Año	2	
Cronograma		El proyecto está previsto para ser ejecutado en el 2015.
Plan de Trabajo		<p>La puesta en marcha del proyecto depende de la culminación exitosa del estudio previo en el CEV.</p> <p>En este estudio se habrán definido los parámetros básicos que permiten el diseño del proyecto piloto.</p> <p>El proyecto requerirá poder disponer de agua con una calidad representativa de la el futuro embalse de Alcolea. Ello puede requerir la construcción de una balsa de almacenamiento/homogeneización previo al filtro.</p> <p>Los plazos de ejecución de las obras tendrán que coordinarse con las de la obra de la presa.</p>
Lidera		La iniciativa será tomada desde el CEV, pero el proyecto se prevé que sea ejecutado por la Agencia de Medio Ambiente y Agua de la Junta de Andalucía.
Socio(s)		El consorcio constructor de la presa de Alcolea podrá encargarse de la construcción de la planta y de su operación. El CEV podría ser el socio que se encarga de la investigación.
Financiación:		Agencia de Medio Ambiente y Agua, Junta de Andalucía.
Depende de:	7	Planta experimental de fitodepuración en las salinas de San Juan del Puerto
Conduce a:	-	-
Relación con:	17	Empresa(s) de bioingeniería

**10. Utilización de Vetiver para secar balsas de alpechines y/o facilitar el compostaje del alperujo**

Descripción	<p>Creación de islas flotantes de Vetiver en balsas de alpechines o alperujo para favorecer la evaporación (evapotranspiración).</p> <p>Si se utiliza en balsas de alperujo, cumpliría la doble función de evaporar la humedad y producir un material estructurante para el posterior compostaje. El Vetiver entero (follaje y raíces) se pasaría por una cortadora para luego mezclarlo con otros materiales estructurantes (hojas de oliva y material de poda) y el alperujo secado.</p>
Fundamento	<p>Islas flotantes de Vetiver se están utilizando para el secado de balsas de lixiviados de vertedero o de purines. El alpechín y el alperujo tiene características similares con respectivamente los lixiviados y el purín, por lo que es probable que pueda crecer en/sobre él.</p> <p>Los alpechines/alperujos son difíciles de tratar. Tienen una alta carga orgánica y son tóxicos para tratamientos biológicos. El secado cuesta mucha energía y el transporte del producto líquido es caro. Con Vetiver puede evaporarse parte o toda el agua, concentrando el producto, abaratando el transporte y reduciendo el coste energético y aumentando la eficacia del tratamiento.</p>
Factores clave	Encontrar una almazara que ya tiene implantado el compostaje del alperujo.

CLASIFICACIÓN

Tipo de uso	Fitodepuración
Estado del Arte	I+D
Motivación del Estado del Arte	<p>Se ha utilizado Vetiver en balsas de purines y balsas de lixiviados de vertedero. Ambas comparten con alpechines y alperujos la alta carga orgánica y alto nivel de sales.</p> <p>Es probable que Vetiver pueda crecer en estos sustratos, pero la investigación debe determinar si es una solución técnica y económicamente viable.</p>
Componente de investigación	Lo primero es ver si Vetiver es capaz de crecer en los alpechines y alperujos. A partir de allí se estudiará la configuración más eficaz para la evaporación.
Potencial de creación de empleo	<p>Si las pruebas son positivas, se habrá creado una oportunidad de negocio para una empresa que se dedica a la instalación y mantenimiento de las “islas flotantes” y para la plantación de Vetiver en balsas de alperujo.</p> <p>En tal caso también se abren nuevas líneas de aplicación en balsas mineras y balsas de lixiviados.</p>



FICHA DE PROYECTO Nº 10 (Cont.): Utilización de Vetiver para secar balsas de alpechines y/o facilitar el compostaje del alperujo

ORGANIZACIÓN

Año 2

Cronograma

Plan de Trabajo Encontrar una balsa cerca y proponer el experimento. Lo ideal sería tener dos balsas similares y comprobar la diferencia

Lidera El proyecto debe ser promovido por el CEV, pero el proyecto en sí será realizado por la almazara.

Un buen candidato sería Olivar de Huelva en Niebla, porque ya ha estudiado la viabilidad de una planta de compostaje de alperujo.

Socio(s) El proyecto será realizado por encargo de una almazara.

El CEV participará ofreciendo asesoría técnica, suministro de plantas y seguimiento de su crecimiento.

Financiación: La financiación correría por cargo de la almazara. Este puede acudir a fondos de I+D para la financiación del proyecto de demostración.

Depende de: 7 Planta experimental de fitodepuración en las salinas de San Juan del Puerto

Conduce a: - -

Relación con: 17 Empresa(s) de bioingeniería

**11. Demostración del control de erosión tras un incendio forestal**

Descripción	Instalación de barreras de Vetiver, poco tiempo después de un incendio forestal, para prevenir el arrastre de cenizas y tierras hacia los cauces y posteriormente para frenar la erosión mientras se establezca una nueva cobertura forestal.
Fundamento	<p>Tras un incendio forestal, el suelo queda cubierto de cenizas y el propio suelo ha perdido su estructura. Por ello, la erosión del suelo es importante y puede condicionar la efectividad de la revegetación.</p> <p>Un efecto secundario de un incendio es la afección a las aguas superficiales por el arrastre de cenizas y sedimentos.</p> <p>El control de la erosión, o al menos la protección de los cauces mediante una barrera física, puede reducir el impacto y favorecer la recuperación.</p> <p>Vetiver necesita una exposición plena al sol para crecer. Por ello puede plantarse como una medida de apoyo en la reforestación. Una vez el arbolado crea sombra, Vetiver desaparecerá.</p>
Factores clave	La utilización de Vetiver sería lo más eficaz en un terreno boscoso quemado en terreno escarpado y con alta pluviometría.

CLASIFICACIÓN

Tipo de uso	Control de erosión
Estado del Arte	Demo
Motivación del Estado del Arte	Es una variante de los proyectos de control de erosión, uno de los principales y clásicas aplicaciones de Vetiver.
Componente de investigación	<p>Debe demostrarse la tolerancia de Vetiver recién plantada a la alcalinidad de las cenizas.</p> <p>También habrá que estudiar el efecto de competencia o guía que puede ejercer el Vetiver sobre árboles recién plantados.</p>
Potencial de creación de empleo	En caso de éxito, la reforestación con el apoyo de Vetiver incrementará la demanda de plantas y requerirá reforzar los equipos de peones forestales.



FICHA DE PROYECTO Nº 11 (Cont.): Demostración del control de erosión tras un incendio forestal

ORGANIZACIÓN

Año	2
Cronograma	El proyecto se podrá proponer tras la conclusión exitosa del proyecto de demostración de protección de laderas (Ficha 3), a partir de primavera de 2015. La ejecución será cuando se presenta una necesidad.
Plan de Trabajo	<p>El proyecto puede prepararse como ejercicio teórico, definiendo las características que debe cumplir el terreno quemado y detallando los protocolos y metodologías para la plantación.</p> <p>La ejecución del proyecto estará pendiente de presentarse la necesidad. Para aprovechar al máximo el efecto de protección de cauces contra arrastre de cenizas, debe plantarse la barrera de protección de cauces lo más pronto posible tras el incendio. La plantación de la barrera contra erosión se hará simultáneamente con la repoblación.</p>
Lidera	El proyecto debe ser promovido por el CEV, pero será ejecutado por la DG de Gestión del Medio Natural de la Junta de Andalucía.
Socio(s)	<p>El socio principal es la DG de Gestión del Medio Natural de la Junta de Andalucía.</p> <p>El CEV participará ofreciendo asesoría técnica, suministro de plantas y seguimiento de su crecimiento.</p>
Financiación:	Junta de Andalucía
Depende de:	3 Demostración del uso de Vetiver para estabilización de laderas
Conduce a:	- -
Relación con:	17 Empresa(s) de bioingeniería



12. Taller artesano del Vetiver

Descripción	Poner en marcha un programa de fomento de las artesanías basadas en Vetiver, quizás rescatando antiguos oficios de la zona.
Fundamento	La Región de Huelva tiene una gran tradición artesanal, utilizando juncos como materia prima. Se está perdiendo (o se ha perdido), pero con este proyecto se puede rescatar. La artesanía con Vetiver puede ser una ocupación para artesanos, pero también puede orientarse hacia la formación de formadores para talleres de manualidades.
Factores clave	Apoyo de la Consejería de Cultura

CLASIFICACIÓN

Tipo de uso	Artesanía
Estado del Arte	Ejecución
Motivación del Estado del Arte	La artesanía con Vetiver es amplia y bien documentada. En Huelva existe una historia de artesanía con juncos que puede adoptarse y reconvertir en artesanía con Vetiver.
Componente de investigación	El proyecto puede acoplarse a un proyecto de documentación y rehabilitación de antiguos oficios artesanos en la Provincia de Huelva.
Potencial de creación de empleo	Inicialmente, el proyecto dará empleo a investigadores (sociólogo, antropólogo) y formadores. El proyecto tiene el potencial de generar una actividad comercial para artesanos. También habrá oportunidades para crear una empresa que se dedica a producir hojas cortadas y tintadas para la artesanía.



FICHA DE PROYECTO Nº 12 (Cont.): Taller artesano del Vetiver

ORGANIZACIÓN

Año	2
Cronograma	El proyecto podrá realizarse a partir de 2014, una vez confirmados los resultados positivos con las demostraciones de Vetiver.
Plan de Trabajo	<p>Se propone utilizar el taller de Vetiver en el marco de una campaña de promoción de los resultados de los primeros proyectos de demostración de Vetiver.</p> <p>El Gobierno de Tailandia es fuerte promotor del uso de Vetiver y, entre otros, apoya mediante programas de formación, su uso artesano.</p> <p>Se propone organizar un taller de formación y demostración impartido por un docente tailandés.</p> <p>Si la acogida es positiva, se podrá ampliar el alcance hacia la reintroducción de la artesanía de Huelva.</p>
Lidera	El primer taller sobre las posibilidades de Vetiver será organizado por el Ayuntamiento de San Juan del Puerto en el marco del Proyecto Acción Empleo.
Socio(s)	<p>La Embajada de Tailandia podrá ser de ayuda para facilitar el contacto con los organismos tailandeses.</p> <p>En la segunda fase, se requerirá el apoyo de la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía</p>
Financiación:	El taller deberá ser financiado desde el Proyecto Vetiver. Habrá que intentar que la Embajada de Tailandia facilite la participación del formador, en el marco de la promoción turística de Tailandia.
Depende de:	Vivero para la reproducción de Vetiver
Conduce a:	Empresa de producción de hojas de Vetiver para artesanía
Relación con:	-

**13. Control de erosión y estabilización del terreno de plantación de Eucalipto**

Descripción	Vetiver puede ser plantado simultáneamente con Eucalipto en terrenos de mucho pendiente, para estabilizar el talud. En tal situación, Vetiver cumple la doble función de retener agua y reducir la erosión en terreno recién labrado. Ello podría favorecer el crecimiento de Eucalipto.
Fundamento	Vetiver se establece rápidamente (6 meses), y produce raíces profundas que fijan el terreno. La planta además reduce escorrentía a favor de la infiltración, por lo que el suelo tendrá más humedad disponible para el crecimiento del Eucalipto. Vetiver no soporta la sombra, por lo que desaparecerá una vez que el Eucalipto crezca.
Factores clave	Colaboración de ENCE

CLASIFICACIÓN

Tipo de uso	Geotecnia, precursor en reforestación
Estado del Arte	Ejecución
Motivación del Estado del Arte	<p>El proyecto se iniciará tras la finalización con éxito del proyecto de demostración de estabilización de taludes (Ficha 3).</p> <p>Este proyecto es una aplicación práctica e incluso menos exigente en cuanto a condiciones del suelo, del proyecto de demostración.</p> <p>La utilización de Vetiver para control de erosión está demostrada e indicada para la combinación con reforestación.</p>
Componente de investigación	Habrà que evaluar si la combinación acelera el crecimiento del eucalipto y/o si reduce la merma de plantas de eucalipto en la primera fase.
Potencial de creación de empleo	En caso de éxito se incrementará la demanda de plantas de Vetiver. También incrementarán los jornales de plantación en las parcelas de Eucalipto con Vetiver.



FICHA DE PROYECTO Nº 13 (Cont.): Control de erosión y estabilización del terreno de plantación de Eucalipto

ORGANIZACIÓN

Año	2
Cronograma	El proyecto podrá iniciarse tras la finalización con éxito del proyecto de demostración de estabilización de laderas (Ficha 3).
Plan de Trabajo	El CEV tendrá que preparar una propuesta para la ejecución del proyecto piloto. Una vez aceptado, el proyecto estará en manos de ENCE y el CEV responderá a su planificación con el suministro de plantas y programa de seguimiento.
Lídera	El proyecto debe ser promovido por el CEV, pero será ejecutado por ENCE.
Socio(s)	El socio principal es ENCE. El CEV participará ofreciendo asesoría técnica, suministro de plantas y seguimiento de su crecimiento.
Financiación:	ENCE
Depende de:	3 Demostración del uso de Vetiver para estabilización de laderas
Conduce a:	- -
Relación con:	- -



14. Estabilización morfológica de cauces

Descripción	Utilización de barreras de Vetiver para crear un cauce principal, proteger márgenes y fomentar la sedimentación en la parte desestabilizada del cauce.
Fundamento	<p>En las cuencas del Sur existen muchos cauces hidromorfológicamente desestabilizados. De este manera se pone en riesgo terrenos productivos e incluso edificaciones, pero también se pierden tierras potencialmente productivos y se incrementa el riesgo de inundaciones</p> <p>Plantando barreras de Vetiver se puede encauzar un río, a la vez fomentando la sedimentación en la parte protegida del cauce, todo ello sin comprometer de forma relevante su capacidad hidráulica.</p>
Factores clave	Se requiere la colaboración de la Agencia de Medio Ambiente y Agua de la Junta de Andalucía.

CLASIFICACIÓN

Tipo de uso	Estabilización de cauces
Estado del Arte	Demo
Motivación del Estado del Arte	La utilización de Vetiver para esta aplicación es conocida, pero habrá que demostrar su efectividad en una situación real.
Componente de investigación	<p>Se comprobará a capacidad de una barrera de Vetiver para proteger márgenes.</p> <p>Se estudiarán los efectos barraras perpendiculares al flujo, como son:</p> <ul style="list-style-type: none">• Acumular sedimentos en la zona de las barreras• Definir el cauce principal• Posible reducción de la capacidad hidráulica
Potencial de creación de empleo	<p>La restauración hidrológico-forestal es uno de los ejes principales de la política hidrológica. En Andalucía queda mucho trabajo por hacer.</p> <p>En caso de éxito del proyecto piloto, las Confederaciones Hidrográficas y las Consejerías de Medioambiente de las cuencas mediterráneas estarán interesadas en aplicar medidas similares. Ello crea trabajo en el sector de la ingeniería ambiental y empresas de bioingeniería e incrementará la demanda de plantas de Vetiver.</p>



FICHA DE PROYECTO Nº 14 (Cont.): Estabilización morfológica de cauces

ORGANIZACIÓN

Año	3
Cronograma	Este proyecto se plantea como uno de los primeros proyectos comerciales que pueden lanzarse tras la finalización del Proyecto Vetiver. La conclusión exitosa del proyecto supondrá el respaldo para emprender.
Plan de Trabajo	Los Planes Hidrológicos de Cuenca incluyen una serie de medidas que se ejecutarán durante la vigencia del Plan. Entre estas medidas se elegirá el proyecto de restauración hidrológica-forestal que mejor responde a las fortalezas de Vetiver.
Lidera	La iniciativa comercial podrá ser tomado por una de las empresas de bioingeniería que ya adoptó soluciones con Vetiver. Los proyectos, sin embargo serán de índole pública, por lo que serán lanzados por concurso por uno de los siguientes organismos: <ul style="list-style-type: none"> • Agencia de Medio Ambiente y Agua de la Junta de Andalucía • Confederación Hidrográfica del Guadiana • Confederación Hidrográfica del Guadalquivir
Socio(s)	El proyecto se lanzaría como concurso público.
Financiación:	Organismo público competente en materia hidrológica.
Depende de:	- -
Conduce a:	- -
Relación con:	17 Empresa(s) de bioingeniería

**15. Demostración de la fitoestabilización de las balsas de fosfoyesos**

Descripción	<p>Se incluye en el proyecto de restauración de las balsas de fosfoyesos el uso de barreras de Vetiver. Vetiver puede ser un complemento para retener o conducir aguas de escorrentía, puede plantarse a pie de talud para retener sedimentos o en los propios taludes de los diques para su estabilización.</p> <p>Puede estudiarse la posibilidad de plantar Vetiver como cobertura de fitoestabilización. En tal caso, el campo de Vetiver puede concebirse como parcela de producción de biomasa energética. Un aspecto adicional de la fitoestabilización con Vetiver es que tiene una elevada demanda potencial de agua. De esta manera Vetiver consumiría gran parte del agua pluvial infiltrada y podría reducirse la lixiviación de aguas contaminadas desde las balsas hacia la ría.</p>
Fundamento	<p>La planta de Fertiberia en Huelva tiene unas balsas de fosfoyesos que contienen lodos con un alto contenido en sulfatos, metales pesados y radón. Las balsas más antiguas apenas cuentan con medios de contención y se sabe que filtran aguas ácidas con elevadas concentraciones de metales pesados hacia la ría de Huelva. Ya se han hecho trabajos de remediación en balsas antiguas, cubriendo los fosfoyesos con arcilla, pero apenas crece vegetación por las malas condiciones del suelo.</p>
Factores clave	<p>Los trabajos previos en el CEV deben demostrar la tolerancia de Vetiver a aguas con elevadas concentraciones de sales y metales y de bajo pH</p>



FICHA DE PROYECTO Nº 15 (Cont.): Demostración de la fitoestabilización de las balsas de fosfoyesos

CLASIFICACIÓN

Tipo de uso	Suelos contaminados, fitoestabilización, retención de sedimentos, fitorremediación
Estado del Arte	Demo
Motivación del Estado del Arte	<p>Vetiver se adapta a condiciones de suelo muy adversos, pero habrá que comprobar si prospera sobre los fosfoyesos.</p> <p>Por ello, el proyecto deberá realizarse en varias fases:</p> <p>Fase 1: Proyecto piloto para determinar la tolerancia de Vetiver a las condiciones del suelo.</p> <p>Fase 2: Proyectos pilotos de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vetiver como barrera (canalización de escorrentía, barrera para retención de sedimentos) • Vetiver como barrera de fitoestabilización y cultivo energético <p>Fase 3: Proyecto de restauración de las balsas</p>
Componente de investigación	<p>Los estudios deben aclarar los siguientes temas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La tolerancia de Vetiver a un sustrato de fosfoyesos. Requisitos mínimos de una capa vegetal de soporte. La aportación de una capa de tierra vegetal es un importante partida en el presupuesto de la restauración. Es posible que la alta tolerancia de Vetiver permite reducir el espesor de la capa. • Reducción de la lixiviación debido al cultivo de Vetiver • Efecto barrera de Vetiver para retención de sedimentos.
Potencial de creación de empleo	<p>Las balsas ocupan una superficie de 1.200 ha. La restauración será un proyecto de varios años. Si la fitoestabilización se realiza con Vetiver, habrá una gran demanda de plantas, creando empleo en viveros y en las empresas que realizan la plantación.</p> <p>Una vez establecido, en la opción de cultivo energético, se habrá creado una actividad permanente para cosechar y procesar la biomasa.</p>

**FICHA DE PROYECTO Nº 15 (Cont.): Demostración de la fitoestabilización de las balsas de fosfoyesos****ORGANIZACIÓN**

Año	3
Cronograma	El proyecto está previsto para ser ejecutado tras la finalización del Proyecto Vetiver. Sin embargo, todo depende de la agenda de Fertiberia. Sería conveniente adelantar los proyectos piloto. De esta manera el proyecto de restauración podrá empezarse cuando el Vivero in-vitro está operativo y puede satisfacer la demanda de plantas.
Plan de Trabajo	El plan de trabajo debe ser preparado por Fertiberia, para integrar la utilización de Vetiver en sus estudios y proyectos de restauración.
Lidera	El CEV puede promover el uso de Vetiver en el proyecto de restauración de las balsas, pero el proyecto será ejecutado por Fertiberia
Socio(s)	El proyecto será realizado por Fertiberia. El CEV participará ofreciendo asesoría técnica, suministro de plantas y seguimiento de su crecimiento.
Financiación:	Fertiberia
Depende de:	-
Conduce a:	-
Relación con:	3,5 Demostración del uso de Vetiver para estabilización de laderas Demostración de la tolerancia de Vetiver a suelos difíciles.



16. Vivero Reproducción In-Vitro de Vetiver

Descripción	Una vez pasada la fase de demostración, se requerirá incrementar la producción de plantas para surtir a los proyectos comerciales. La reproducción In-Vitro permite producir gran cantidad de plantas a partir de poco material de partida y en poco espacio.
Fundamento	La reproducción desde esquejes es muy laboriosa y requiere mucho material de partida. Cada planta madre puede producir entre 10-15 esquejes. La reproducción In-Vitro permite utilizar todo el material activo (nódulos, rizomas) de una planta madre para cultivar nuevas plantas. Al realizarse en condiciones controladas, el crecimiento es óptimo y las pérdidas son mínimas.
Condiciones para la puesta en marcha	Puesta en marcha de iniciativas comerciales Estudio de viabilidad que confirma la competitividad de un vivero in-vitro frente a viveros convencionales.

CLASIFICACIÓN

Tipo de uso	Reproducción
Potencial de creación de empleo	El vivero tendrá una plantilla de unas 10 personas.
Cronograma	La puesta en marcha del proyecto del vivero in-vitro responderá a la demanda de plantas para proyectos comerciales. Está previsto que para finales de 2015 habrá suficientes resultados de los proyectos de demostración para poder determinar la viabilidad del vivero.

**17. Empresa(s) de bioingeniería**

Descripción	Empresas existentes o de nueva creación que ofrecen servicios de ingeniería, instalación y mantenimiento de soluciones de bioingeniería con Vetiver.
Fundamento	Los proyectos de demostración del Proyecto Vetiver han sido elegidos por ser representativas para aplicaciones demandas o potencialmente demandadas en el mercado. Los proyectos de demostración deben proporcionar el respaldo que necesitan las empresas de bioingeniería incorporar Vetiver en su cartera comercial y para promoverlo activamente.
Condiciones para la puesta en marcha	Cada proyecto de demostración culminado con éxito significa un nuevo producto comercial para una empresa de bioingeniería. Estos son: <ul style="list-style-type: none">• 3. Estabilización de laderas → proyectos mineros, restauración ambiental, integración ambiental de infraestructuras.• 4,11 Barreras → control de erosión, protección de cauces, cortavientos, retención de sedimentos• 7,10 Fitodepuración → humedales artificiales, depuración en pequeñas comunidades, “islas flotantes” para balsas de alpechines, lixiviados

CLASIFICACIÓN

Tipo de uso	Industria derivada. Geotecnia, biorremediación
Potencial de creación de empleo	Se creará empleo en las empresas de bioingeniería para diseño, instalación y mantenimiento de los proyectos. Se generará demanda de plantas de Vetiver, creando empleo en los viveros.
Cronograma	En 2015 se conocerán los primeros resultados de los proyectos de demostración y podrán iniciarse las iniciativas comerciales.



18. Planta de peletización de biomasa

Descripción	<p>Instalación para la trituración y peletización del follaje de Vetiver para uso como combustible. Dependiendo de la concepción del cultivo, la instalación puede ser fija o móvil.</p> <p>Una planta fija será interesante cuando el cultivo se plantea a gran escala y se producen cosechas masivas de biomasa.</p> <p>Una (o varias) planta(s) móvil(es) puede(n) convenir cuando los cultivos se realizan de forma dispersa, en pequeñas parcelas o si se aprovecha el follaje como producto secundario de otra aplicación.</p>
Fundamento	<p>El transporte y el almacenamiento de la biomasa energética son importantes factores de coste y de logística para las plantas de biomasa.</p> <p>Peletizar el producto facilita la manipulación, reduce el coste de transporte, permite el almacenamiento eficiente y la creación de stock de combustible.</p>
Condiciones para la puesta en marcha	<p>Para poner en marcha este proyecto tienen que cumplirse 3 circunstancias. La primera es que se confirma la utilidad y rentabilidad de Vetiver como cultivo energético. La segunda es el compromiso y/o la capacidad en las plantas de biomasa existentes para adquirir suficiente cantidad de producto y el tercero es que los agricultores de la región planten suficiente superficie de Vetiver.</p> <p>La viabilidad de la planta debe ser garantizado por los cultivos regulados, pero también pueden procesar Vetiver procedente de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Producción de aceite de Vetiver • Plantas de fitodepuración • Proyectos de biorremediación

CLASIFICACIÓN

Tipo de uso	<p>Industria derivada.</p> <p>Cultivo energético</p>
Potencial de creación de empleo	<p>La planta no requerirá mucho personal para su operación.</p> <p>Sin embargo, la planta forma parte de una cadena de suministro de combustible a plantas de biomasa que significa un importante impulso para la agricultura local. Este impulso se traduce directamente en una mayor productividad de las tierras e indirectamente en la creación de nuevo empleo.</p>
Cronograma	<p>Este proyecto podrá ponerse en marcha tras confirmarse su viabilidad en el proyecto piloto.</p>

**19. Banco de Biomasa/derechos de emisión**

Descripción	<p>El cultivo energético de Vetiver genera derechos de emisión. El banco se dedica a comercializarlo entre las empresas del Polo Químico.</p> <p>El Banco de Biomasa coordina la recogida y el procesado para peletización de la biomasa generada en los proyectos de Vetiver. Los proyectos gestionados por el Banco de Biomasa no son tanto aquellos expresamente destinados al cultivo energético del Vetiver, sino aquellos que lo tienen como producto secundario.</p>
Fundamento	<p>Algunas aplicaciones de Vetiver generan biomasa como subproducto, como pueden ser los del cultivo para aceites aromáticos, de fitorremediación o fitodepuración.</p> <p>También en el caso de utilizar Vetiver para fines geotécnicos es conveniente realizar un corte periódico para rejuvenecer la planta y para reducir el riesgo de incendio. La biomasa producida en estas aplicaciones es gestionado por el Banco de Biomasa para su aprovechamiento energético, para que gestione la tramitación administrativa de los derechos.</p>
Condiciones para la puesta en marcha	<p>El Polo Químico de Huelva hospeda una serie de grandes consumidores de energía. Habrá que lograr que estas empresas adquieran los derechos de emisión generados en la producción de biomasa y negociar con plantas de biomasa al respecto.</p>

CLASIFICACIÓN

Tipo de uso	<p>Industria derivada.</p> <p>Cultivo energético</p>
Potencial de creación de empleo	<p>El banco de biomasa no genera mucho empleo (1 persona), pero consolida y refuerza la actividad agrícola y empresarial alrededor del Vetiver (cultivos, aplicaciones de bioingeniería)</p>
Cronograma	<p>La puesta en marcha de la actividad está ligada a la comercialización del cultivo de Vetiver como biomasa energética.</p>



20. Planta de extracción de aceite de Vetiver

Descripción	Instalación de una planta de procesado de raíces de Vetiver y de extracción de aceite de Vetiver para su comercialización en la industria del perfume.
Fundamento	<p>Las raíces de Vetiver tienen de 1-2% de un aceite aromático muy preciado en la industria del perfume. Por razones de rentabilidad se realiza la extracción en la región de producción.</p> <p>Si resulta viable la producción de aceite de Vetiver en Huelva, se requerirá una planta de extracción cercana.</p>
Condiciones para la puesta en marcha	<p>El proyecto de investigación y el correspondiente estudio de viabilidad deben resultar positivos.</p> <p>Cerca de Huelva, en Puebla de Guzmán (empresa Biolandes) y en Sevilla (empresa Bordas Chinchurreta) existen destiladoras que producen extractos destinados a la industria de la perfumería. La primera opción sería contar con una de estas empresas y analizar la posibilidad de utilizar sus instalaciones. Como alternativa se puede crear una empresa conjunta, contando con su experiencia y acceso al mercado.</p>

CLASIFICACIÓN

Tipo de uso	Industria derivada. Aceites aromáticos
Potencial de creación de empleo	La planta de extracción es el buque insignia de una actividad agrícola dedicada a la producción de raíz de Vetiver que significa un importante impulso para la agricultura local. Este impulso se traduce directamente en una mayor productividad de las tierras e indirectamente en la creación de nuevo empleo.
Cronograma	El proyecto podrá ponerse en marcha tras la finalización del proyecto de investigación en primavera del 2016.

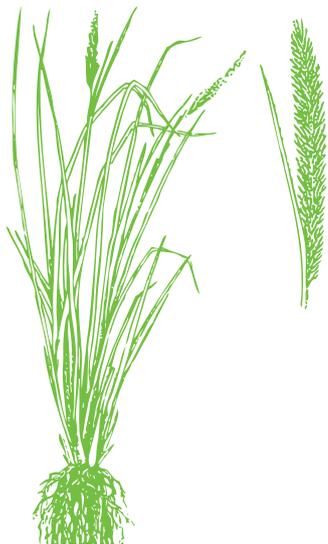
**21. Producción de hojas de Vetiver para labores artesanas**

Descripción	Poner en marcha una empresa que se dedica a la producción de hojas o “hilos” de Vetiver para uso artesano.
Fundamento	<p>El uso artesano de la hoja de Vetiver requiere una cadena de actividades que parte del cultivo de Vetiver, el corte periódico de hojas, su selección, secado, preparación y tintado, hasta llegar a las manos del artesano. Se puede segmentar la cadena de labores en dos: preparación de la hoja y trabajo artesano.</p> <p>Este proyecto consiste en crear una empresa que se dedica a fabricar la materia prima del artesano.</p>
Condiciones para la puesta en marcha	Éxito de los talleres de artesanía con Vetiver

CLASIFICACIÓN

Tipo de uso	Industria derivada. Artesanía
Potencial de creación de empleo	La empresa creada tendrá un importante carácter artesano. La mayoría de las labores serán manuales o de producción en pequeños lotes. Se puede concebir como un taller artesanal. El número de empleados depende de forma directa del mercado creado y se presta para empleos a tiempo parcial.
Cronograma	La empresa puede lanzarse cuando se confirma una respuesta del mercado a los talleres de formación.

mercados potenciales de **tecnologías** de **biorremediación** con *Vetiver*



www.eoi.es



EOI MADRID

Avda. Gregorio del Amo, 6
Ciudad Universitaria
28040 Madrid
informacion@eoi.es

EOI ANDALUCÍA

Leonardo da Vinci, 12
Isla de la Cartuja
41092 Sevilla
infoandalucia@eoi.es

EOI MEDITERRÁNEO

Presidente Lázaro Cárdenas del Río,
esquina C/Cauce
Polígono Carrus
03206 Elche (Alicante)
Tel: (+34) 96 665 81 55

con la cofinanciación de



"El FSE invierte en tu futuro"



Ilmo. Ayuntamiento
de San Juan del Puerto

proyecto enmarcado dentro de:

