



IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE RESTAURACIÓN AMBIENTAL EN ÁREAS DE INSTALACIÓN DE GASODUCTOS Y CASOS SIMILARES

Napoleón Fernández de la Paz ✉

Facultad de Agronomía,
Universidad Central de
Venezuela



napofer@gmail.com

Palabras clave:

Erosión; degradación;
conservación; prácticas;
diseño.

RESUMEN

Las áreas de instalación de gasoductos en la industria petrolera y líneas de transmisión eléctrica están sujetas a fuertes intervenciones al medio ambiente, donde ocurren severos y diferentes procesos de degradación, que se manifiestan en tipos, magnitudes y grados variables y por lo tanto los requerimientos de control, son proporcionales a estas manifestaciones. La restauración se concibe como un proceso a largo plazo y viabilizado a través de prácticas de conservación controladoras de la erosión, donde las ingenierías y vegetativas juegan un importante papel. Los objetivos que se persiguen con la restauración es mitigar los impactos ocasionados al ecosistema, controlando los procesos erosivos para darle estabilidad a la infraestructura y permitir el acceso en las labores de mantenimiento, supervisión y control. El enfoque metodológico consistió en una fase de diagnóstico de campo para elaborar el proyecto, el cual permitió concebir la ingeniería conceptual e ingeniería de diseño y elaboración de esquemas. Posteriormente se identificaron y cuantificaron las partidas a ejecutar, se estimaron los costos unitarios y totales y finalmente se ejecutaron las obras a través de empresas contratistas, bajo determinados términos de referencia. Los resultados obtenidos fueron altamente satisfactorios, dependiendo fundamentalmente de una adecuada selección y combinación de prácticas, correcta ubicación, diseño apropiado, calidad en la ejecución y mantenimiento oportuno de las mismas.

IMPLEMENTATION OF ENVIRONMENTAL RESTORATION PRACTICES IN INSTALLATION AREAS OF GAS PIPELINES AND SIMILAR CASES

Key words:

Erosion; degradation;
conservation; practices;
design.

**SUELOS
ECUATORIALES**
44 (1): 66-73

ISSN 0562-5351

ABSTRACT

Areas where the oil industry installs gas pipelines and electric lines are subjected to strong environmental intervention, where different and severe degradation processes occur. These degradation processes manifest themselves in variable types, magnitudes and degrees and, for this reason, the control requirements should take into account these manifestations. Restoration is conceived as a long-term process that is viable through erosion-controlling conservation practices, especially engineering and landscaping. Restoration goals include mitigating the impact against the environment while controlling erosion as a way to stabilize the infrastructure. These environmental restoration practices also aim to establish mechanisms of maintenance, supervision, and control. The methodology included a phase of field assessment that set the basis for the elaboration of the project, the development of both the conceptual engineering and the engineering of design, and the elaboration of sketches. Then the items in the engineering project were identified and quantified, and the itemized and total costs were estimated. Finally, companies under specific contractual conditions executed the works. The results were highly satisfactory due to an adequate selection and combination of practices, the right location, the appropriate design, and a quality approach to the execution and maintenance of these practices.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de los países se ve favorecido, no solo por el avance de la ciencia y la tecnología, sino además por las diferentes actividades que promueven su economía. A pesar de los beneficios económicos y sociales que estas generan, algunas de ellas no han sido siempre amigables con el ambiente y han traído como consecuencia una serie de daños, materializados en la presencia de áreas degradadas, fundamentalmente erosionadas, que ameritan darle una oportuna y adecuada solución, antes de llegar a situaciones irreversibles.

Los procesos de degradación de tierras tienen diferentes orígenes y grados de manifestación, los cuales están directamente relacionados con la magnitud y la forma de la intervención al medio físico natural, con el tipo y grado de la intervención realizada y la vulnerabilidad del sitio, es decir la susceptibilidad del suelo a los procesos erosivos donde se realiza la intervención. Esta vulnerabilidad depende por un lado de las condiciones innatas o intrínsecas del suelo, las cuales están asociadas a las características físico-químicas que configuran un determinado tipo de roca y de suelo. Entre estas resaltan el tamaño de las partículas, siendo las finas las más separables y de hecho las más erosionables; el contenido de agentes dispersantes como el sodio, que hace el efecto contrario de los agentes cementantes como materia orgánica y calcio; las características litológicas y la dureza de las rocas, juegan también papel importante en la vulnerabilidad del suelo a la erosión. Hay otro conjunto de factores asociados no menos importantes, relacionados con los procesos erosivos, como es el grado de pendiente del sitio, el manejo y laboreo y por otro lado la acción de agentes externos como la agresividad climática y en el caso específico de la restauración de áreas degradadas (RAD) por las mencionadas actividades de desarrollo que se cumplan o no de los términos de referencia por parte de los ejecutores de las obras, en los cuales se especifican con detalle las acciones técnicas a realizar y de las pautas que expresan los estudios de impacto ambiental, (EIA), que interpretan o predicen los posibles daños al ambiente cuando se ejecuta un proyecto o actividad, determinando su viabilidad ambiental y propone medidas para mitigarlos.

La restauración es la aplicación de un conjunto de técnicas que contribuyen a recuperar de manera parcial o totalmente las condiciones deseables del ecosistema intervenido, es decir, recuperar la calidad del ambiente original, afectado por las actividades de desarrollo. Si bien es cierto que no siempre se consigue alcanzar la condición original, salvo raras excepciones, lo deseable de lograr con la restauración, es la reducción del efecto residual que siempre queda, lo cual se logra con las medidas mitigantes, logrando con ello aumentar el beneficio ambiental, en la medida que se acerque cada vez más la condición original.

Los objetivos que se persiguen con la RAD es mitigar los impactos ocasionados al ecosistema, controlar los procesos erosivos en sus diversas manifestaciones, reducir las sedimentaciones y la contaminación de las aguas, recuperar la flora, conservación y protección de la fauna y darle estabilidad a la infraestructura.

La restauración debe ser concebida entonces como un proceso de mediano a largo plazo, el cual es viabilizado a través de las obras de conservación controladoras del proceso erosivo, en donde la combinación de prácticas estructurales, vegetativas y culturales son de especial importancia (Delgado, 1987; Caura, 1996; CSA, 2001; Rodríguez, 2010). En cuanto a las plantas nativas, estas juegan un papel fundamental en la restauración, por su alta rusticidad, su condición pioneras y por su respuesta favorable a los principios de la sucesión natural, así como las plantas introducidas y adaptadas a las condiciones de sitio (CESP, 1990; Franco, *et al.*, 1992; Chomchalow, 2000).

En general a nivel mundial y en Venezuela en particular, se le ha dado más atención en el ámbito de la investigación, a la degradación por actividades agrícolas, cuyas experiencias se recogen en diferentes eventos tales como los reseñados por Pla y Ovalles (1993). Sin embargo, es de destacar otro conjunto de actividades como los desarrollos industriales, urbanos, hidráulicos, eléctricos, viales, ferroviarios, mineros y petroleros (Concalves *et al.*, 1990), los que en sus fases de instalación y funcionamiento requieren transitar y ubicarse en áreas de topografía muy accidentada, diferentes tipos de vegetación y drenajes naturales, y en muchos casos en condiciones geológicas inestables, y que requieren realización de movimientos de tierra con maquinaria pesada, en

donde se pueden generar severos procesos de erosión y sedimentación, especialmente si ocurren eventos climáticos excepcionales, que hacen que esas intervenciones en las mencionadas condiciones, se conviertan en un elemento de alto riesgo, que pueden acelerar los procesos erosivos y poner en entre dicho la estabilidad de la infraestructura y generar problemas de sedimentación, más aun si no se toman en cuenta las acciones necesarias para intervenir ambientes con las características señaladas (Fernández *et al.* 2008), entre las que se destacan: uso de maquinaria apropiada, reducción de anchos de corte al mínimo necesario, corte de taludes con pendiente apropiada, (3:1), realizar los movimientos de tierra y construcción de obras civiles preferiblemente en verano, darle el bombeo apropiado a la plataforma para sacar el agua a los extremos siempre que sea factible, construir obras de drenajes como interceptores, cunetas, torrenteras, disipadores de energía, y todas aquellas que a juicio del especialista ambiental se consideren necesarias para las condiciones de sitio, además de incorporar medidas vegetativas, que combinadas a las medidas estructurales, constituyen las técnicas de bioingeniería, muy usadas por su efectividad en estas condiciones. Igualmente es importante resaltar que la siembra del material vegetativo es más conveniente realizarlo a inicios del período lluvioso, para asegurar el éxito y reducir la dependencia del riego. En virtud de que a los sitios intervenidos se les ha eliminado la capa vegetal, además de la erosión que pueda haber ocurrido posteriormente, el substrato que queda expuesto es pobre en nutrientes, por lo que es recomendable, en primer lugar, sembrar diferentes tipos de plantas por vía sexual o asexual, según sea el caso, preferiblemente combinando leguminosas (fijadoras de nitrógeno) con especies gramíneas y de hoja ancha, preferiblemente nativas o en su defecto otras especies resistentes a ciertas condiciones de estrés como lo señalan Rondón y Vidal (2005). En cualquier caso se recomienda la aplicación de un fertilizante químico, en las dosis recomendadas por el fabricante, fraccionándola en dos aplicaciones, en el momento de la siembra y alrededor de los dos meses de edad, en virtud de la baja fertilidad que presentan las áreas de tratamiento.

En razón de lo planteado, es necesario destacar que desde hace algún tiempo, se viene realizando en el país, acciones de recuperación de sitios degradados

por muchas de esas actividades, pero es en la década de los años 90 cuando se nota un mayor impulso con la puesta en marcha de los programas de rehabilitación ecológica integral y restauración de sitios afectados, iniciado por la gerencia ambiental de la empresa nacional Petróleos de Venezuela (Goitia *et al.*, 1997). A partir de entonces, estas actividades se han venido implementando en otras instituciones públicas y privadas, dirigidas a la mitigación de los impactos ambientales ocasionados por actividades antrópicas, siendo éstas las responsables de los cambios y alteraciones, muchos de ellos substanciales, que afectan al medio natural, alterando sus componentes principales, como el suelo, agua, flora, vida silvestre, atmósfera, entre otros.

Es de destacar sin embargo que en la restauración ambiental se hace mucho énfasis solo en el uso de plantas, especialmente las nativas, que sean fáciles de propagar, que sean pioneras y rústicas, que permitan un desarrollo rápido y colonicen eficientemente las áreas afectadas. Sin embargo ello puede ser válido, solo cuando los procesos de degradación apenas se inician o aun no son de gravedad, pero cuando están en etapas avanzadas, con desarrollo de grandes cárcavas, socavaciones, deslizamientos etc., en donde la infraestructura puede quedar expuesta a ciertos riesgos de estabilidad y continuar los procesos de sedimentación y contaminación de las fuentes de agua, hay que hacer uso de otras prácticas, como es lo que se plantea en este trabajo, en donde las medidas estructurales o ingenieriles ocupan un lugar prioritario en la planificación, para permitir que las medidas vegetativas coadyuven a reforzar y alargar su vida útil, además de estabilizar definitivamente el sitio; es decir el uso de la bioingeniería. De hecho la experiencia indica que en condiciones avanzadas de degradación, las medidas vegetativas por si solas no son lo suficientemente eficaces para controlar dichos procesos, por lo que la combinación con medidas estructurales (uso de la bioingeniería), además de la incorporación del riego y la fertilización es lo más adecuado en estos casos.

Es un hecho predecible que cuando se interviene el medio natural, aun cuando se tomen todas las previsiones posibles, con apego a las normativas ambientales existentes y a las pautas de los EIA, siempre ocurren ciertas alteraciones al medio físico, biológico y socioeconómico, cuya importancia e impacto va a depender del grado de cumplimiento de

esa normativa y que el solo hecho de no cumplirlas, pueden originar situaciones de deterioro, de magnitudes tales que pueden afectar drásticamente al medio natural, mas aun si se toman acciones a tiempo. De allí la importancia de tener en cuenta los resultados de los EIA. (PDVSA Gas-Ambioconsult, 2005).

En cuanto a las alteraciones al medio físico es frecuente la aceleración de procesos erosivos, modificación de la estructura del suelo, reducción de la conductividad hidráulica, aumento de la escorrentía superficial, generación de sedimentos, contaminación de los cursos de agua, alteraciones al patrón de drenaje, modificación del ciclo hidrológico y del paisaje, entre otros.

La alteraciones al medio biológico están referidas a la eliminación de la biomasa vegetal y zonas protectoras; aumentos en los riesgos de incendios por la presencia de residuos secos; perturbación y disminución de hábitats de fauna originados por el ruido y la deforestación; migración de especies animales; contaminación de la vegetación por vertidos sólidos y líquidos y la sucesión ecológica puede acelerarse al iniciarse la aparición de especies rústicas, pioneras o invasoras.

En relación a las alteraciones al medio socioeconómico es común que se generen conflictos de uso de la tierra, que se promuevan las invasiones y se creen conflictos entre propietarios y ocupantes; que se aumenten los riesgos de accidentes laborales y se afecten la salud de los trabajadores, al igual que las vías de comunicación produciendo alteraciones del flujo vehicular. Pueden ocurrir incrementos en la demanda de bienes y servicios y es de esperar la generación de expectativas de empleo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El enfoque metodológico para la elaboración y ejecución de proyectos de esta naturaleza consiste en primer lugar, en un diagnóstico físico el cual se realiza mediante levantamiento de información de campo. Este se hace en algunos casos mediante inspecciones aéreas y terrestres, pero por lo general son éstas últimas las que prevalecen, ya que permiten identificar las actividades que promueven la degradación, lo que da una idea de la concepción del problema "in situ", y conduce finalmente a una evaluación ambiental resumida. En los casos que así

lo amerite, se hacen estudios especiales (topográficos, hidrológicos, e hidráulicos). En el recorrido de campo se elabora un esquema a mano suelta, sin escala, en donde se representan espacialmente las afectaciones, las cuales se caracterizan y se detallan sus magnitudes, luego se elabora otro donde se proponen, se ubican y cuantifican las medidas mitigantes, las cuales pueden ser georeferenciadas o no, dependiendo del área. Esto constituye la ingeniería conceptual, la cual comprende el listado de medidas técnicas posibles, donde se describen los alcances y definen sus objetivos.

Posteriormente, se pasa a formular la ingeniería de detalle o de diseño propiamente dicho, presentándose los planos o esquemas correspondientes. Con esta información se pasa a elaborar la propuesta, que entre otros aspectos lleva una definición y alcance de las partidas de las medidas propuestas, se definen las unidades en que se expresa cada una, se establecen los cómputos de obras por partida y una vez determinados los precios unitarios, se estima el costo total de obra, que sirve de base para la contratación de la obra y ejecución.

La restauración de estas áreas se fundamenta en tres categorías de prácticas, las cuales por lo general se usan combinadas para mayor efectividad. La selección del tipo y número a utilizar en cada caso, depende de las condiciones particulares del sitio. Estas categorías son las siguientes: culturales (fertilización, encalado, incorporación de M.O, riego y labranza del suelo). Agronómicas o vegetativas (con predominio de la revegetación con gramíneas y arbustivas, aun cuando la incorporación de leguminosas es muy recomendable, fajinas de material vivo y el establecimiento de barreras vivas,) y las mecánicas (cunetas, zanjales de derivación, bateas, torrenteras, muros, diques, disipadores de energía, pantallas metálicas, interceptores de tierra y de concreto, tablestacados y deflectores fluviales, entre otras).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se presentan en este trabajo, corresponden a una selección de los numerosos proyectos de restauración formulados y en diferentes regiones del país, los cuales han sido ejecutados por empresas contratistas, siguiendo las pautas indicadas en los términos de referencia para cada condición en particular.

Las actividades de restauración, han estado orientadas principalmente al control de la erosión en plataformas de corredores de tubería, principalmente gasoductos, socavaciones tubería, protección de la soportería, de torres de suspensión, en corredores de servicio y de líneas de transmisión eléctrica, en vialidad, y estabilización de taludes, de cauces y control de cárcavas, entre otros. Es de destacar que toda actividad de restauración se inicia con el acondicionamiento y adecuación o saneamiento del sitio, para la correcta ubicación y construcción de las prácticas.

En consecuencia para este trabajo se seleccionaron solamente algunos de los casos más relevantes, cuyos resultados se ilustran con fotografías comentadas y que se enumeran a continuación, presentándose situaciones antes y después de la restauración.

a. Control de erosión en márgenes de cursos de agua.

Ante la erosión de banco de río y la socavación de una torre de suspensión de un gasoducto, producidos por una lluvia excepcional ocurrida en el estado Yaracuy, se hizo un acondicionamiento del sitio con maquinaria pesada, se diseñó y construyó una estructura múltiple que consistió en una doble pantalla metálica con láminas de hierro y conchas de tubo de 12" de diámetro, las cuales fueron soldadas a soportes metálicos, hincados a rechazo con un martillo de caída libre, posteriormente se hizo un relleno entre las pantallas y se sembraron hileras de vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L.), Se construyó un enrocado empotrado con Colchón Reno y relleno de piedras de cantera y cosidos con alambre de alta resistencia. Estas son estructuras rectangulares de 2 x 4 x 0.23 m y de malla hexagonal, doble torsión, triple prensado y celda 6 x 8 cm y 2.2 mm de diámetro (Suárez, 1983). En la parte superior se aisló la torre con un canal de desviación revestido, con descarga hacia una torrentera y finalmente hacia un enrocado de concreto. Este conjunto de estructuras le dieron estabilidad y solidez a la infraestructura señalada, ya que las pantallas actuaron como defensas laterales, el enrocado de Colchón Reno le dio estabilidad a la base de la primera pantalla y evitó la socavación lateral, el relleno y la siembra de vetiver estabilizaron las plataformas y el canal de corona por cabecera desvió el escurrimiento superficial y lo condujo a un sitio protegido a través de una torrentera.

La figura 1 muestra erosión de banco de río y la inestabilidad de la torre, y la figura 2 presenta la afectación corregida.



Figura 1. Erosión de banco de río y torre de suspensión socavada



Figura 2. Margen de río y base de torre estabilizada

b. Afloramiento de tuberías por socavación en la plataforma de los corredores

El trazado y construcción de corredores de tuberías para el transporte de fluidos petrolíferos (crudo y gas) atraviesa diferentes condiciones de ambientes, en donde la pendiente, tipo de suelo, vegetación, y condiciones hidrológicas, como drenajes naturales, pueden hacerlos muy vulnerables a los procesos erosivos, los que se agravan por el tipo de maquinaria utilizado y la ocurrencia de fuertes precipitaciones y que si no se toman en lo inmediato medidas preventivas contra los procesos erosivos, pueden ocurrir sedimentaciones aguas abajo y socavaciones profundas que dejan al descubierto la tubería, la cual puede aflorar.

Este es el caso del drenaje natural mostrado en la figura 3, cuya condición de exposición contradice las normas de seguridad, además de poner en riesgo el suministro continuo de gas. En la figura 4 se presenta la restauración del sitio con un dique y muro de gavión, construidos con malla de celdas hexagonales 8 x 10, de doble torsión y triple prensado y de 2,7 mm

de diámetro, con anclaje de base y laterales de 1 y 0.5 m, respectivamente. La construcción de estas estructuras permitió realizar el relleno para tapar y darle protección al tubo.

La sección de flujo del dique tiene aguas arriba una batea de concreto que descarga sobre un dissipador de Colchón Reno. En el talud lateral se colocaron fajinas vivas construidas con rollos de pasto elefante (*Pennisetum purpureum S*), La figura 5 presenta el área totalmente restaurada, reforzada con el rebrote del pasto elefante, la siembra de pasto bermuda (*Cynodon dactylon*) y desarrollo de otras malezas nativas. Se observó que una combinación apropiada de estructuras civiles con material vegetativo, es una opción favorable para restaurar áreas con procesos avanzados de degradación.



Figura 3. Tubo de gas socavado



Figura 4. En proceso de restauración



Figura 5. Área restaurada

En la figura 6 se presenta una socavación a lo largo de la plataforma y afloramiento del tubo de gas. Esto ocurría en el pasado tanto por inadecuadas prácticas de rectificación continua con maquinaria de la base de la plataforma para borrar huellas de procesos erosivos pasados, así como por la propia acción erosiva de la lluvia en áreas expuestas, muy comunes en los corredores. En la figura 7 se observa el área totalmente restaurada con relleno compactado, sostenido con interceptores transversales de concreto, siembra de semillas de gramíneas sobre sustratos extraídos de la capa superficial de suelos con materia orgánica y construcción de cuneta revestida, con descarga a dissipador de concreto. Todas estas estructuras jugaron un papel importante en la estabilización de la plataforma y protección del tubo.



Figura 6. Afloramiento del tubo en plataforma



Figura 7. Plataforma estabilizada y tubo protegido



Figura 8. Desarrollo de la cárcava

c. Corrección de cárcavas

Este es otro tipo de degradación que causan erosiones regresivas y es muy común en los corredores de tubería y líneas de transmisión eléctrica o zonas similares, particularmente cuando hay fallas en la compactación y las pendientes son muy fuertes, o bien por manejo inapropiado de descargas de agua en sitios desprotegidos. Este es el caso que se presenta en la figura 8, donde se observa una cárcava de grandes dimensiones, aun activa, con presencia de grietas de tensión y desprendimiento de bloques de tierra a pesar de cierta colonización con vegetación baja y arbustiva. El origen de esta cárcava se debió a la descarga directa en un área sin proteger, de una tubería que se le realizaba una prueba hidrostática y que estaba próxima a ponerse en funcionamiento. Esta descarga de agua a alta presión, ocasionó profundas cicatrices en el sitio y dado que no hubo un tratamiento a tiempo, el proceso fue en avance, originando surcos más profundos, que posteriormente terminaron en la formación de la cárcava, de las dimensiones observadas.

Es de destacar que el tratamiento de la cárcava se inició con el acondicionamiento y saneamiento del sitio usando maquinaria pesada, eliminación de residuos vegetales y bloques de tierra sueltos y suavizado de taludes. Posteriormente se inició la construcción de las prácticas mecánicas y las medidas vegetativas, como se evidencia en la figura 9, donde se muestra un sector de la cárcava en proceso de estabilización con un conjunto de prácticas mecánicas (diques de gavión y dissipadores de energía) y medidas vegetativas (fajinas, barreras vivas, siembra de *Brachiaria sp.*). La figura 10 muestra otro sector de la cárcava estabilizado con barreras vivas de estacas de mata de ratón (*Gliricidia sepium*).



Figura 9. Proceso de estabilización



Figura 10. Estabilización avanzada

CONCLUSIONES

El éxito en la recuperación de áreas degradadas depende de un acertado diagnóstico del medio físico, de una adecuada selección de medidas, su correcta ubicación, diseño apropiado, época y calidad de la

construcción, así como de una continua supervisión y mantenimiento apropiado.

Toda actividad de restauración de esas áreas, debe iniciarse con el acondicionamiento, limpieza y adecuación o saneamiento del sitio, para la apropiada ubicación y construcción de las prácticas especificadas en el proyecto.

En la restauración de áreas degradadas, y particularmente en aquellas de grado avanzado de deterioro, las actividades más recomendables de usar son las técnicas de bioingeniería, teniendo en cuenta que la restauración es un proceso de mediano a largo plazo, que requiere de tiempo y técnicas especiales de diseño y construcción apropiados para cada situación.

Cuando el proceso de degradación es reciente y no ha causado gran deterioro del sitio, las medidas vegetativas tienen un papel preponderante, porque además de su efectividad, son más económicas, aun cuando no es descartable el complemento con otras prácticas. En todo caso, es recomendable incorporar a las leguminosas en el conjunto de plantas a utilizar.

Independientemente de las causas por las cuales se usen prácticas vegetativas en la restauración de áreas, siempre se hace énfasis en las nativas, por su rusticidad y adaptación a los principios de la sucesión natural, sin embargo la mayoría de las veces se hace uso de otras plantas que no siendo del sitio, tienen gran efectividad, tales como el vetiver (*Andropogon zizanioides* L), bermuda (*Cynodon dactylon*), las brachiarias (*Brachiaria sp*), entre otras.

AGRADECIMIENTOS

A PALMAVEN S.A y PDVSA GAS por el financiamiento en la elaboración de los proyectos y ejecución de estos trabajos, respectivamente.

REFERENCIAS

- CAURA, (1996). Especificaciones Generales para la Construcción de gasoductos de CORPOVEN, S.A. 320 p, más anexos.
- CESP, (1990). "Recuperacao de Areas Degradadas. Serie de Pesquis e Desenvolvimento", 059.
- CHOMCHALOW, N. 2000. Techniques of Vetiver Propagation with Special reference to Thailand. Office of the Royal Development Projects Board. Bangkok, Thailand. Technical Bulletin Nº 2000/1. 20 p.
- CONCALVES, J; COVENCA, E Y P DE TOLEDO,(1990). Recuperacao de Áreas Degradadas. I Workshop sobre Recuperacao de Areas Degradadas. Itaguaí. R.J. p.89-101
- CSA (2001). Manual de teoría. Conservación de Suelos y Agua. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Departamento de Agronomía., Cátedra de Conservación de Suelos y Agua. M. L. Páez, N. Fernández y O. Rodríguez, (eds). Maracay.
- DELGADO, F. (1987). Prácticas agronómicas de conservación de suelos .Cidiat. Serie: Suelos y Clima. Mérida. Venezuela, 69 p.
- FERNÁNDEZ, N; T. BASTIDAS Y C. POSADA, 2008. Proyecto de Restauración Ambiental de las áreas afectadas por la construcción del Gasoducto Caiza -Figuroa, Sector El Laurel. Estado Miranda. 111 p.
- FRANCO, A.A., E.F.C. E E.M.R. SILVA. (1992). "Revegetação de solos degradados". Río de Janeiro. EMBRAPA/CNPBS.
- GOITIA, R; N, FERNÁNDEZ; C. MILANO Y M. GARCIA. (1997). "Logros y enfoques de conservación de suelos realizados por Palmaven en áreas de influencia petrolera". XIV Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo. Trujillo. Venezuela. 12 p.
- PDVSA GAS- AMBIOCONSULT (2005). Estudio de impacto ambiental del Proyecto Lazo, 26" Arichuna - Figuroa. Caracas.
- PLA, I Y F. OVALLES. (1993). Efecto de los sistemas de labranza en la degradación y productividad de los suelos. Eds. de las Memorias de la Segunda Reunión de la Red Latinoamericana de Labranza Conservacionista. Guanare. Venezuela. 386 p,
- RODRÍGUEZ, O.P (2010). Conservación de suelos y agua. Una premisa del desarrollo sustentable. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la UCV.469 p.
- RONDÓN, J.J Y R VIDAL (2005).Establecimiento de la cubierta vegetal en Areas Degradadas (Principios y métodos). Rev, For. Lat. No 38 :63- 82.
- SUÁREZ, L.M. 1983. Presas de corrección de torrentes y retención de sedimentos. MARNR. República de Venezuela. 469 p.