

INTERACCION ENTRE EL MORTERO ECOLOGICO Y LA TECNOLOGIA VETIVER- EXPERIENCIAS EN LA REGION ANDINA.

Jorge Londono* and Daniel Londono

* General Manager, Meceta S.A.

Medellin, Colombia.

Email: meceta@gmail.com

Resumen

Desde el año 2000 hemos venido trabajando en una tecnología para la protección de infraestructura y la protección ambiental que llamamos Bio-estructuras, la cual es la combinación de plantas y elementos inertes de construcción. Usando el Mortero Ecológico, el cual es una mezcla de cemento, arena y un subproducto de la industria del papel rico en celulosa (Paper Mulch) en combinación con la Tecnología Vetiver, el cual se basa en la aplicación del pasto vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L). Hemos recuperado extensas área erosionadas en la región de los Andes en Colombia.

El Sistema Vetiver está siendo probado para mejoramiento Agrícola en cafetales, cañahuates y plantaciones frutales entre los 1,200 m. s. n. m. y 1,800 m. s. n. m.

Palabras Claves: Mortero Ecológico, Bio-estructuras, vetiver.

1.0 INTRODUCCION:

La Tecnología Vetiver (TV) está siendo utilizada en Colombia principalmente como una herramienta para el control de erosión y la protección de proyectos de infraestructura; El presente documento presentara como TV está siendo utilizada para la protección de infraestructura, la interacción entre Meceta (Mezclas ecológicas para el control de erosión y estabilización de taludes), el desarrollo del Mortero para el control de erosión y la estabilización de taludes y otros usos agrícolas en los cuales el vetiver se está siendo experimentación en fincas locales.

Nuestros trabajos son ejecutados principalmente en la región Andina, departamento de Antioquia, Colombia. Esta área es reconocida como la región cafetera; es una región montañosa, donde predominan una topografía abrupta con altas pendientes y un amplio rango de suelos tropicales: arenas, arcillas, limos y sustratos volcánicos.

En el año 2000, iniciamos nuestras actividades con las Bio-estructuras que es la combinación de elementos vegetales y elementos inertes de construcción con productos "MECETA" (Mezclas Ecológicas para el Control de la Erosión y Estabilidad de Taludes); los cuales asociados entre sí controlan y/o corrigen los procesos de degradación física de origen antrópico ò natural. Meceta es desarrollado con productos reciclados de la industria del papel, un sustrato ambientalmente amigable donde la vegetación puede crecer y establecerse.

El Mortero Ecológica es una mezcla de cemento, arena y un subproducto de la industria papelera rico en celulosa (paper mulch). Este presenta rápidamente una superficie estable la

cual es resistente a los agentes erosivos, especialmente en contra de la lluvia el agua de escorrentía, el viento y los rayos solares.

En adición a sus propiedades ecológicas, tiene especiales propiedades físicas tales como: es control de humedad y absorción, alta capacidad de adherencia a cualquier tipo de material, baja densidad, rápido fraguado, plasticidad, se adapta a los movimientos de de consolidación del área, da nutrientes y regula la acides del suelo

MECETA ha recuperado aéreas en diferentes sitios en el país en el sector público y en el sector privado trabajando con un equipo calificado y recibiendo reconocimiento y premios pro entidades gubernamentales.

TV está siendo experimentado en campos agrícolas como técnica de mejora de suelos. En cafetales, plantaciones de caña de azúcar y frutales. Esta siendo plantado entre 1200- 1800 m.s.n.l. como barrera en contra de la erosión y perdida de suelos, mejora en los nutrientes en el suelo, recarga de acuíferos y mejora en el humedad del suelo.

Abejorral – Antioquia, El Sistema Vetiver (VS) está siendo implementado en cafetales, cañahuates y frutales. Esperamos presentar los resultados en menos de dos anos pero ya sabemos que serán excelentes.

2.0 MORTERO ECOLOGICO

MORTERO ECOLÓGICO de “MECETA” es una mezcla de cemento tipo Portland, arenas y un subproducto industrial rico en celulosa (Mulch de Papel). El mortero proporciona rápidamente una superficie estable, dando una especial protección contra la lluvia, el agua de escorrentía, el viento y los rayos solares.

2.1 Usos y características.



*Mortero Ecológico, Vetiver y maní forrajero
Autopista de montana “Las Palmas” Km 1+500 - Medellin. Antioquia*

EL MORTERO ECOLOGICO es una capa superficial que protege la superficie de las pendientes de la ladera. Este regula infiltraciones de agua controlando y balanceando la humedad al interior de la masa, este evita, saturación del suelo, incremento del peso de la masa, pérdidas de suelo y la alteración de las propiedades mecánicas del suelo. Se utiliza en combinación de la tecnología Vetiver y otros complementos vegetales para la estabilidad de taludes, el control de la erosión, mejoramiento y recuperación de suelos que han perdido el horizonte orgánico, hechos por el hombre o fenómenos naturales.

2.2 Principales características:

- Fragua rápidamente después de su aplicación presentando una superficie estable y resistente a los agentes erosivos en pocas horas.
- Alta capacidad de adherencia a todo tipo de material; con suelos sueltos: arenosos y tierra en general, se amalgama, los protege superficialmente y evita su desprendimiento y desplazamiento
- Higroscópica: Es decir que controla y absorbe la humedad al interior de la masa. Evitando saturación del suelo, aumento del peso y la pérdida de fricción interna.
- Esta mezcla aísla de inmediato la superficie deteriorada y vulnerable, de los principales agentes erosivos: el agua lluvia y de escorrentía, el viento y los rayos solares. Al integrarse a la masa intervenida y regular su contenido de humedad, ésta mejora sus propiedades geo-mecánicas e induce a la consolidación.

Es amigable con el medio ambiente, ayudando a regenerar el entorno y promoviendo el regreso de la VEGETACIÓN SILVESTRE la cual germina espontáneamente.

3.0 APLICACIÓN DEL MORTERO ECOLOGICO

3.1 Preparación de la Superficie.

La preparación de la superficie es mínima. Si hay grandes e inestables rocas, deben de ser removidas y posicionadas en un lugar seguro. Es no necesario remover la vegetación nativa del área



*Mortero Ecológico, Vetiver y maní forrajero (Arachis Pintoi)
Autopista de montana "Las Palmas" Km 1+500 - Medellin. Antioquia*

El terreno debe de ser compactado manualmente y se deban de hacer rondas en la ladera para una fácil aplicación del mortero.

3.2 Preparación e instalación.

La mezcla se prepara de manera similar a los concretos. Una vez la pasta tenga su grado de manejabilidad óptima, se aplica sobre el área manualmente, cubriendo toda la superficie deteriorada. La capa protectora debe de tener un espesor de 2 cm. Aproximadamente. Cuando el área es cubierta está quedando de inmediato protegida contra los principales agentes erosivos, tales como: el agua, el viento y las radiaciones y el proceso de consolidación comienza.

Los proyectos son realizados completamente manualmente y personal calificado es no requerido, por lo que el personal es del área de influencia del proyecto, generando empleo y dando beneficios a las comunidades locales. Este aspecto da un sentido de pertenecía del proyecto en la localidad y ellos cuidaran de el mismo.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Características	Descripción
Color	Gray
Tiempo de fraguado	2 horas, después de preparación.
Temperatura de aplicación	5°C - 38°C
Espesor mínimo	10 mm
Espesor máximo	30 mm
Resistencia (f'c)	1150 kPA
Densidad	18,5 kN/m ³
Absorción	22%
Resistencia de adherencia	45 kPa

3.3 Aplicación.

La instalación manual del mortero debe de ser con extremo cuidado y amor, el objetivo es conseguir un contacto perfecto con la superficie que esta siendo tratada. El uso de bombas de concreto (Pistolas) es no recomendable, debido a que esta técnica puede permitir burbujas de aire en la ladera que pueden convertirse en trampas de aguas o crear sub-presión entre la mezcla y la superficie incrementando la inestabilidad del sitio.

4.0 SISTEMA VETIVER.

Después que el mortero fue desarrollado y los ensayos de campo se iniciaron nuestro objetivo principal era encontrar una plata como perfecto complemento en las actividades de control de erosión. En ese tiempo estábamos buscando especiales características, tales como:

- **Poco Mantenimiento.** Por la naturaleza de los proyectos, una vez las obras se han finalizado y la erosión ha sido controlada cumpliendo las funciones por las cuales fue ejecutado, los sitios son prácticamente abandonados para permitir el retorno de vegetación silvestre.

- **Poco exigente de suelos.** Una planta tolerante a condiciones de suelos adversas; las laderas que han sido afectadas por erosión presentan diversas cualidades de suelos, a veces sin ningún horizonte orgánico y con bajos contenidos.
- **Buena capacidad radicular.** Las masas perturbadas están en un creciente estado de degradación, con alteradas propiedades geo-mecánicas, por lo tanto se necesitan raíces fuertes y profundas que actúen a manera de anclajes, amarrando los suelos, actuando como “estructuras vivas” de contención y retención, que eviten el colapso del talud por gravedad.

Vetiver fue investigado en algunas consultas informales con agrónomos y después de algunos ensayos de campo comprobamos que el Sistema Vetiver crece rápidamente, se establece bajo hostiles condiciones de suelo y su extenso y profundo sistema radicular provee fortaleza estructural en un relativo corto periodo de tiempo, cumpliendo satisfactoriamente con todas los requerimientos que estábamos buscando.

Otros interesantes resultados fueron probados en intervenciones en las cuales sembramos el VETIVER en una ladera con fragmentos rocosos de diversos tamaños mostrando las extraordinarias características para crecer en condiciones adversas, el SV también fue probado en una matriz limo arenosa y limo arcillosa. Condiciones geológicas propias del batolito Antioqueño.



Con estos Buenos resultados, la perfecta interacción entre Vetiver y el Mortero ecológico fue demostrada en diferentes condiciones de suelo. El Mortero trabajando en las pendientes de la ladera controlando erosión superficial e infiltraciones de agua y el vetiver trabajando desde adentro dando fortaleza, sellando y amarrando el suelo. Más de 50.000 m² de áreas erosionadas han sido recuperadas en un amplio rango de condiciones climáticas y en diferentes altitudes variando desde el nivel del mar hasta los 2.800 encima del nivel del mar.

Para el manejo de aguas, actividad preliminar básica en toda intervención con Bioestructuras, se hacen estructuras de drenaje tales como canales, cunetas y rondas de coronación. Para permitir su construcción se hacen instalaciones provisionales con cajas plásticas y tubular para la conducción de las aguas, hasta tanto se construya el drenaje.

Su construcción consiste en cubrir con Mortero Ecológico, las paredes y la parte superior (hombros de la entalladura), de los canales y surcos por donde se desplaza libremente el agua. El fondo de los mismos, se protege con Concreto Ecológico (mortero ecológico con agregado granular de ½” ò ¾”), ciñéndose de la mejor manera al desarrollo existente, sin cambiar ni el recorrido, ni la forma que estos han adquirido por la acción de la libre circulación del agua.

Se moldea de la mejor manera posible el lecho y según la pendiente del canal, se le quita energía al agua con piedra sobrepuesta, empotrada con Mortero Ecológico.

Todas las estructuras de drenaje son protegidas con rondas de Vetiver. Vetiver provee mejores condiciones de suelo y ayuda con el control de los flujos de las corrientes de agua..



Vetiver. Carretera: Angelópolis – Amagá K 4+100 “Curva del Chocho”

Se probó la eficiencia del Vetiver como anclaje y regulador del contenido de humedad al interior de una masa en reptación en un parque situado en la parte alta del barrio el Poblado de la ciudad de Medellín. Se plantaron surcos, sembrando esquejes distanciados 0.15 m.; sin retirar la grama

En la Granja Experimental Esteban Jaramillo, de la Federación de Cafeteros, localizada en el municipio de Venecia Departamento de Antioquia se ha utilizado el Vetiver como barrera contra la erosión y para retener nutrientes dentro de los cafetales y en el perímetro inferior para evitar el derrumbamiento del escarpe.



Los cafetales están localizados en la franja cafetera, entre los 1.200 m. s. n. m. y los 1.800 m. s. n. m.

De las observaciones y análisis de nuestros proyectos y en particular de las intervenciones que han sido hechas, concluimos que el Vetiver es la planta ideal para asociarla a las explotaciones agropecuarias, en cafetales de alta montaña, debido a sus características para el control de erosión y mantenimiento de los nutrientes en el suelo. En finca situada en el municipio de Abejorral – Antioquia, una investigación está siendo realizada donde el sistema está siendo sembrado en cafetales, en potreros para ganadería, en sembrados de caña de azúcar y cultivos agrícolas en general. Esperamos en dos años poder informarles sobre los resultados obtenidos que no dudamos serán excelentes.

Preparación del material Vetiver para plantación

- Transportamos los fragmentos de macollas en sacos de fibra de polipropileno, desde el banco de semillas hasta el vivero temporal y deshijamos las plántulas (250 esquejes por saco aproximadamente).
- Introducimos los esquejes en una solución de Hormonagro N° 1 - Enraizador (50 Gr. en 20 litros de agua), hasta tanto se siembren en la bolsa plástica. El Hormonagro lo hemos reemplazado por cristal de Penca Sábila (Aloe Vera) y estamos a la espera de resultados. Antes de fijar el esqueje en la bolsa pasamos la raíz por un recipiente con cristales de penca.
- La tierra para el llenado de las bolsas debe tener buenas características (negra) y le adicionamos: micorrizas, roca fosfórica y cal cultivo dolomítica.
- Micorrizas:
 - Contenido de propágulos infectivos por gramo mínimo 40 hasta 230.
 - Contenido de esporas viables por gramo mínimo 40 hasta 230
 - Contenido de raíces micorrizadas mínimo 40% hasta 70%
 - Contenido mínimo de raíces por kilogramo 1 gramo
 - Contenido de humedad. Gravimétrico máximo 20%.

- Roca Fosfórica:

- Fósforo 26%
- Calcio 10%
- Flúor (F) máximo 4%
- Humedad máxima 5%

- Cal Cultivo:

- Fósforo total (P_2O_5) 1.0%. Este fósforo es de lenta asimilación.
- Oxido de calcio (CaO) 40.0%
- Oxido de Magnesio (MgO) 12.0%

- Dosificación en volumen:

- Tierra negra: Un saco (0.04 m³)
- Micorrizas: Tres pocillos ()
- Roca Fosfórica: Un pocillo ()
- Cal Cultivo: Un pocillo ()





Una vez sembradas en las bolsas se colocan en eras de fácil acceso para su manipulación, se riegan diariamente y al cabo de unas tres semanas están en condiciones de ser trasplantadas al sitio definitivo.



Una verificación empírica para disponer su siembra es probar si la planta soporta ser izada sin desprenderse y observar la bolsa para ver si las raíces ya afloran por la parte inferior. Dadas estas condiciones la siembra es totalmente confiable.

Cuando la siembra está siendo realizada aplicamos fertilizante caprinaza, la cual ha dado excelentes resultados.

La interna transpiración de los complementos vegetales, actúa de manera eficaz y es de vital importancia para el mejoramiento y conservación de las condiciones de estabilidad de la masa. A nivel superficial, hidratan y oxigenan el entorno, aportando elementos benéficos para la vida animal y vegetal, ayudando de esta manera a la protección, recuperación y conservación del Medio Ambiente.

Al establecer las BIOESTRUCTURAS estamos aportándole al área inestable una protección instantánea y vegetación. Dándole las mejores condiciones para el proceso de consolidación y para que se recupere de una manera natural y la vegetación silvestre aparezca espontáneamente.

Los trabajos planteados son eminentemente manuales y no requieren de personal calificado para su ejecución, por lo tanto, generan empleo para los habitantes de la zona de influencia de la intervención. De paso se inculca en sus habitantes el sentido de pertenencia de las obras, no impuestas por personal foráneo, sino hechas por ellos mismos para beneficio de toda la Comunidad.

“BIO-INGENIERIA PARA LA PROTECCION, RECUPERACION Y DESARROLLO DE LA MADRE TIERRA”

“BIO-ENGINEERING FOR THE PROTECTION, RECUPERATION AND DEVELOPMENT OF MOTHER NATURE”





*Mortero Ecológico, Vetiver y maní forrajero
Autopista de montaña “Las Palmas” Sector Los Balsos- Medellín. Antioquia*

Un breve resume del autor principal

Jorge Londono Martinez, Civil Engineer from the National University of Colombia, with extended experience on civil public and private construction contracts

1970-1990	Contratista Independiente, Proyectos de Construcción de obras Civiles
1990-1992	Alcalde Abejorral-Antioquia
1992-2000	Contratista Independiente, Proyectos de Construcción de obras Civiles
2000-Present	Principal investigador, desarrollador y Director del Proyecto Meceta.