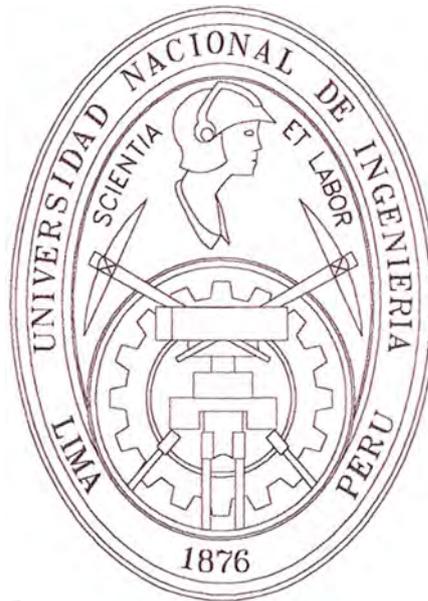


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**CONTROL DE EROSIÓN EN TALUDES CON  
GEOSINTÉTICOS  
PROCESOS CONSTRUCTIVOS**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**Para optar el Título Profesional de:  
INGENIERO CIVIL**

**HUGO DANIEL CUEVA ARANA**

**LIMA – PERU**

**2007**

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>RESUMEN</b>	4
<b>LISTA DE TABLAS</b>	5
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	6
<b>INTRODUCCIÓN</b>	8
<b>CAPÍTULO I. GENERALIDADES</b>	
1.1 ANTECEDENTES	9
1.2 JUSTIFICACIÓN	9
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.4 DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS	10
1.5 MARCO TEÓRICO	10
1.6 UBICACIÓN DEL PROYECTO	13
<b>CAPÍTULO II. ESTUDIOS DE INGENIERÍA</b>	
2.1 ESTUDIOS BÁSICOS	
2.1.1 ESQUEMA HIDRÁULICO DEL SISTEMA INTEGRAL	14
2.1.2 BIOINGENIERÍA	18
2.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE EROSIÓN	
2.2.1 DISEÑO CON GEOMANTA MACCAFERRI	23
2.2.2 DISEÑO CON BIOMANTA DE NORTH AMERICAN GREEN .....	29
2.2.3 DISEÑO CON GEOMANTA ECOMATRIX .....	29
<b>CAPÍTULO III. CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE EROSIÓN</b>	
3.1. EVALUACIÓN DE MEMORIA DESCRIPTIVA Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	30
3.2. TRAZO Y REPLANTEO EN CAMPO	37

3.3.	MOVIMIENTO DE TIERRAS .....	40
3.4.	INSTALACIÓN Y HABILITACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE EROSIÓN	
3.4.1.	GEOMANTA .....	43
3.4.2.	BIOMANTA .....	63
3.4.3.	SISTEMA DE RIEGO .....	73
3.5.	GESTIÓN DEL PROYECTO	
3.5.1.	ALCANCE .....	79
3.5.2.	TIEMPO .....	84
3.5.3.	CALIDAD .....	88
3.5.4.	COSTOS .....	89
3.5.5.	SEGURIDAD .....	97
	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>98</b>
	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>100</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>101</b>
	<b>ANEXOS</b>	
ANEXOS 01:	ARCHIVO FOTOGRÁFICO .....	102
ANEXOS 02:	CERTIFICADOS DE CALIDAD Y OTRAS EXPERIENCIAS EXITOSAS CON MANTAS GEOSINTÉTICAS .....	126
ANEXOS 03:	PLAN DE CONTROL DE CALIDAD PROPUESTO .....	136
ANEXOS 04:	PLANOS DEL PROYECTO .....	142

## RESUMEN

Este informe pretende mostrar un procedimiento general válido para la elaboración de cualquier proyecto de Control de Erosión en Taludes mediante el empleo de mantas Geosintéticas, basándose en la experiencia adquirida después de la elaboración de un proyecto real pero en pequeña escala.

Para la elaboración de dicho Proyecto y de este informe, se realizaron previamente una serie de Estudios Básicos y un posterior Diseño del Sistema de Control de Erosión, los cuales en sí mismos no forman parte de este informe, pero se incluye un pequeño resumen de ellos en el Capítulo II – Estudios de Ingeniería.

Habiendo formado parte este Proyecto del Curso de Titulación 2007 de la Facultad de Civiles de la Universidad Nacional de Ingeniería, y con una duración aproximada de 6 meses desde la concepción del Proyecto hasta la presentación final, éste afrontó diversos contratiempos y modificaciones en su alcance, provocando a su vez extensiones en el tiempo de duración del Proyecto, como se explica en el Sub-capítulo 3.5 – Gestión del Proyecto.

Finalmente se logró ejecutar, como se indicó líneas arriba, una versión a pequeña escala del proyecto planteado originalmente, pero gracias al cual se logró comprender el procedimiento requerido para la instalación de mantas geosintéticas para el Control de Erosión, tal como se detalla en el Capítulo III – Construcción del Sistema de Control de Erosión.

La experiencia adquirida a partir de la ejecución de este Proyecto, y los resultados que de éste se obtuvieron, son considerados por los miembros del Grupo ejecutor como satisfactorios.

Sirva el presente informe como referencia para la ejecución de futuros proyectos de similares características.

## LISTA DE TABLAS

(Empleadas en este informe – por sub-capítulos)

### 1.6. Ubicación del Proyecto

Tabla 1.6.1: Coordenadas UTM delimitadoras del Proyecto en desarrollo.

### 2.1.2. Bioingeniería

Tabla 2.1.2.1: Clasificación del suelo del área de estudio.

Tabla 2.1.2.2: Características de la gramínea *Brachiaria Brizantha*.

Tabla 2.1.2.3: Recomendaciones para siembra y manejo de la gramínea *Brachiaria Brizantha*.

### 3.4.1. Geomanta

Tabla 3.4.1.1: Especificaciones de la Geomanta MacMat L ®.

Tabla 3.4.1.2: Cantidades suficientes de material para esta etapa del proyecto.

Tabla 3.4.1.3: Especificaciones de la Geomanta Ecomatrix.

Tabla 3.4.1.4: Cantidades suficientes de material para esta etapa del proyecto.

### 3.4.2. Biomanta

Tabla 3.4.2.1: Especificaciones del NAG SC-150.

Tabla 3.4.2.2: Cantidades suficientes de material para esta etapa del proyecto.

### 3.4.3. Sistema de Riego

Tabla 3.4.3.1: Cantidades suficientes de material para esta etapa del proyecto.

### 3.5.2. Tiempo

Tabla 3.5.2.1: Cronograma del Proyecto y sus modificaciones.

### 3.5.4. Costos

Tabla 3.5.4.1: Recursos disponibles de terceros.

Tabla 3.5.4.2: Cronograma reprogramado del Proyecto.

Tabla 3.5.4.3: Curva "S" del Proyecto.

## LISTA DE FIGURAS

(Empleadas en este informe – por sub-capítulos):

### 1.5. Marco Teórico

- Figura 1.5.1: Algunos tipos de Geosintéticos.  
Figura 1.5.2: Algunos tipos de Geomantas.  
Figura 1.5.3: Control de Erosion a través de la revegetación.

### 2.1.2. Bioingeniería

- Figura 2.1.2.1: Brachiaria Brizantha

### 2.2.1. Diseño con Geomanta Maccaferri

- Figura 2.2.1.1: Fuente: Enkamat® Design Guide  
Figura 2.2.1.2: Determinación de la longitud de manta.  
Figura 2.2.1.3: Esquema de crecimiento con MacMat L®.  
Figura 2.2.1.4: Esquema de fuerzas actuantes en el talud reforzado.  
Figura 2.2.1.5: Detalle de zanja de anclaje.

### 3.4.1. Geomanta

- Figura 3.4.1.1: Geomanta MacMat L® de *Maccaferri Perú*.  
Figura 3.4.1.2: Detalle de estaca de fijación para Geomanta MacMat L.  
Figura 3.4.1.3: Colocación de semillas sobre primera capa de tierra de chacra en el talud.  
Figura 3.4.1.4: Esquema de zanja de anclaje y estacas para geomanta MacMat L.  
Figura 3.4.1.5: Colocación de rollo de geomanta sobre talud.  
Figura 3.4.1.6: Estacas de fijación a lo largo del talud.  
Figura 3.4.1.7: Traslape entre rollos adyacentes de geomanta.  
Figura 3.4.1.8: Detalle de zanja de anclaje y geomanta MacMat.  
Figura 3.4.1.9: Mezcla de segunda capa de tierra de chacra y compost sobre el talud.  
Figura 3.4.1.10: Colocación de semillas sobre segunda capa de tierra de chacra en el talud.  
Figura 3.4.1.11: Esquema de instalación de Geomanta MacMat L®.  
Figura 3.4.1.12: Geomanta Ecomatrix de *Amanco del Perú*.  
Figura 3.4.1.13: Detalle de estacas de fijación para Geomanta Ecomatrix.  
Figura 3.4.1.14: Colocación de semillas sobre primera capa de tierra de chacra

en el talud.

Figura 3.4.1.15: Detalle de zanja de anclaje y geomanta Ecomatrix.

Figura 3.4.1.16: Colocación de rollo de geomanta sobre talud.

Figura 3.4.1.17: Esquema de colocación de estacas para la geomanta Ecomatrix.

Figura 3.4.1.18: Traslape entre rollos adyacentes de geomanta.

### **3.4.2. Biomanta**

Figura 3.4.2.1: Detalle de estaca de fijación para Biomanta NAG SC-150.

Figura 3.4.2.2: Colocación de semillas sobre la capa de tierra de chacra en el talud.

Figura 3.4.2.3: Detalle zanja de anclaje y biomanta NAG SC-150.

Figura 3.4.2.4: Colocación de rollo de biomanta sobre talud.

Figura 3.4.2.5: Esquema de colocación de estacas para la biomanta NAG SC-150.

Figura 3.4.2.6: Traslape entre rollos adyacentes de biomanta NAG SC-150 a lo largo del talud.

Figura 3.4.2.7: Traslape entre secciones consecutivas de biomanta NAG SC-150 en la bajada del talud.

### **3.4.3. Sistema de Riego**

Figura 3.4.3.1: Esquema de aspersor con válvula intermedia.

Figura 3.4.3.2: Esquema de Sistema de Riego.

### **3.5.1. Alcance**

Figura 3.5.1.1: Diagrama WBS del Proyecto.

## INTRODUCCIÓN

Ante la necesidad de contar con un procedimiento completo para la instalación de un Sistema de Control de Erosión en Taludes mediante el empleo de Geosintéticos, y como parte del Curso de Titulación 2007 de la Universidad Nacional de Ingeniería, se plantea el presente informe que será dividido en 3 Capítulos con sus respectivos Sub-Capítulos.

En el Capítulo I se desarrollan los aspectos básicos de este informe como son los Antecedentes, Objetivos, etc., y se presenta la ubicación del Proyecto sobre el cual trata este informe.

En el Capítulo II se muestra un breve resumen de los Estudios Básicos que se deben tener en cuenta para entender mejor este Proyecto, así como del Diseño de todo el Sistema de Control de Erosión. Ambos sub-Capítulos están desarrollados en su totalidad en informes individuales por otros miembros de este Proyecto.

En el Capítulo III se desarrolla finalmente el procedimiento constructivo del Proyecto en lo que respecta a la instalación de mantas Geosintéticas para el Control de Erosión, así como del Sistema de Riego parte de este Proyecto. Adicionalmente se desarrollan temas relacionados a la Gestión del Proyecto en sí, dando algunos conceptos respecto a la Gestión de Costos, Calidad, Tiempo, Alcance y Seguridad de este Proyecto y de cualquier otro en forma general.

Al final del informe se muestran algunas Conclusiones y Recomendaciones que se infieren luego de la construcción del Proyecto.

# CAPÍTULO I

## GENERALIDADES

### 1.1. ANTECEDENTES

Es de conocimiento general en el campo de la Ingeniería Civil que la pérdida de suelos en taludes debido a una serie de razones constituye un problema serio, o, en todo caso, constituye una situación incierta y una amenaza de mayores problemas. Como ejemplo podemos pensar en situaciones de colmatación de cunetas de drenaje, desarenadores, etc., que si bien podrían no representar un problema serio al principio, establecen una situación de riesgo que puede devenir en un problema mayor.

Felizmente existen métodos o procesos constructivos para contrarrestar este tipo de problemas que no sólo revierten el proceso de pérdida de suelos, sino que además generan un cambio para bien en el aspecto visual o paisajístico de la zona y en conservación ambiental. Estos procesos existen gracias a la colaboración entre Ingeniería y técnicas de revegetación o bioingeniería, cuyos objetivos son controlar la erosión en taludes. Sin embargo, en ciertas situaciones en que la vegetación es insuficiente, se puede recurrir al empleo de materiales sintéticos que brindan sustento y protección adicional al proceso de revegetación, como las geomantas.

### 1.2. JUSTIFICACIÓN

Este informe se justifica en la necesidad de desarrollar un proceso constructivo válido para llevar a cabo un sistema de control de erosión hídrica en taludes, basándose en los resultados de estudios básicos y diseños de ingeniería, y en los requerimientos de impacto ambiental para el proyecto global.

Este proceso constructivo debería complementar otras ideas o procesos, así como resultados, que puedan haber surgido a partir de proyectos similares.

### 1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se requiere establecer y/o comprobar una serie de procesos constructivos que permitan controlar la erosión de un talud en una zona árida con el mínimo impacto ambiental negativo en el ecosistema local y un balance positivo en la mejora paisajística de la zona, sin dejar de lado los aspectos técnicos, respetando directivas de seguridad y calidad durante el desarrollo de estos procesos, y logrando balances positivos también en cuanto a costos y generación de nuevas técnicas o formas de mejorar las ya existentes.

### 1.4. DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS

#### **Objetivos específicos:**

- Plantear una metodología para desarrollar y controlar el proceso constructivo del control de erosión hídrica en taludes con Geomantas.
- Obtener información respecto a ventajas y desventajas de los métodos empleados, y posibles formas de mejorar los procedimientos puestos en práctica durante el proyecto.
- Buscar cumplir los fines propuestos en el proyecto en cuanto a costos, calidad de sus partes, tiempos de construcción, alcances específicos y seguridad durante la construcción.

### 1.5. MARCO TEÓRICO

**Geosintético.-** Es un producto en el que, por lo menos, uno de sus componentes es a base de polímero sintético o natural, y se presenta en forma de filtro, manto, lámina o estructura tridimensional, usada en contacto con el suelo o con otros materiales dentro del campo de la Geotecnia o de la Ingeniería Civil.

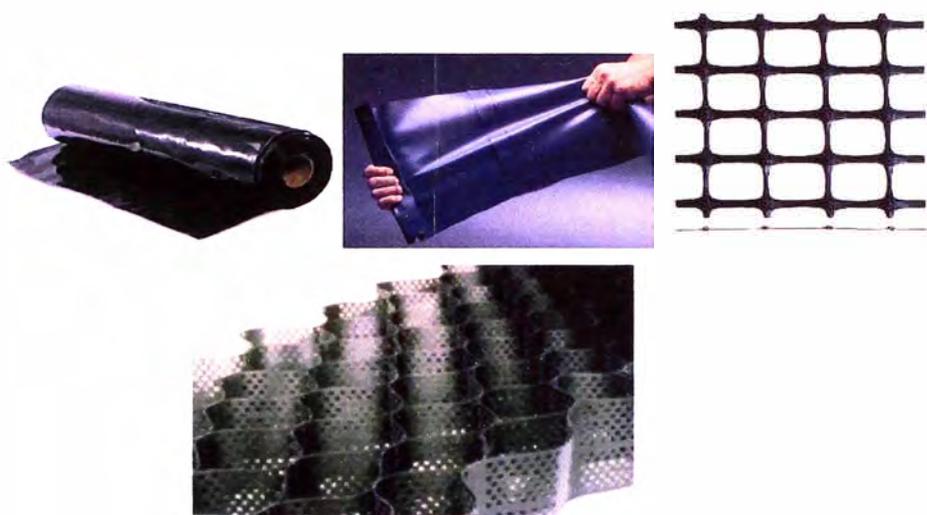


Figura 1.5.1: Algunos tipos de Geosintéticos.

**Geomantas.-** Consisten en redes tridimensionales fabricadas con redes, monofilamentos o fibras de polipropileno que son fundidas aleatoriamente para crear un manto resistente y estable. Las Geomantas poseen un espesor y un porcentaje de vacíos que permite el relleno y retención de suelo, y el desarrollo de las raíces de las plantas en su matriz.



Figura 1.5.2: Algunos tipos de Geomantas.

**Revegetación.-** La vegetación es la forma más adecuada para proteger áreas erosionables frente a agentes externos, sin embargo, en muchos casos la vegetación no se presenta por las características del suelo, topografía o trabajos realizados en la zona de estudio; en otros casos es casi imposible establecer la vegetación debido a la dificultad del clima mientras se piensa lograr la germinación de las especies. En estos casos entran a tallar las Geomantas, que en conjunto con la vegetación, establecen las condiciones favorables para garantizar la estabilidad, y permiten la revegetación del área en mención.

**Control de Erosión.-** Los taludes de corte formados por el desarrollo de los proyectos civiles, son muchas veces expuestos a los agentes externos, como agua y viento. Es aquí donde se produce erosión, que de convertirse en un problema para el desarrollo del proyecto o para la seguridad local, deberá ser controlada empleando métodos prácticos a elección del proyectista, como por ejemplo la revegetación.



Figura 1.5.3: Control de Erosión a través de la revegetación.

**Trazo y Replanteo.-** Delineación de una zona de trabajo en el campo para establecer los límites dentro de los cuales se desarrollarán los procesos constructivos ya elaborados y según diseño.

**Sistema de riego.-** Conjunto de elementos relacionados entre sí, diseñados y desarrollados con el objetivo de proporcionar un medio de humedecimiento controlado de una zona de influencia. Como ejemplo se pueden citar sistemas de riego por goteo o por aspersión.

**Proyecto.-** Esfuerzo temporal, con un inicio y un final definidos, llevado a cabo para crear un producto o servicio único, diferente a otros productos o servicios similares.

**Gestión de proyectos.-** Aplicación de conocimientos, herramientas y/o técnicas en las actividades o procesos del proyecto, con el fin de cumplir o exceder las necesidades o alcances planteados al inicio por los involucrados o solicitantes del proyecto.

## 1.6. UBICACIÓN DEL PROYECTO

Este proyecto Control de Erosión en Taludes con Geosintéticos se desarrolla en Lima-Perú, distrito de Rímac, en el cerro aledaño a la Universidad Nacional de Ingeniería y según las siguientes coordenadas:

Tabla 1.6.1: Coordenadas UTM delimitadoras del Proyecto en desarrollo:

Punto	Norte (m.)	Este (m.)
1	8'670,615.08	277,128.01
2	8'670,594.91	277,138.58
3	8'670,590.82	277,131.49
4	8'670,611.22	277,121.32

**Nota:** referirse a plano de Ubicación del Proyecto (CIV-CPT-01) en la sección Anexos 04 para más detalle.

## CAPÍTULO II

### ESTUDIOS DE INGENIERÍA

#### 2.1. ESTUDIOS BÁSICOS

En este Sub-capítulo se presenta un extracto de los Estudios Básicos desarrollados previamente a la ejecución de este Proyecto, con el objetivo de complementar la información sobre Procesos Constructivos y lograr un mejor entendimiento del Proyecto. Para obtener información más completa deberá referirse al Informe: *Control de Erosión en Taludes con Geosintéticos – Estudios Básicos* (Autor: Ing. Ronald Neyra Ramírez, miembro del Grupo ejecutor de este Proyecto).

##### 2.1.1. Esquema Hidráulico del Sistema Integral

El proyecto “Control de erosión en taludes con geosintéticos” forma parte, en un primer nivel, de un proyecto global cuyo objetivo es el de investigar acerca de la aplicación de los geosintéticos en el campo de la Ingeniería Civil.

Dado que el sistema de control de erosión posee como parte de la Ingeniería, la incorporación de una especie vegetal como solución biológica, la relación con los otros dos sistemas se basa en una relación de dependencia por el abastecimiento de agua, a fin de suplir la demanda hídrica del cultivo que se plantea como la parte biológica de la solución.

Según lo expuesto en el párrafo anterior, los componentes físicos necesarios que se plantean como solución para el funcionamiento del sistema control de erosión son los siguientes:

### A. Reservorio N°01

Ubicado en la cota 98 msnm. aproximadamente. Excavada en tierra e impermeabilizada con una geomembrana de polietileno de alta densidad (HDPE). Posee dos funciones:

- a) Ser el punto inicial de almacenamiento de agua para todo el sistema hidráulico, incluyendo el riego del cultivo que forma parte del sistema de control de erosión.
- b) Captar el agua de retorno proveniente de la descarga de la poza N° 02 y de la escorrentía del sistema de control de erosión.

### B. Reservorio N°02

Ubicado en la cota 114 msnm. aproximadamente. Excavada en tierra e impermeabilizada con una geomembrana de polietileno de alta densidad (HDPE). Posee dos funciones:

- a) Almacenar el agua proveniente de la poza N°01 y emplearla para el riego del cultivo en la parte baja del sistema de control de erosión.
- b) Almacenar agua para el futuro proyecto de ensayar el geoweb como revestimiento de canales contra la erosión.

### C. Tanque elevado

Tanque de polietileno, con capacidad de 1,100 litros, ubicado en la cota 136 msnm. aproximadamente, junto al reservorio de concreto. Posee las siguientes funciones:

- a) Almacenar el agua proveniente de la poza N° 01 y emplearla para el riego del cultivo en la parte alta del sistema de control de erosión.
- b) Dotar de la carga hidráulica necesaria para el correcto funcionamiento del sistema de riego por aspersión que se plantea usar para el riego del cultivo en la parte alta del sistema de control de erosión.

### D. Sistema de impulsión

Está formado por los siguientes componentes:

- a) *Bomba eléctrica*: ubicada junto a la poza N°01. Su función es la de entregar la potencia necesaria para impulsar el agua desde la poza N°01 hasta el tanque elevado. El diseño de la bomba debe

considerar la carga estática entre los puntos mencionados así como la carga dinámica por pérdidas de energía por fricción y singularidades.

- b) *Línea de impulsión*: tubería de polietileno de alta densidad (HDPE). Su función es la de conducir el agua desde la poza N°01 hacia la poza N°02 y hacia el tanque elevado. Para ello, debe instalarse, a la altura de la poza N°02, una bifurcación con una válvula hacia la poza N°02 y con otra válvula en dirección hacia el tanque elevado a fin de poder establecer reglas de operación y mantenimiento de manera independiente.

### **E. Sistema de riego por aspersión**

Está formado por los siguientes componentes:

- a) *Línea de distribución*: tubería flexible de polietileno. Su función es la de conducir el agua desde el tanque elevado hasta el punto de cota más alta del sistema de control de erosión, punto donde entrega el agua al lateral.
- b) *Lateral*: tubería flexible de polietileno. Su función es la de abastecer de agua a los aspersores, conduciendo el agua desde el punto de entrega de la línea de distribución hasta el punto más bajo de la parte superior del sistema de control de erosión. La dirección del flujo de agua debe estar a favor de la pendiente.
- c) *Aspersores*: en número de 3, son aspersores de baja de presión. Van ubicados en el trayecto del lateral. Deben poseer un sistema que permita regular el área de riego. Asimismo debe colocarse una válvula entre el lateral y el aspersor a fin de poder establecer reglas de operación y mantenimiento de manera independiente por cada aspersor.

## F. Sistema de control de erosión

Está formado por los siguientes componentes:

- a) *Geosintético*: geomantas para el control de erosión. Se emplean 3 tipos de geomantas, cada una de un proveedor diferente. Se propone trabajar con un área típica por geomanta de 7.00 m x 10.00 m a lo largo del talud. Los productos que se plantea usar son: Macmat® (Macaferri), NAG SC-150 (North American Green) y Ecomatrix® (Amanco).
- b) *Bioingeniería*: el cultivo o especie vegetal a emplear para el control de erosión, conjuntamente con recursos necesarios para su normal desarrollo. Se plantea emplear la gramínea tropical Braquiaria Brizantha conjuntamente con tierra vegetal para dar el soporte al medio biológico.

## G. Sistema de recirculación

Está formado por los siguientes componentes:

- a) *Tubería de descarga*: tubería de polietileno de alta densidad (HDPE). Su función es la conducir el agua de la poza N° 02 y entregarla a la alcantarilla a chorro libre. Debe colocarse una válvula a la salida de la poza N° 02.
- b) *Cuneta*: excavada en tierra, revestida con una geomembrana de polietileno de alta densidad (HDPE), su eje corre por el lado interior de la trocha carrozable, dentro de los límites del sistema de control de erosión. Sus funciones son:
  - Captar y transportar el agua y sedimentos provenientes de la escorrentía del sistema de control de erosión hacia el cabezal ubicado aguas arriba de la alcantarilla.
  - Permitir la de mediciones para la cuantificación de sedimentos generados en el sistema de control de erosión, para futuras investigaciones.
- c) *Alcantarilla*: tubería de metal corrugado, enterrada por debajo de la trocha carrozable. Tiene por función conducir el agua entregada por

la tubería 01 y la colectada por la cuneta, hacia el talud, entregándola aguas abajo, a chorro libre, sobre el canal de bajada o rápida, ubicada sobre el talud inferior.

- d) *Rápida*: Canal de bajada, revestido con geoweb y material de relleno por definir en futuras investigaciones. Su función es la de conducir el agua desde la entrega a chorro libre a la salida de la alcantarilla, hasta la poza N° 01.

### **2.1.2. Bioingeniería**

El estudio de bioingeniería se centra en la caracterización agrológica del suelo, a fin de determinar las condiciones mínimas para la sobrevivencia de la especie vegetal a emplear así como de un estudio de las potenciales especies vegetales a emplear en la zona en estudio.

#### **A. Caracterización agrológica del suelo**

Como parte de las labores previas al establecimiento de la vegetación, se realiza un análisis del suelo desde el punto de vista agronómico, con la finalidad de determinar si el suelo del talud, en su estado natural, es capaz de dar el sostén necesario para el desarrollo de la especie vegetal a emplear como la parte biológica de la solución de control de erosión.

Se tomó una muestra del suelo que conforma el talud, en su estado natural y se realizó un análisis de suelo – fertilidad, en el Laboratorio de Análisis de suelos, plantas, agua y fertilizantes de la Facultad de Agronomía, de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Según los resultados obtenidos en el análisis de suelo – fertilidad, y comparándolos con valores en tablas de interpretación publicadas por la Universidad Nacional Agraria La Molina, el suelo encontrado en el área de estudio se clasifica según lo siguiente:

Tabla 2.1.2.1: Clasificación del suelo del área de estudio

Parámetro	Nomenclatura	Clasificación del suelo
Potencial hidrógeno	pH	Ligeramente alcalino
Salinidad	CE	Fuertemente salino
Materia orgánica	M.O.	Bajo contenido
Fósforo disponible	P	Alto contenido
Potasio disponible	K	Alto contenido

Como puede apreciarse en la tabla A.1., la fertilidad del suelo del área en estudio no se ve limitada por el contenido de los macronutrientes, sin embargo, la restricción en su fertilidad se da por el lado de su alto contenido de salinidad, lo cual se traduce en un impedimento para plantear la incorporación de la especie vegetal directamente sobre el suelo en su estado actual.

Esta limitación, sin embargo, constituye, para un problema netamente agrológico, superable, por cuanto existen soluciones para la reducción del contenido de sales disueltas, tal es el caso de optar por procesos de lixiviación de sales en el suelo, es decir, supliendo el déficit de agua de las lluvias naturales.

Sin embargo, el problema agrológico no es sino sólo una parte del problema integral a resolver, el cual parte de una solución de Ingeniería Biotécnica a fin de controlar la erosión del suelo. Partiendo de ello, considerar la aplicación de un volumen adicional de agua para inducir un proceso de lixiviación de sales sin tomar en cuenta las condiciones físicas, tal es el caso de la pendiente del terreno, induciría también un proceso erosión de tipo laminar, efecto que se desea evitar.

Según lo expuesto anteriormente, se plantea emplear suelo vegetal de préstamo en reemplazo del suelo natural, a fin de dotar de las condiciones mínimas necesarias para el sostén de la especie vegetal como solución biológica al problema de control de erosión. Para ello, al igual que en las condiciones naturales, debe verificarse la calidad del suelo vegetal de préstamo mediante un análisis de suelo – fertilidad.

Se tomó una muestra del suelo vegetal de préstamo, y se realizó un análisis de suelo – fertilidad, en el Laboratorio de Análisis de suelos, plantas, agua y fertilizantes de la Facultad de Agronomía, de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Según los resultados de este análisis y según las consultas con los especialistas en Ingeniería Agrónoma, el suelo vegetal de préstamo que se plantea usar en reemplazo del suelo natural del talud posee las condiciones óptimas para el desarrollo de la especie vegetal del tipo gramínea que es la que se piensa emplear como la parte biológica de la solución de Ingeniería Biotécnica para el control de erosión en el talud.

#### **B. Especie vegetal a emplear como solución biológica**

En el presente informe, el estudio sobre las potenciales especies vegetales a emplear en el control de erosión, consiste en una exposición de las principales condiciones ecológicas de cada especie y a su vez se divide en 2 grandes grupos: especies vegetales más usadas en el Perú para el control de erosión, y especies vegetales nativas del ecosistema del área en estudio.

#### **C. Especies vegetales más usadas en el Perú para el control de erosión**

Considerando que la solución al problema de control de erosión en el área de estudio parte de una solución de Ingeniería Biotécnica, de la bibliografía revisada, se establece que la solución más difundida en nuestro medio es la de tipo pasto reforzado donde el medio de reforzamiento mecánico lo constituye una matriz o entramado que puede ser de naturaleza geosintética (geomanto o geoceldas) o biodegradable (a base de fibra de coco o yute) y la solución biológica lo constituye la especie vegetal de tipo gramínea o comúnmente llamado pasto.

A partir de consultas con especialistas en Ingeniería Agrónoma, se estableció que, la especie que mejor se adapta a las condiciones tanto ecológicas como de uso y mantenimiento, para el área en estudio, es la especie denominada *Brachiaria Brizantha*. A continuación se expone una descripción de sus principales características.

### **Pasto Braquiaria (Brachiaria Brizantha)**

Es una gramínea, promisoría para el trópico, crece desde el nivel del mar hasta 1800 m.s.n.m. A partir de la revisión de información disponible, se puede constatar que la *Brachiaria Brizantha* es una gramínea de fácil adaptación a los ecosistemas que existen en el Perú (dentro de los límites altitudinales arriba señalados).

Asimismo debe señalarse que, las experiencias más aleccionadoras sobre su adaptabilidad a nuestros singulares ecosistemas, son el resultado de investigaciones agronómicas con fines de su uso para forraje y para el tratamiento de suelos en proceso de rotación de cultivo.

Figura 2.1.2.1: Brachiaria Brizantha



Fuente: [www.agro21.com.ar/images/fotos](http://www.agro21.com.ar/images/fotos)

Tabla 2.1.2.2: Características de la gramínea *Brachiaria Brizantha*

Característica	Descripción
Nombre común	Gramalote, brizantha gigante, braquiarión, marandú
Origen	Rodesia - África
Tiempo de vida	Pastura permanente
Hábito de crecimiento / altura	Mata o macollos ligeros
Relación tallo / hojas	Predominio de hojas
Producción de materia verde	Hasta 180 t/Ha/año
Producción de Heno	Hasta 54 t/Ha/año
Proteína cruda	De 10% a 16%
Condición ideal del suelo	De mediana a alta fertilidad, bien drenados
Tolerancia / resistencia	Acidez, pisoteo, quema, sombra, sequía, hormigas
Palatabilidad	Excelente en vacunos y rumiantes menores. Baja para equinos
Digestibilidad	Elevada (de 56% a 75%)
Tamaño de semilla	Mediano (125 semillas/gramo)
Densidad de siembra	1.5 a 3.5 Kg / Ha

Fuente: 1er Encuentro Interregional de Ganaderos en el ámbito del Alto Huallaga – Huánuco – Meseta del Bombón (2005). 5ª Exposición: "Instalación de Pastos Tropicales y Pasturas Alto Andinas". Expositor: Ing. Rogelio Sobero Ballardo

Tabla 2.1.2.3: Recomendaciones para siembra y manejo de la gramínea *Brachiaria Brizantha*.

Parámetro	Recomendación
Conservación de semillas	Guardar en sombra, sobre listones, lugar fresco, ventilado y baja humedad
Cantidad de semilla / Ha	Manual: 1.5 Kg Máquina: 3.0 Kg
Profundidad	De 1 a 2 cm (Tapar y apisonar)
Distanciamiento	Manual: Entre hileras a 80 cm Máquina: Hileras cada 30 cm

Fuente: 1er Encuentro Interregional de Ganaderos en el ámbito del Alto Huallaga – Huánuco – Meseta del Bombón (2005). 5ª Exposición: "Instalación de Pastos Tropicales y Pasturas Alto Andinas". Expositor: Ing. Rogelio Sobero Ballardo

## 2.2. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE EROSIÓN

En este Sub-capítulo se presenta un extracto del Diseño del Sistema del Proyecto desarrollado previamente a la ejecución del mismo, y basándose en los Estudios Básicos. Se presenta igualmente con el objetivo de complementar la información sobre Procesos Constructivos y lograr un mejor entendimiento del Proyecto. Para obtener información más completa deberá referirse al Informe: *Control de Erosión en Taludes con Geosintéticos – Diseño del Sistema de Control de Erosión* (Autor: Ing. Enrique Ari Condori, miembro del Grupo ejecutor de este Proyecto).

### 2.2.1. Diseño con Geomanta Maccaferri

El diseño de coberturas de control de erosión del tipo TRMs (Turf Reinforcement Mats, "Redes de refuerzo de césped"), corresponden a las geomantas. Los TRMs, que en conjunto con la vegetación, plantean una solución al control de erosión.

#### **Consideraciones en el diseño**

- Cuando el MacMat™ es aplicado en taludes, el aspecto geotécnico es lo primero a revisar. El MacMat es un producto para control de erosión, y no para estabilidad geotécnica de taludes. Es necesario realizar un diseño geotécnico antes de proyectar la colocación del MacMat.
- Varias técnicas de vegetación se pueden utilizar con este sistema, por ejemplo, estacas vivas, capas de ramas, transplante de arbustos, estolones y semillas. También se pueden usar técnicas de esparcido de suelo y semillas, e hidrosiembra. Dependiendo de las técnicas de vegetación y de las especies a sembrar, la siembra se realiza antes, durante o después de la colocación de la geomanta.
- El éxito final de la instalación de la geomanta como obra de control de erosión, radica en el buen establecimiento de la vegetación, por lo tanto una buena cobertura vegetal es un factor extremadamente importante. Por esta razón se deben tomar en cuenta los siguientes puntos:
  - El suelo que yace debajo y en la estructura del MacMat debe tener óptimas condiciones para el establecimiento vegetal.

- La elección de la especie vegetal depende de las condiciones de suelo, clima y uso del suelo. Es bastante recomendable utilizar especies nativas.
- El uso de fertilizantes y bioestimulantes puede resultar bastante beneficioso.
- Verificar el esfuerzo de tensión actuante en la geomanta.
- Construir una obra de control para evitar que el flujo aguas arriba no escurra sobre el talud recién construido con MacMat. Por ejemplo en cunetas colocar cunetas de coronación.

### A. DIFERENCIAMOS LAS CONDICIONES SECAS Y MOJADAS

- **Condiciones secas.**- son aquellas en donde no hay agua corriente en contacto con la manta, siendo que la erosión es provocada solo por la lluvia.
- **Condiciones mojadas.**- son aquellas en donde la manta está en contacto directo con el flujo del agua.

En nuestro caso se enfoca a una propuesta en condición seca por lo que debemos verificar la necesidad de la protección contra la erosión. Para ello se debe conocer la máxima intensidad de lluvia (mm/hr) y las dimensiones de la partícula predominante en el suelo.

Para ello usamos el siguiente gráfico

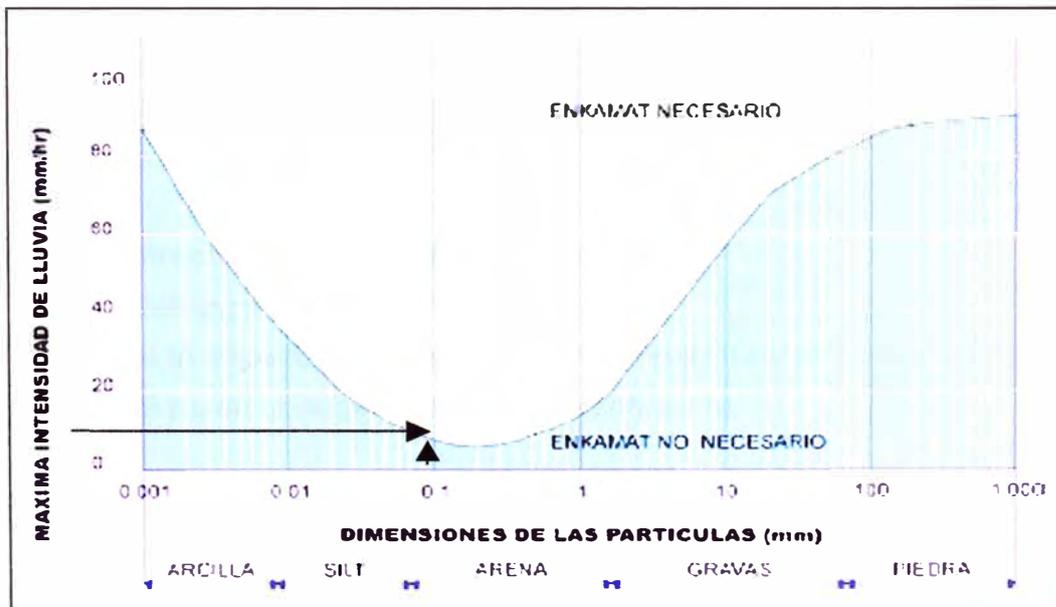


Figura 2.2.1.1.: Fuente: Enkamat® Design Guide

Se establece que es necesario una cobertura de control.

## B. DETERMINACIÓN DE LA EXTENSIÓN DE LA PROTECCIÓN

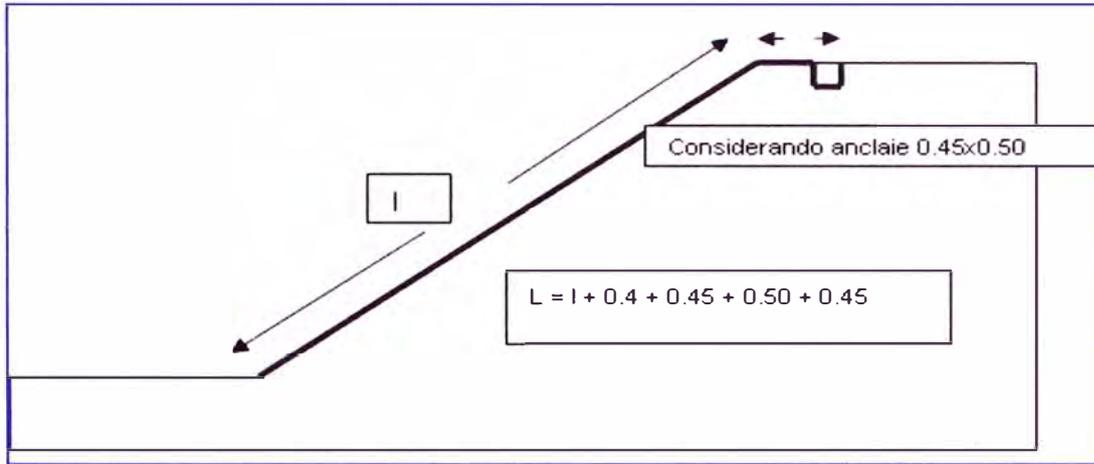


Figura 2.2.1.2.: Determinación de la longitud de manta.

En la determinación de la longitud de la manta se considera la longitud de anclaje, se recomienda que la zanja de anclaje se separe de la cumbre 50 cm.

La longitud de la manta es de  $= 11 + 0.50 + (0.45 \times 2 + 0.5) = 12.9$  m.

## C. SELECCIONANDO EL TIPO DE MANTA

Considerar los factores de :

- Germinación  $F_g$
- Inclinación  $F_i$

Donde:

El factor de germinación de la especie vegetal  $F_g$ :

$F_g = 2$  por expectativa de lluvia suficiente.

$F_g = 3$  si la expectativa es menor o la temperatura es menor de  $10^\circ\text{C}$ .

$F_g = 3$  si no se conoce si habrá agua suficiente.

El factor de pendiente del talud  $F_i$ :

$F_i = 1$  por pendiente  $\leq 1:3$

$F_i = 2$  por pendiente =  $1:2.5$

$F_i = 3$  por pendiente =  $1:2$

$F_i = 4$  por pendiente =  $1:1.5$

$F_i = 5$  por pendiente  $\geq 1:1$

En nuestro caso se considera, por las condiciones de servicio, un factor de germinación  $F_g = 3$ . El factor de pendiente en el talud es de  $(1.48 H = 1 V)$ , por lo que se considera un  $F_i = 4$

#### Definir el tipo de manta

–  $F_g + F_i > 7 \rightarrow$  Macmat S (espesor 20 mm)

–  $F_g + F_i \leq 7 \rightarrow$  Macmat L (espesor 10 mm)

$\rightarrow$  usaremos el MacMat L

#### D. CÁLCULO DEL ESFUERZO ACTUANTE SOBRE LA GEOMANTA

Para verificar la funcionalidad de la Geomanta se analizará su resistencia al deslizamiento, rotura, y funcionalidad de la zanja de anclaje.

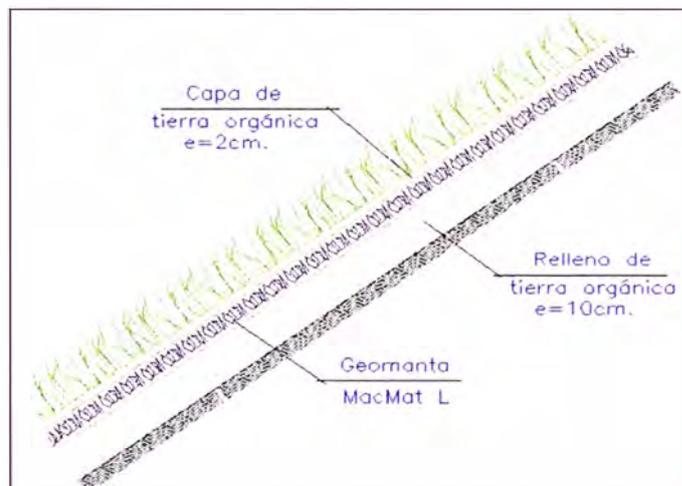


Figura 2.2.1.3: Esquema de crecimiento con MacMat L ®

Se consideran las siguientes características de los materiales influyentes:

**Datos de la tierra orgánica**

peso específico ( $\gamma_o$ )	1.7 ton/m <sup>3</sup>
coeficiente de fricción (entre tierra y manta) ( $\mu_{o-g}$ )	0.7
espesor ( $e_o$ )	0.02 m

**Datos de la terreno natural**

peso específico	1.48 ton/m <sup>3</sup>
coeficiente de fricción	31.3 °
cohesión	0.02
ángulo de inclinación	34 °
Longitud inclinada del talud ( $L_o$ )	11 m

**Datos de la Geomanta**

peso específico	0.905 ton/m <sup>3</sup>
Gramaje	0.52 kg/m <sup>2</sup>
espesor nominal	0.01 m
Resistencia a la tracción longitudinal	0.306 ton/m

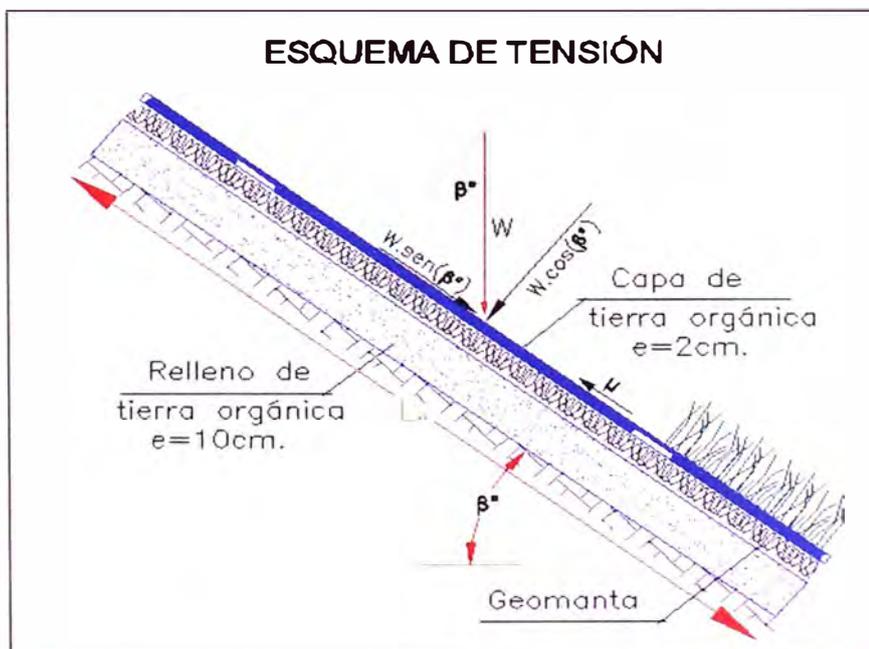


Figura 2.2.1.4: Esquema de fuerzas actuantes en el talud reforzado

### D.1. Análisis de Deslizamiento (capa de tierra orgánica de 0.02m)

Componente tangencial del peso de tierra orgánica sobre la geomanta:

$$F_A = W \times \text{sen}(\beta)$$

$F_A$ : 0.209 ton/m

$$F_A = (\gamma_o \times e_o \times L_o) \times \text{sen}(\beta)$$

Fuerza de fricción entre la geomanta y la tierra orgánica

$F_R$ : 0.217 ton/m

$$F_R = \mu \times W \times \text{cos}(\beta)$$

$$F_R = \mu_{o-g} \times (\gamma_o \times e_o \times L_o) \times \text{cos}(\beta)$$

→

$$F_R > F_A \rightarrow \text{OK}$$

Es decir:

$$\mu > \tan(\beta)$$

### D.2. Análisis de Rotura de Geomanta

MacMat L ® ( $R_T$ ):  
(ASTM D 4595)

0.306 ton/m

Fuerza actuante sobre la Geomanta induciendo a su rotura ( $F_A$ ):

0.209 ton/m

→

$$F_A < R_T \rightarrow \text{OK}$$

(La Geomanta resiste la tracción sin romperse)

### D.3. Análisis de Zanja de Anclaje

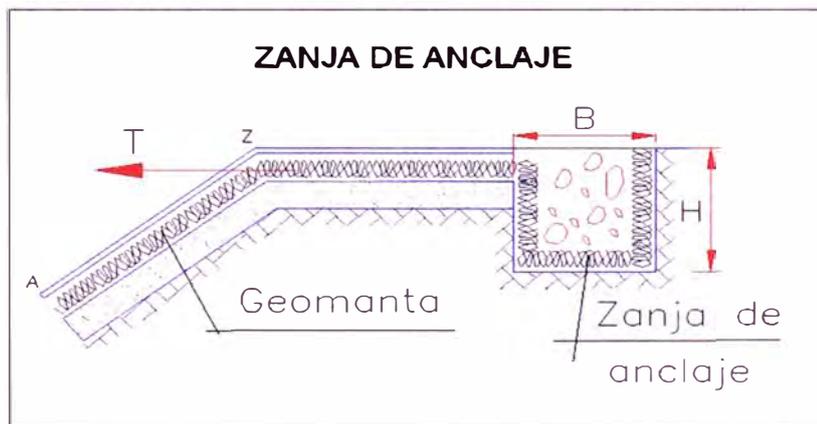


Figura 2.2.1.5: Detalle de zanja de anclaje.

Tensión que soporta la zanja de anclaje:  $T = (\gamma_s \times h \times \tan(\psi_s)) \times b + c_s \times (b + 2 \times h)$

Peso específico del suelo ( $\gamma_s$ ):	1.48 ton/m <sup>3</sup>
longitud de la geomanta en contacto con las paredes de la zanja de anclaje (b+2 x h):	1.4 m
Cohesión ( $c_s$ ):	0.02 ton/m <sup>2</sup>
ángulo de fricción del suelo ( $\Phi_s$ ):	31.3 °
b:	0.50 m
h:	0.45 m
<b>T=</b>	<b>0.230 ton/m</b>

La fuerza actuante que soporta la zanja de anclaje está dada por la Geomanta y la capa de tierra orgánica:

$$F_{A-Z} = (W \times \text{sen}(\beta))$$

donde W es el peso en conjunto de la tierra y de la geomanta

$$W = (\gamma_o \times e_o \times L_o) + (G_o \times L_o)$$

W= 0.380 ton/m

Luego la tension aplicada al anclaje  $F_{A-Z}$ = 0.212 ton/m

→

$T > F_{A-Z} \rightarrow \text{OK}$   
(La zanja de anclaje es suficiente)

### 2.2.2. Diseño con Biomanta de North American Green

El diseño de este tipo de manta geosintética responde a una serie de normas o especificaciones basadas en la experiencia y recomendaciones de la empresa proveedora del producto (Tecnología de Materiales). El resultado de estas especificaciones se desarrolla en el Capítulo III.

### 2.2.3. Diseño con Geomanta Ecomatrix

El diseño de este tipo de manta geosintética responde, al igual que la anterior, a una serie de normas o especificaciones basadas en la experiencia y recomendaciones de la empresa proveedora del producto (Amanco del Perú). El resultado de estas especificaciones se desarrolla en el Capítulo III.

## CAPÍTULO III

# CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE EROSIÓN

### 3.1. EVALUACIÓN DE MEMORIA DESCRIPTIVA Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

#### Generalidades

##### **Alcance de las Especificaciones**

Las presentes especificaciones técnicas tienen por objeto normar el programa constructivo del Proyecto: Sistema de Control de Erosión con Geosintéticos, proyecto desarrollado por el Grupo N° 01 del curso de Titulación 2007, de la Facultad de Ingeniería Civil, de la Universidad Nacional de Ingeniería. Estas Especificaciones Técnicas describen, de la manera más clara posible, los procedimientos y metodología de trabajo que debe seguir el Contratista durante la ejecución de las obras.

La obra comprende la construcción del Sistema de Control de Erosión en un talud del cerro aledaño a la Universidad Nacional de Ingeniería. Este talud, con pendiente aproximada de 38°, será sectorizado en 3 franjas o parcelas, cada una de aproximadamente 7.0m de ancho x 10.8m de longitud inclinada, y será revegetada empleando 3 tipos de mantas cobertoras geosintéticas respectivamente, y una o dos especies vegetales adecuadas para la zona. Las obras comprenden además el sistema de riego en las 3 franjas o parcelas del talud, el cual incluye la colocación de un tanque elevado, la línea de distribución desde este tanque hasta un juego de aspersores en el borde superior del talud, así como los aspersores necesarios para completar este sistema.

Adicionalmente se realizará el trazo de la línea de retorno desde una poza ubicada en la parte superior del talud donde se ejecuta este proyecto (Poza N° 02), hacia una poza ubicada en la parte inferior del cerro aledaño a la Universidad Nacional de Ingeniería (Poza N° 01). La construcción de esta línea de retorno no forma parte del alcance del presente proyecto Sistema de Control de Erosión en Taludes.

La ubicación y distribución de todas las partes del proyecto se esquematizan en los planos de ubicación anexos.

En la obra se debe contar obligatoriamente con un juego completo de Planos de Construcción y de Especificaciones Técnicas.

### **Consideraciones antes de los trabajos**

Para la correcta operación de este Sistema de Control de Erosión, deberá verificarse que exista una línea de impulsión desde una poza cercana (en el caso de este proyecto es la Poza N° 01) hasta el tanque elevado de este proyecto, así como el equipo necesario para realizar esta impulsión, los cuales deberán estar previamente terminados y funcionales. No se podrá realizar la instalación de las mantas geosintéticas ni la revegetación respectiva mientras no se asegure la provisión necesaria de agua para la correcta operación del sistema de riego del proyecto. Estos trabajos de la línea de impulsión no forman parte del presente proyecto Sistema de Control de Erosión en Taludes.

### **Documentos de Referencia**

La construcción de las obras que comprende el Proyecto se efectuará en conformidad con las presentes Especificaciones Técnicas y los siguientes documentos empleados para la preparación del presente Informe de Suficiencia:

- Estudio de Suelos y Topográficos; que se detallan en el Sub-Capítulo 2.1: Estudios Básicos.
- Diseño del Proyecto; que se detalla en el Sub-Capítulo 2.2: Diseño del Sistema de Control de Erosión.

- Normas y Especificaciones específicas; obtenidas de la investigación realizada sobre los productos empleados en la realización de este proyecto.

### Definiciones

Además de las definiciones presentadas en el Marco Teórico podemos desarrollar las siguientes:

- **Propietario:** Universidad Nacional de Ingeniería – Facultad de Ingeniería Civil, representado por el Asesor del Grupo Contratista.
- **Contratista:** Grupo N° 01 – Control de Erosión, grupo desarrollador de este Informe de Suficiencia.
- **Especificación Técnica:** Documento que define las características técnicas que debe cumplir alguno o varios de los siguientes ítems:
  - Proceso constructivo (colocación de mantas geosintéticas, sembrado, regado, etc.)
  - Material (semillas, mantas geosintéticas, tierra de chacra, etc.)
  - Equipo (aspersor, tanque, etc.)
- **Parcelas:** Franjas de talud de aproximadamente 7.0m de ancho x 10.8m de longitud inclinada designadas para la instalación de mantas geosintéticas y que serán revegetadas, formando parte del Sistema de Control de Erosión. Estas dimensiones de las parcelas podrán variar finalmente según las características de la manta geosintética a emplear (ancho del rollo), y considerando las longitudes de traslape necesarias.
- **Mantas geosintéticas:** Redes tridimensionales fabricadas con monofilamentos o fibras de polietileno u otro material, fundidas aleatoriamente para crear un manto resistente y estable. Poseen un espesor y un porcentaje de vacíos que permite el relleno y retención de suelo, y el desarrollo de las raíces de las plantas en su matriz.

Las mantas a utilizar en el proyecto son:

- Parcela N° 01: Geomanta **MacMat L**, distribuida por la empresa *Maccaferri*.
  - Parcela N° 02: Biomanta **NAG SC150**, distribuida por la empresa *Tecnología de Materiales*.
  - Parcela N° 03: Geomanta **Ecomatrix**, distribuido por la empresa *Amanco*.
- **Zanjas de anclaje**: Zanjas de dimensiones predeterminadas, excavadas en el borde horizontal superior de cada parcela, con el propósito de fijar en ellas un extremo de la manta geosintética utilizada en la parcela, evitando su deslizamiento a lo largo del talud.
  - **EPP**: Equipo de protección personal (casco, guantes, lentes de seguridad, etc.)

### **Supervisión**

El PROPIETARIO contará con un profesional para que, en su representación, ejecute la Supervisión de la Obra consistente en el aseguramiento de la calidad de todos los trabajos, así como el avance de las obras que comprende el Proyecto.

El PROPIETARIO tendrá la facultad, durante la ejecución de las obras, de complementar o adaptar las presentes Especificaciones Técnicas a situaciones específicas, con el fin de asegurar la mejor ejecución de los trabajos.

### **Información a presentar**

El CONTRATISTA deberá presentar la siguiente información para la aprobación del PROPIETARIO, sin la cual, no podrán iniciarse las obras hasta que se obtengan las aprobaciones pertinentes por escrito:

Los planos y esquemas del proyecto a realizar, cálculos desarrollados para la realización del proyecto, programación de Obra, plan de Informe de Suficiencia.

### **Comunicaciones**

El CONTRATISTA deberá considerar un sistema de comunicación durante la Obra, mediante el sistema que sea conveniente: celulares, telefonía fija, correo electrónico, etc.

### **Secuencia Constructiva**

La secuencia de los trabajos será según los siguientes requerimientos:

#### **A. Trazo y Replanteo en Campo**

Según lo especificado en el capítulo correspondiente que aparece en este Informe, y de acuerdo a los planos de construcción.

Estos trabajos deberán ser efectuados por personal obrero bajo la dirección del Ingeniero encargado, contando para esto con herramientas básicas como cordeles marcadores, estacas y cal.

La geografía inclinada del terreno obliga a tener especial cuidado en cuanto a seguridad del personal para evitar caídas y aspiración de polvo, además de usar el equipo mínimo de seguridad (botas, casco, guantes, lentes de seguridad, mascarilla).

Tener en cuenta una franja mínima entre cada parcela para facilitar la instalación del sistema, así como futuras revisiones y mantenimiento del mismo durante su período de operación.

El avance de estos trabajos se medirá según los m<sup>2</sup> y ml. de área replantada, y se aceptarán una vez que lo realizado en campo coincida con lo diseñado y plasmado en los respectivos planos, según las dimensiones de las franjas o parcelas a trazar, y de sus correspondientes

zanjas de anclaje. Dichas parcelas y zanjas deberán estar suficientemente demarcadas al finalizar esta etapa del Proyecto.

## **B. Movimiento de Tierras**

Según lo especificado en el capítulo correspondiente que aparece en este Informe, y de acuerdo a los planos de construcción.

Estos trabajos deberán ser efectuados por personal obrero bajo la dirección del Ingeniero encargado, contando para esto con herramientas básicas como picos, palas y rastrillos.

La geografía inclinada del terreno obliga a tener especial cuidado en cuanto a seguridad del personal para evitar caídas y aspiración de polvo, además de usar el equipo mínimo de seguridad (botas, casco, guantes, lentes de seguridad, mascarilla).

El material excavado de las zanjas de anclaje será empleado nuevamente para rellenar las zanjas una vez instaladas las mantas geosintéticas.

El material adicional como la tierra de chacra será preparado y colocado sobre el talud según especificaciones, debiendo cumplir con requisitos de calidad y fertilidad.

El avance de estos trabajos se medirá según los m<sup>2</sup> de área habilitada para sostener el Sistema de Control de Erosión, y se aceptarán una vez que lo realizado en campo coincida con lo diseñado y plasmado en los respectivos planos, según las dimensiones de las franjas o parcelas ya trazadas, y de sus correspondientes zanjas de anclaje. Dichas parcelas y zanjas deberán estar suficientemente señalizadas al finalizar esta etapa del Proyecto.

## **C. Instalación y Habilitación del Sistema de Control de Erosión**

Según lo especificado en el capítulo correspondiente que aparece en este Informe, y de acuerdo a los planos de construcción.

Estos trabajos deberán ser efectuados por personal obrero y personal especializado, pudiendo reemplazarse este último por personal entrenado por las compañías proveedoras de los productos geosintéticos, y bajo la dirección del Ingeniero encargado.

La geografía inclinada del terreno obliga a tener especial cuidado en cuanto a seguridad del personal para evitar caídas y aspiración de polvo, además de usar el equipo mínimo de seguridad (botas, casco, guantes, lentes de seguridad, mascarilla).

Las mantas geosintéticas serán colocadas según criterios y normas de diseño e instalación aprendidas de sus respectivas empresas comercializadoras. El material extra necesario para esta etapa deberá estar listo y según especificaciones.

El avance de estos trabajos se medirá según el número de parcelas instaladas y operativas con el Sistema de Control de Erosión, y se aceptarán una vez que lo realizado en campo coincida con lo diseñado y plasmado en los respectivos planos, según las dimensiones de las mantas geosintéticas, su sistema de fijación correspondiente, y el sistema de riego correspondiente, con un sub-sistema de abastecimiento de agua permanente o semi-permanente.

Al finalizar todas las obras, el área del proyecto deberá quedar totalmente libre de desmonte y material sobrante que no forme parte de los requerimientos del Sistema de Control de Erosión para mantenerse operativo.

Durante las obras se llevará a cabo y se mantendrá un control del costo, de la calidad, del tiempo, del alcance y de la seguridad de cada proceso de la obra, como parte de la gestión del proyecto.

## 3.2. TRAZO Y REPLANTEO EN CAMPO

### Alcance

Esta etapa comprende el replanteo topográfico y trazo de todas las parcelas y zanjas de anclaje que conforman el proyecto, en el talud designado del cerro aledaño a la UNI, así como el trazo de la línea de retorno desde la Poza N° 02 hasta la Poza N° 01, de acuerdo con la geometría, alineamientos y niveles especificados en los planos de construcción.

Comprende también el trazo de la línea de retorno, correspondiente al Sistema de Recirculación explicado en los capítulos *Estudios Básicos* y *Diseño del Sistema*, desde la poza superior (Poza N° 02), hasta la poza inferior (Poza N° 01), a través de los siguientes componentes o tramos: Tubería 01, Cuneta, Alcantarilla y Rápida, cuyas características serán definidas en futuras investigaciones o proyectos.

### Definiciones

Las expresadas en el *sub-capítulo 3.1 – Evaluación de Memoria Descriptiva y Especificaciones Técnicas*.

### Desarrollo

#### **A. Material, equipos y personal**

- Para esta etapa se necesita contar con cinta métrica, cordel, cal, adicionalmente equipo topográfico como teodolito o estación total y mira, si se quieren replantear puntos de coordenadas conocidas, o conocer las coordenadas de puntos ya existentes.
- Todos los equipos y herramientas deberán ser inspeccionados antes de empezar los trabajos, tanto por el jefe de grupo como por el Supervisor para comprobar su buen estado.
- En cuanto al personal, será suficiente 01 jefe de grupo y 02 ayudantes.

## **B. Consideraciones de seguridad**

- Aunque los trabajos de esta etapa se consideran de bajo riesgo, es recomendable utilizar equipo de protección personal (casco, guantes, lentes de seguridad, botas).
- De no estar los trabajadores en condiciones físicas o mentales apropiadas para laborar, informar inmediatamente al Supervisor.
- Deberán conocer y entender el presente procedimiento y los riesgos asociados al trabajo.
- El Supervisor deberá inspeccionar el área de trabajo antes del inicio de tareas, y corregir o tomar las medidas de control necesarias cuando se detecten irregularidades o problemas de seguridad.
- El Supervisor deberá inspeccionar también la preparación y disponibilidad de los trabajadores implicados en esta etapa, así como la presencia o no del equipo de protección personal necesario.

## **C. Consideraciones de trabajo**

- Los trabajos considerados en esta etapa incluyen el replanteo y demarcación de los ejes de todas las franjas o parcelas que forman parte del Sistema de Control de Erosión, así como de sus respectivas zanjas de anclaje.
- Los trabajos topográficos necesarios para el replanteo del sistema se efectuarán de acuerdo a la geometría, alineamientos y niveles especificados en los planos de construcción.
- La demarcación de las parcelas y zanjas de anclaje será mediante líneas demarcadas con cal.
- Al momento de hacer el replanteo, verificar la inclinación de la vía que se apoya en el talud, con el fin de comprobar que la caída de nivel facilite la circulación de agua en el sistema de riego a construir más adelante. (ver planos de construcción para mayor detalle).
- El trazo de la línea de retorno desde la Poza N° 02 hasta la Poza N° 01, se efectuará de manera similar.

### **Modo de Aceptación**

El modo de aceptación es cumpliendo con replantear las 3 parcelas del diseño del proyecto y sus respectivas zanjas de anclaje, así como la mencionada línea de retorno. Las dimensiones replanteadas deberán guardar concordancia con los planos de construcción y los diseños del Sistema de Control de Erosión.

### **Responsabilidades**

Los miembros del Grupo N° 01, encargado de este proyecto, están a cargo de los trabajos de esta etapa y son responsables de los resultados finales de éstos.

La Supervisión es responsable de la correcta ejecución de los trabajos de esta etapa.

### 3.3. MOVIMIENTO DE TIERRAS

#### **Alcance**

Esta etapa comprende la excavación de las zanjas de anclaje y el perfilado y limpieza del talud que comprende todo el Sistema de Control de Erosión, siguiendo los trazos terminados en la etapa anterior de Trazo y Replanteo. La limpieza del talud se refiere a retirar la mayor cantidad posible de piedras y/o rocas que pudieran dificultar el crecimiento de raíces de la vegetación a colocarse más adelante en este proyecto, sin comprometer la estabilidad general del talud.

#### **Definiciones**

Las expresadas en el *sub-capítulo 3.1 – Evaluación de Memoria Descriptiva y Especificaciones Técnicas*.

#### **Desarrollo**

##### **A. Material, equipos y personal**

- Para esta etapa se necesita contar con herramientas de mano como picos, palas y barretas.
- Todos los equipos y herramientas deberán ser inspeccionados antes de empezar los trabajos, tanto por el jefe de grupo como por el Supervisor para comprobar su buen estado.
- En cuanto al personal, será suficiente 01 jefe de grupo y 02 ayudantes por parcela.

##### **B. Consideraciones de seguridad**

- Aunque los trabajos de esta etapa se consideran de bajo riesgo, es recomendable utilizar equipo de protección personal (casco, guantes, lentes de seguridad, botas con puntera de acero).
- De no estar los trabajadores en condiciones físicas o mentales apropiadas para laborar, informar inmediatamente al Supervisor.
- Deberán conocer y entender el presente procedimiento y los riesgos asociados al trabajo.
- El Supervisor deberá inspeccionar el área de trabajo antes del inicio de tareas, y corregir o tomar las medidas de control

necesarias cuando se detecten irregularidades o problemas de seguridad.

- El Supervisor deberá inspeccionar también la preparación y disponibilidad de los trabajadores implicados en esta etapa, así como la presencia o no del equipo de protección personal necesario.

### **C. Consideraciones de trabajo**

- Los trabajos considerados en esta etapa incluyen la excavación de las zanjas de anclaje y la limpieza del talud que comprende todo el Sistema de Control de Erosión, siguiendo los trazos terminados en la etapa anterior de Trazo y Replanteo.
- Las zanjas de anclaje para las 3 parcelas del Sistema serán de sección cuadrada de 0.30m x 0.30m para la Parcela N° 01, y de 0.15m x 0.15m para las Parcelas N° 02 y 03. La longitud es variable según cada parcela.
- La distancia desde el borde del talud hasta el borde más cercano de la zanja será de 0.50m como mínimo para las Parcelas N° 01 y 02, y de 0.60m como mínimo para la Parcela N° 03. (ver planos de corte de cada manta geosintética en la sección Anexos 03)
- El material excavado de las zanjas de anclaje será acumulado a un lado de las mismas zanjas o en un lugar cercano donde no dificulte el tránsito de personal o vehículos, ni los demás trabajos del proyecto. Este material excavado será empleado nuevamente para rellenar las zanjas de anclaje una vez instaladas las mantas geosintéticas.
- El perfilado y limpieza del talud consiste en retirar de éste, sin comprometer su estabilidad general, la mayor cantidad posible de piedras y/o rocas que pudieran dificultar el crecimiento de raíces de la vegetación a colocarse más adelante en este proyecto, o prevenir al manto de hacer contacto directo y firme con la superficie del talud. En general se trató de limpiar el talud de piedras mayores de 20 cm o un palmo de tamaño aproximadamente.

- El material sobrante de la limpieza del talud no se volverá a utilizar en este proyecto, y deberá ser eliminado del área de influencia de la obra o aprovechado como relleno en áreas cercanas si lo necesitaran.

### **Modo de Aceptación**

El modo de aceptación es cumpliendo con perfilar y limpiar de piedras las 3 parcelas del diseño del proyecto, y con excavar sus respectivas zanjas de anclaje. El área perfilada deberá mantener la inclinación promedio que presentaba antes de iniciar estos trabajos.

### **Responsabilidades**

Los miembros del Grupo N° 01, encargado de este proyecto, están a cargo de los trabajos de esta etapa y son responsables de los resultados finales de éstos.

La Supervisión es responsable de la correcta ejecución de los trabajos de esta etapa.

### 3.4. INSTALACIÓN Y HABILITACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE EROSIÓN

#### 3.4.1. GEOMANTA

##### GEOMANTA MACMAT L ® - PARCELA N° 01

##### Alcances

Esta etapa comprende la instalación y habilitación del Sistema de Control de Erosión en la Parcela N° 01, la cual, como está definido en el capítulo *Diseño del Sistema*, empleará la manta geosintética **MacMat L ®**, Geomanta distribuida y donada para la ejecución de este proyecto por la empresa *Maccaferri Perú*.



Figura 3.4.1.1: Geomanta MacMat L ® de *Maccaferri Perú*.

Los trabajos de esta etapa incluyen la colocación de tierra de chacra con los aditivos que sean necesarios y en las capas requeridas, así como la cobertura de Geomanta en la cantidad necesaria para cubrir la Parcela asignada, y con los elementos de fijación al talud y anclaje necesarios.

##### Definiciones

- **Parcela N° 01:** Franja de talud de 5.8m de ancho x 10.5m de longitud inclinada (considerando ancho de rollo de la manta y traslapes necesarios) donde se instalará la Geomanta MacMat L ® y que será revegetada, formando parte del Sistema de Control de Erosión.
- **Zanja de anclaje N° 01:** Zanja de sección cuadrada de 0.30 x 0.30 m y longitud igual al ancho de la Parcela N° 01. Es excavada en el borde horizontal superior de la parcela, con el propósito de fijar en ella un

extremo de la Geomanta utilizada, evitando su deslizamiento a lo largo del talud.

- **MacMat:** Es una geomanta tridimensional compuesta por monofilamentos de polipropileno fundidos en los puntos de contacto para generar una matriz dimensionalmente fija usada en control de erosión del suelo por el viento, la lluvia, la escorrentía superficial o inundaciones. Es un producto permanente de control de erosión que es estable a la exposición de los rayos UV. La composición a base de fibras sintéticas de polipropileno del MacMat, lo hace no degradable e inerte a las interacciones del medio natural. (fuente: MacMat – Descripción general, Maccaferri Perú)
- **Pasto Braquiaria (Brachiaria Brizantha):** Tal como se definió en el *Capítulo 2.1 – Estudios Básicos*, la especie vegetal que mejor se adapta a las condiciones del área física del proyecto es la especie Brachiaria Brizantha, una gramínea promisorio para el trópico que puede crecer desde el nivel del mar hasta los 1,800 m.s.n.m., de fácil adaptación a los ecosistemas que existen en el Perú.

Tabla 3.4.1.1: Especificaciones de la Geomanta MacMat L ®

<b>Propiedades Físicas</b>		
Espesor nominal (mm)	ABNT NBR 12569	10
	ASTM D 5199	10
Gramaje (g/m <sup>2</sup> )	ABNT NBR 12568	520
	ASTM D 5261	520
Índice de vacíos (%)		>90
Espesor del filamento (mm)		0.65
Color		Negro
Polímero		Polipropileno
Peso específico del polímero (g/m <sup>3</sup> )	ASTM D 792	905
Punto de fusión del polímero (°C)	ASTM D 1505	150
Resistencia UV del polímero	ASTM D 4355	Estabilizado

Continúa Tabla 3.4.1.1...

### Propiedades Mecánicas

Resistencia a la tracción longitudinal (kN/m)	ABNT NBR 12824	3.00
	ASTM D 4595	3.00
Elongación a la rotura (%)	ABNT NBR 12824	64
	ASTM D 4595	64
Resistencia a la tracción transversal (kN/m)	ABNT NBR 12824	1.20
	ASTM D 4595	1.20
Elongación a la rotura (%)	ABNT NBR 12824	57
	ASTM D 4595	57

### Presentación del rollo

Ancho (m)		2.0
Largo (m)		50.0
Área (m <sup>2</sup> )		100.0
Diámetro promedio (m)		0.70
Peso (kg)		52.0

### Desarrollo

#### A. Material, equipos y personal

- Para esta etapa se necesita contar con 1 o más rollos de Geomanta MacMat L ® de manera que sea suficiente para cubrir toda el área de la parcela asignada (Parcela N° 01), es decir que el área a cubrir será de 69.0 m<sup>2</sup> (talud más zanja de anclaje), según diseño y considerando traslapes longitudinales.
- Se necesitará también 2 tramos de soga de no menos de 15.0m que servirán como línea de vida cuando se realicen labores en el talud, además de 2 rastrillos para mezclar la tierra de chacra con el Compost.
- Se deberán habilitar estacas de fijación en cantidad suficiente para mantener la geomanta siempre cerca de la superficie de tierra. Estas estacas podrán ser de fierro corrugado de ¼", cada una de 40.0 cm de longitud dobladas en forma de "L".

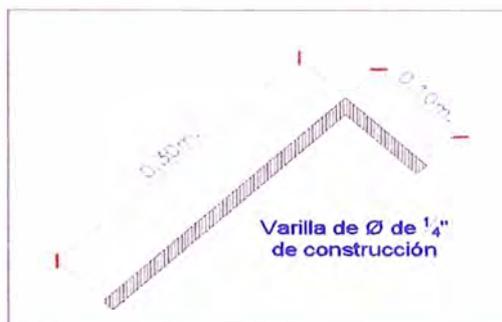


Figura 3.4.1.2: Detalle de estaca de fijación para Geomanta MacMat L

- La tierra de chacra que cubrirá el talud para lograr la fertilidad necesaria para el crecimiento de la vegetación, deberá estar lista y en cantidad suficiente para distribuirla sobre el talud con una primera capa de 10.0 cm. de espesor. Posteriormente encima de la geomanta se colocará una segunda capa similar de tierra de chacra con un espesor de 2.0 cm.
- Para mejorar la fertilidad de la tierra de chacra se empleará Compost en la proporción de 1.5 kg por m<sup>2</sup> de superficie cubierta con tierra de chacra.
- Las semillas de pasto del tipo *Brachiaria Brizantha* a ser empleadas (ver definición en ítem *Definiciones*), deberán estar listas para ser distribuidas sobre ambas capas de tierra de chacra, y en la proporción de 20.0 g/m<sup>2</sup> (según recomendación de Ing. Agrónomo especialista y técnicos de Maccaferri Perú).
- No se requieren equipos especiales para la instalación de la biomanta, sin embargo las herramientas que pudieran usarse deberán ser inspeccionados antes de empezar los trabajos, tanto por el jefe de grupo como por el Supervisor para comprobar su buen estado.
- En cuanto al personal, será suficiente 01 jefe de grupo y 04 ayudantes no calificados por parcela.

Tabla 3.4.1.2: Cantidades suficientes de material para esta etapa del proyecto.

Material	Und.	Cantidad
Geomanta MacMat L ®	m. (roll.)	37.05 (0.74)
Área a cubrir con geomanta	m <sup>2</sup>	71.6
Área a revegetar (5.80 x 10.50 m)	m <sup>2</sup>	60.9
Estacas de fijación (3 und/m <sup>2</sup> )	und.	215.0
Tierra de chacra (área x espesor 12 cm)	m <sup>3</sup>	7.5
Compost (1.5 Kg/m <sup>2</sup> )	Kg.	92.0
Semillas <i>Brachiaria Brizantha</i> (20.0 g/m <sup>2</sup> )	g.	1,218.0

### B. Consideraciones de seguridad

- Al ser un trabajo que se realiza en un talud empinado utilizando un material moderadamente pesado, será necesario que los trabajadores tomen precauciones para evitar caídas o resbalones, pudiendo emplear una línea de vida o soga con arnés instalada en la cintura del trabajador que desciende por el talud, y sujeta en el otro extremo por un trabajador en la parte superior del talud. Es necesario utilizar equipo de protección personal (casco, guantes, lentes de seguridad, botas con puntera de acero, mascarilla anti-polvo).
- De no estar los trabajadores en condiciones físicas o mentales apropiadas para laborar, informar inmediatamente al Supervisor.
- Deberán conocer y entender el presente procedimiento y los riesgos asociados al trabajo.
- El Supervisor deberá inspeccionar el área de trabajo antes del inicio de tareas, y corregir o tomar las medidas de control necesarias cuando se detecten irregularidades o problemas de seguridad.
- El Supervisor deberá inspeccionar también la preparación y disponibilidad de los trabajadores implicados en esta etapa, así como la presencia o no del equipo de protección personal necesario.

### C. Consideraciones de trabajo

- Los trabajos considerados en esta etapa incluyen la preparación y colocación de tierra de chacra mezclada con Compost sobre el talud de la Parcela N° 01 para mejorar la fertilidad del suelo, la colocación de semillas de pasto del tipo *Brachiaria Brizantha*, y la instalación de la geomanta MacMat L ® de Maccaferri Perú.
- La tierra de chacra se colocará sobre la Parcela N° 01 en una primera capa de 10.0 cm de espesor, siendo mezclada con Compost en la proporción de 1.5 kg/m<sup>2</sup> para mejorar su fertilidad. Para llevar a cabo esta mezcla se pueden emplear herramientas simples como rastrillos. Esta labor la podrá realizar mejor algún personal con experiencia en jardinería.
- Para controlar el espesor de la tierra de chacra se puede emplear piedras pequeñas de la zona elevadas con tierra hasta 10.0 cm de altura y marcadas con cal (en forma similar a un tarrajeo), o también utilizando las estacas de fijación previamente habilitadas como se describe en el ítem A. *Material, equipos y personal*, clavándolas en el talud en esquema de cuadrícula de 1.0 x 1.0 m, y realizando en ellas una marca a 10.0 cm de altura desde la superficie del suelo. El nivel de la capa de tierra de chacra no deberá sobrepasar esta marca, aunque no es necesario lograr un espesor exacto sino aproximado.
- Una vez terminado de colocar toda la primera capa de tierra de chacra, se retiran las estacas y se acomodan, listas para su próximo uso. En caso se haya utilizado piedras pequeñas es preferible, mas no necesario, retirarlas del talud.
- Para realizar la mezcla con Compost en la proporción de 1.5 kg/m<sup>2</sup> para mejorar la fertilidad de la tierra de chacra, se procede a demarcar una cuadrícula de 1.0 m<sup>2</sup>, marcando puntos con cal cada 1.0m en los lados de la parcela y no sobre ésta para evitar remover la capa de tierra de chacra. Seguidamente se colocan cúmulos de 1.5 Kg de Compost en cada sección de 1.0m x 1.0m utilizando un recipiente previamente graduado y empleando la línea de vida o sogas para seguridad durante el descenso por el

talud. A continuación se realiza la mezcla de tierra de chacra con Compost empleando herramientas simples como rastrillos. Esta labor la podrá realizar mejor algún personal con experiencia en jardinería.

- Las semillas de pasto *Brachiaria* serán distribuidas sobre la capa de tierra de chacra, y en la proporción de  $20.0 \text{ g/m}^2$ , distribuyendo 2/3 partes de esta proporción en la primera capa de tierra de chacra, y 1/3 parte en la segunda capa, y valiéndose de la misma cuadrícula empleada para colocar el Compost

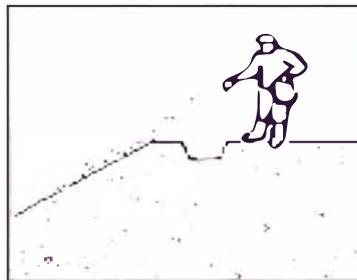


Figura 3.4.1.3: Colocación de semillas sobre primera capa de tierra de chacra en el talud.

- Finalizada la colocación de semillas se procede a instalar la geomanta MacMat L, colocándola primero en el fondo y a lo largo de la zanja de anclaje de manera uniforme, y fijándola con estacas, clavadas con la ayuda de una comba, al menos cada 1.0 m.

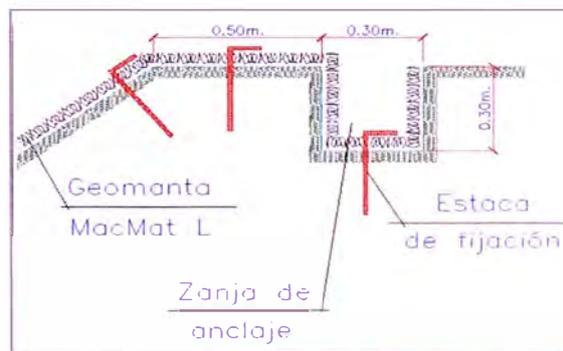


Figura 3.4.1.4: Esquema de zanja de anclaje y estacas para geomanta MacMat L.

- Una vez fija la geomanta, se procede a instalarla sobre el talud, desenrollándola desde arriba hacia abajo. Para esto se requiere de un trabajador en cada extremo del rollo, ambos con una línea de vida o soga con arnés instalada en su cintura, y sujeta en el otro extremo cada una por un trabajador en la parte superior del talud, quien mantendrá tensa la línea de vida, tirando o soltando según se requiera durante el descenso del trabajador con el rollo.
- Cuando se llegue al borde inferior del talud se deberá cortar la geomanta, si así se requiere, con tijeras o cuchilla, y enterrarla en una pequeña zanja de anclaje similar a la zanja superior.

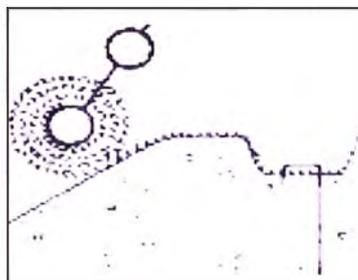


Figura 3.4.1.5: Colocación de rollo de geomanta sobre talud.

- Para asegurar y/o mejorar el contacto entre la geomanta MacMat L y el suelo, será necesario colocar estacas de fijación previamente habilitadas como se describe en el ítem A. *Material, equipos y personal*, clavándolas en esquema de filas intercaladas y aproximadamente 3 estacas cada 1 m<sup>2</sup>.

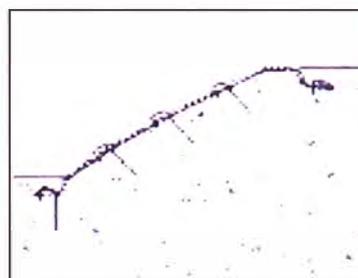


Figura 3.4.1.6: Estacas de fijación a lo largo del talud.

- El traslape entre rollos adyacentes de geomanta MacMat L a lo largo del talud será de al menos 10.0 cm, y deberá contener una línea de estacas.

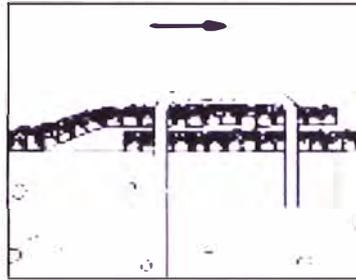


Figura 3.4.1.7: Traslape entre rollos adyacentes de geomanta.

- Seguidamente se rellena la zanja de anclaje superior con el mismo material que se excavó de ella, con una compactación manual simple.

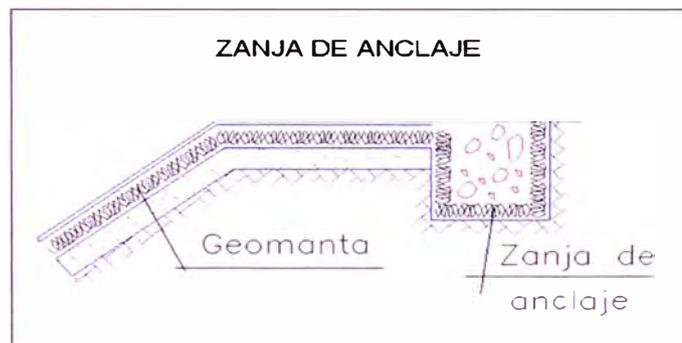


Figura 3.4.1.8: Detalle de zanja de anclaje y geomanta MacMat.

- Luego de verificar que la geomanta y el suelo están en suficiente contacto en toda el área de la parcela, se procederá a colocar la segunda capa de tierra de chacra sobre la geomanta, con un espesor de 2.0 cm. Esta capa de tierra de chacra también deberá estar mezclada con Compost en la proporción de 1.5 kg/m<sup>2</sup> para mejorar su fertilidad.

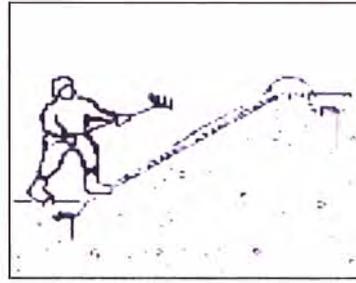


Figura 3.4.1.9: Mezcla de segunda capa de tierra de chacra y compost sobre el talud.

- Distribuir semillas de pasto *Brachiaria* sobre esta segunda capa de tierra de chacra en la proporción de  $7.0 \text{ g/m}^2$  (correspondiente a  $1/3$  de la proporción total de  $20 \text{ g/m}^2$  para esta segunda capa).

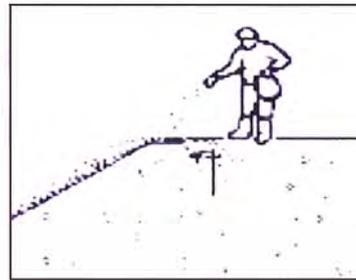


Figura 3.4.1.10: Colocación de semillas sobre segunda capa de tierra de chacra en el talud.

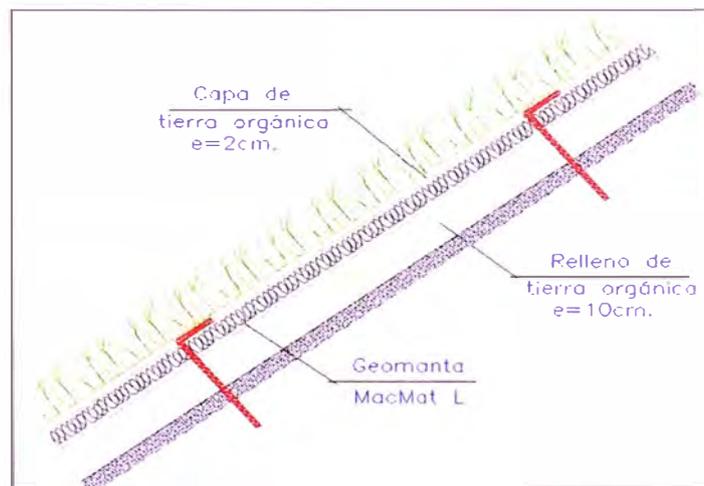


Figura 3.4.1.11: Esquema de instalación de Geomanta MacMat L

®.

- Terminada la instalación de la geomanta MacMat L, la Parcela N° 01 estará lista para ser regada según como se especifica en el próximo sub-capítulo 3.4.3. *Sistema de Riego*.

### **Modo de Aceptación**

El modo de aceptación es cumpliendo con instalar la geomanta MacMat L en toda la parcela designada (Parcela N° 01), incluyendo el sistema de estacas de fijación, la tierra de chacra con semillas para la vegetación, y sistema de zanja de anclaje.

### **Responsabilidades**

Los miembros del Grupo N° 01, encargado de este proyecto, están a cargo de los trabajos de esta etapa y son responsables de los resultados finales de éstos.

La Supervisión es responsable de la correcta ejecución de los trabajos de esta etapa.

## GEOMANTA ECOMATRIX – PARCELA N° 03

### Alcances

Esta etapa comprende la instalación y habilitación del Sistema de Control de Erosión en la Parcela N° 03, la cual, como está definido en el capítulo *Diseño del Sistema*, empleará la manta geosintética **Ecomatrix**, Geomanta distribuida y donada para la ejecución de este proyecto por la empresa *Amanco del Perú S.A.*.



Figura 3.4.1.12: Geomanta Ecomatrix de *Amanco del Perú*.

Los trabajos de esta etapa incluyen la colocación de tierra de chacra con los aditivos que sean necesarios y en las capas requeridas, así como la cobertura de Geomanta en la cantidad necesaria para cubrir la Parcela asignada, y con los elementos de fijación al talud y anclaje necesarios.

### Definiciones

- **Parcela N° 03:** Franja de talud de 7.58m de ancho x 11.1m de longitud inclinada (considerando ancho de rollo de la manta y traslapes necesarios) donde se instalará la Geomanta Ecomatrix y que será revegetada, formando parte del Sistema de Control de Erosión.
- **Zanja de anclaje N° 03:** Zanja de sección cuadrada de 0.15 x 0.15 m y longitud igual al ancho de la Parcela N° 03. La zanja de anclaje es excavada en el borde horizontal superior de la parcela, con el propósito de fijar en ella un extremo de la Geomanta utilizada, evitando su deslizamiento a lo largo del talud.

- **Ecomatrix (Open Wave Textile, OWT):** Manto integrado por cintas naturales o sintéticas, tejidas dentro de una matriz bidimensional. Es una malla de polipropileno de apariencia natural, color verde y de alta resistencia que protege la superficie del suelo de la erosión producida por eventos naturales como lluvias y vientos, ofreciendo a su vez sombrero parcial y almacenamiento de calor para así favorecer el desarrollo de la vegetación. Ecomatrix ha sido diseñada para mantener las semillas y el suelo orgánico en su lugar hasta que la vegetación crezca. (fuente: Presentación Mantos Temporales – Geosintéticos Pavco)
- **Pasto Braquiaria (Brachiaria Brizantha):** Tal como se definió en el *Capítulo 2.1 – Estudios Básicos*, la especie vegetal que mejor se adapta a las condiciones del área física del proyecto es la especie *Brachiaria Brizantha*, una gramínea promisorio para el trópico que puede crecer desde el nivel del mar hasta los 1,800 m.s.n.m., de fácil adaptación a los ecosistemas que existen en el Perú.

Tabla 3.4.1.3: Especificaciones de la Geomanta Ecomatrix.

<b>Propiedades Físicas</b>		
Tamaño de apertura (mm)	Medido	2.0 x 5.0
Absorción de Humedad (%)	ASTM D 570	0.01
<b>Propiedades Mecánicas</b>		
Resistencia a la tracción longitudinal (N/m)	ASTM D 4632	280
Elongación a la rotura (%)	ASTM D 4632	140
Resistencia a la tracción transversal (N/m)	ASTM D 4632	210
Elongación a la rotura (%)	ASTM D 4632	60
<b>Presentación del rollo</b>		
Ancho (m)		3.84
Largo (m)		300.0
Área (m <sup>2</sup> )		1,152.0
Peso (kg)		80.0

## Desarrollo

### A. Material, equipos y personal

- Para esta etapa se necesita contar con 1 o más rollos de Geomanta Ecomatrix de manera que sea suficiente para cubrir toda el área de la parcela asignada (Parcela N° 03), es decir que el área a cubrir será de 96.0 m<sup>2</sup> (talud más zanja de anclaje), según diseño y considerando traslapes longitudinales.
- Se necesitará también 2 tramos de sogas de no menos de 15.0m que servirán como línea de vida cuando se realicen labores en el talud, además de 2 rastrillos para mezclar la tierra de chacra con el Compost.
- Se deberán habilitar estacas de fijación en cantidad suficiente para mantener la geomanta siempre cerca de la superficie de tierra. Estas estacas podrán ser de madera (longitud de 20-45 cm y ancho de cabeza de 38.0 mm como mínimo), o de fierro corrugado (de ¼" y 40.0 cm de longitud dobladas en forma de "L").

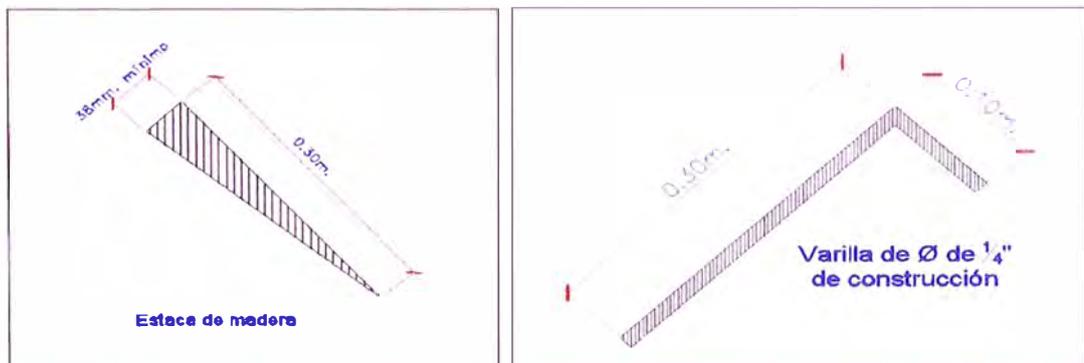


Figura 3.4.1.13: Detalle de estacas de fijación para Geomanta Ecomatrix

- La tierra de chacra que cubrirá el talud para lograr la fertilidad necesaria para el crecimiento de la vegetación, deberá estar lista y en cantidad suficiente para distribuirla sobre el talud con una capa de 10.0 cm. de espesor.
- Para mejorar la fertilidad de la tierra de chacra se empleará Compost en la proporción de 1.5 kg por m<sup>2</sup> de superficie cubierta con tierra de chacra.

- Las semillas de pasto del tipo *Brachiaria Brizantha* a ser empleadas (ver definición en ítem *Definiciones*), deberán estar listas para ser distribuidas sobre la capa de tierra de chacra, y en la proporción de 20.0 g/m<sup>2</sup> (según recomendación de Ing. Agrónomo especialista).
- No se requieren equipos especiales para la instalación de la geomanta, sin embargo las herramientas que pudieran usarse deberán ser inspeccionados antes de empezar los trabajos, tanto por el jefe de grupo como por el Supervisor para comprobar su buen estado.
- En cuanto al personal, será suficiente 01 jefe de grupo y 04 ayudantes no calificados por parcela.

Tabla 3.4.1.4: Cantidades suficientes de material para esta etapa del proyecto.

Material	Und.	Cantidad
Geomanta Ecomatrix	m. (roll.)	25.20 (0.09)
Área a cubrir con geomanta	m <sup>2</sup>	95.5
Área a revegetar (7.58 x 11.10 m)	m <sup>2</sup>	84.1
Estacas de fijación (3 und/m <sup>2</sup> )	und.	290.0
Tierra de chacra (área x espesor 10 cm)	m <sup>3</sup>	8.5
Compost (1.5 Kg/m <sup>2</sup> )	Kg.	127.0
Semillas <i>Brachiaria Brizantha</i> (20.0 g/m <sup>2</sup> )	g.	1,682.0

### B. Consideraciones de seguridad

- Al ser un trabajo que se realiza en un talud empinado utilizando un material moderadamente pesado, será necesario que los trabajadores tomen precauciones para evitar caídas o resbalones, pudiendo emplear una línea de vida o sogas con arnés instalada en la cintura del trabajador que desciende por el talud, y sujeta en el otro extremo por un trabajador en la parte superior del talud. Es necesario utilizar equipo de protección personal (casco, guantes, lentes de seguridad, botas con puntera de acero, mascarilla anti-polvo).

- De no estar los trabajadores en condiciones físicas o mentales apropiadas para laborar, informar inmediatamente al Supervisor.
- Deberán conocer y entender el presente procedimiento y los riesgos asociados al trabajo.
- El Supervisor deberá inspeccionar el área de trabajo antes del inicio de tareas, y corregir o tomar las medidas de control necesarias cuando se detecten irregularidades o problemas de seguridad.
- El Supervisor deberá inspeccionar también la preparación y disponibilidad de los trabajadores implicados en esta etapa, así como la presencia o no del equipo de protección personal necesario.

### C. Consideraciones de trabajo

- Los trabajos considerados en esta etapa incluyen la preparación y colocación de tierra de chacra mezclada con Compost sobre el talud de la Parcela N° 03 para mejorar la fertilidad del suelo, la colocación de semillas de pasto del tipo *Brachiaria Brizantha*, y la instalación de la geomanta Ecomatrix de *Amanco del Perú*.
- La tierra de chacra se colocará sobre la Parcela N° 03 en una capa de 10.0 cm de espesor.
- Para controlar el espesor de la tierra de chacra se puede emplear piedras pequeñas de la zona elevadas con tierra hasta 10.0 cm de altura y marcadas con cal (en forma similar a un tarrajeo), o también utilizando las estacas de fijación previamente habilitadas como se describe en el ítem A. *Material, equipos y personal*, clavándolas en el talud en esquema de cuadrícula de 1.0 x 1.0 m, y realizando en ellas una marca a 10.0 cm de altura desde la superficie del suelo. El nivel de la capa de tierra de chacra no deberá sobrepasar esta marca, aunque no es necesario lograr un espesor exacto sino aproximado.
- Una vez terminado de colocar toda la capa de tierra de chacra, se retiran las estacas y se acomodan, listas para su próximo uso. En caso se haya utilizado piedras pequeñas es preferible, mas no necesario, retirarlas del talud

- Para realizar la mezcla con Compost en la proporción de  $1.5 \text{ kg/m}^2$  para mejorar la fertilidad de la tierra de chacra, se procede a demarcar una cuadrícula de  $1.0 \text{ m}^2$ , marcando puntos con cal cada  $1.0\text{m}$  en los lados de la parcela y no sobre ésta para evitar remover la capa de tierra de chacra. Seguidamente se colocan cúmulos de  $1.5 \text{ Kg}$  de Compost en cada sección de  $1.0\text{m} \times 1.0\text{m}$  utilizando un recipiente previamente graduado y empleando la línea de vida o sogá para seguridad durante el descenso por el talud. A continuación se realiza la mezcla de tierra de chacra con Compost empleando herramientas simples como rastrillos. Esta labor la podrá realizar mejor algún personal con experiencia en jardinería.
- Las semillas de pasto *Brachiaria* serán distribuidas sobre la capa de tierra de chacra, y en la proporción de  $20.0 \text{ g/m}^2$ , distribuyéndolas en forma homogénea y valiéndose de la misma cuadrícula empleada para colocar el Compost.

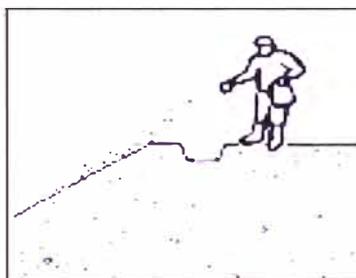


Figura 3.4.1.14: Colocación de semillas sobre primera capa de tierra de chacra en el talud.

- Finalizada la colocación de semillas se procede a instalar la geomanta, colocándola primero en el fondo y a lo largo de la zanja de anclaje de manera uniforme, y fijándola con estacas, clavadas con la ayuda de una comba, cada  $0.25 \text{ m}$  aproximadamente.
- Seguidamente se rellena la zanja de anclaje con el mismo material que se excavó de ella, con una compactación manual simple.

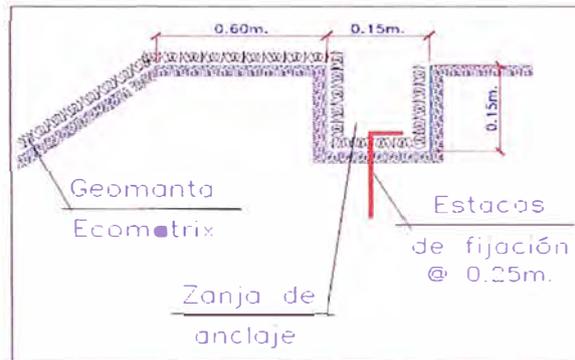


Figura 3.4.1.15: Detalle de zanja de anclaje y geomanta Ecomatrix.

- Una vez fija la geomanta, se procede a instalarla sobre el talud, desenrollándola desde arriba hacia abajo. Para esto se requiere de un trabajador en cada extremo del rollo, ambos con una línea de vida o soga con arnés instalada en su cintura, y sujeta en el otro extremo cada una por un trabajador en la parte superior del talud, quien mantendrá tensa la línea de vida, tirando o soltando según se requiera durante el descenso del trabajador con el rollo.
- Cuando se llegue al borde inferior del talud se deberá cortar la geomanta, si así se requiere, con tijeras o cuchilla, y enterrarla en una pequeña zanja de anclaje similar a la zanja superior.

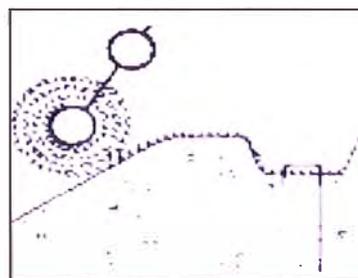
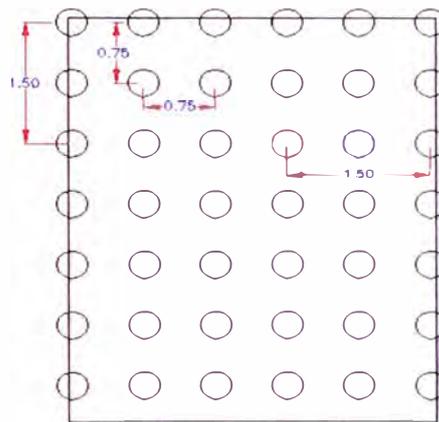


Figura 3.4.1.16: Colocación de rollo de geomanta sobre talud.

- Para asegurar y/o mejorar el contacto entre la geomanta Ecomatrix y el suelo, será necesario colocar estacas de fijación previamente habilitadas como se describe en el ítem A. *Material, equipos y personal*, clavándolas en esquema de filas intercaladas y aproximadamente 3 estacas cada 1 m<sup>2</sup>.



3 estacas por m<sup>2</sup>

Figura 3.4.1.17: Esquema de colocación de estacas para la geomanta Ecomatrix.

- El traslape entre rollos adyacentes de geomanta Ecomatrix a lo largo del talud o transversalmente será de al menos 7.5 cm, y deberá contener una línea de estacas espaciadas cada 0.30 m aproximadamente. Además la sección de manta superior deberá ir por encima de la sección inferior en el talud.

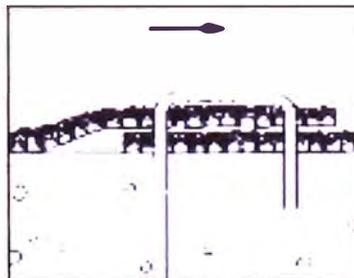


Figura 3.4.1.18: Traslape entre rollos adyacentes de geomanta.

- Terminada la instalación de la geomanta Ecomatrix, la Parcela N° 03 estará lista para ser regada según como se especifica en el próximo sub-capítulo 3.4.3. *Sistema de Riego*.

**NOTA:** Debido a que no se contó con este material en obra, no se pudo realizar la construcción de esta etapa.

### **Modo de Aceptación**

El modo de aceptación es cumpliendo con instalar la geomanta Ecomatrix en toda la parcela designada (Parcela N° 03), incluyendo el sistema de estacas de fijación, la tierra de chacra con semillas para la vegetación, y sistema de zanja de anclaje.

### **Responsabilidades**

Los miembros del Grupo N° 01, encargado de este proyecto, están a cargo de los trabajos de esta etapa y son responsables de los resultados finales de éstos.

La Supervisión es responsable de la correcta ejecución de los trabajos de esta etapa.

### 3.4.2. BIOMANTA

#### Alcances

Esta etapa comprende la instalación y habilitación del Sistema de Control de Erosión en la Parcela N° 02, la cual, como está definido en el capítulo *Diseño del Sistema*, empleará la manta geosintética **NAG SC-150**, Biomanta distribuida y donada para la ejecución de este proyecto por la empresa *Tecnología de Materiales*.

Los trabajos de esta etapa incluyen la colocación de tierra de chacra con los aditivos que sean necesarios y en las capas requeridas, así como la cobertura de Biomanta NAG SC-150 en la cantidad necesaria para cubrir la Parcela asignada, y con los elementos de fijación al talud y anclaje necesarios.

#### Definiciones

- **Parcela N° 02:** Franja de talud de 5.90m de ancho x 9.9m de longitud inclinada (considerando ancho de rollo de la manta y traslapes necesarios) donde se instalará la Biomanta NAG SC-150 y que será revegetada, formando parte del Sistema de Control de Erosión.
- **Zanja de anclaje N° 02:** Zanja de sección cuadrada de 0.15 x 0.15 m y longitud igual al ancho de la Parcela N° 02. La zanja de anclaje es excavada en el borde horizontal superior de la parcela, con el propósito de fijar en ella un extremo de la Biomanta NAG SC-150 utilizada, evitando su deslizamiento a lo largo del talud.
- **NAG SC-150:** Es una manta de la marca *North American Green* para el control de la erosión consistente en una esterilla fabricada a máquina con una matriz de 70% de paja agrícola y 30% de fibra de coco, con una longevidad funcional de hasta 24 meses. Esta manta deberá estar cubierta, por encima con un entrelazado de polipropileno fotodegradable pesado, que contenga aditivos contra la luz ultravioleta para retardar su rompimiento, y por debajo con un entrelazado de polipropileno fotodegradable, liviano. La manta deberá estar cosida cada 1.50 pulgadas (3.81 cm.) de puntada a puntada con hilo degradable. (fuente: NAG SC-150 – Especificaciones técnicas, Tecnología de Materiales S.A.)

- **Pasto Braquiaria (Brachiaria Brizantha):** Tal como se definió en el *Capítulo 2.1 – Estudios Básicos*, la especie vegetal que mejor se adapta a las condiciones del área física del proyecto es la especie *Brachiaria Brizantha*, una gramínea promisorio para el trópico que puede crecer desde el nivel del mar hasta los 1,800 m.s.n.m., de fácil adaptación a los ecosistemas que existen en el Perú.

Tabla 3.4.2. 1: Especificaciones del NAG SC-150

<b>Propiedades Físicas</b>		
Espesor (mm)	ASTM D 5199 / ECTC	8.64
Elasticidad (%)	ECTC	75
Masa por unidad de área (g/m <sup>2</sup> )	ASTM D 6475	424
Absorción de agua (%)	ASTM D 1117 / ECTC	200
Rigidez/Flexibilidad (mg-cm)	ASTM D 1388 / ECTC	12,397
Penetración de luz (%)	ECTC	11.70

<b>Composición del material</b>		
Red de arriba (peso aprox. 1.47 Kg/100m <sup>2</sup> )	Pesada, fotodegradable, con aditivos contra los rayos UV.	
Red de abajo (peso aprox. 0.73 Kg/100m <sup>2</sup> )	Liviana, fotodegradable.	
Matriz	70% fibra de paja (0.19 Kg/m <sup>2</sup> ) 30% fibra de coco (0.08 Kg/m <sup>2</sup> )	
Hilo	Degradable	

<b>Propiedades Mecánicas</b>		
Resistencia a la tensión MD (KN/m)	ASTM D 5035	4.10
Elongación MD (%)	ASTM D 5035	28.00
Resistencia a la tensión TD (KN/m)	ASTM D 5035	2.22
Elongación TD (%)	ASTM D 5035	23.10

Continúa Tabla 3.4.2.1...

**Presentación del rollo**

Ancho (m)		2.03
Largo (m)		32.92
Área (m <sup>2</sup> )		66.89
Peso (kg)		19.95 ± 10%

**Desarrollo**

**A. Material, equipos y personal**

- Para esta etapa se necesita contar con 1 o más rollos de Biomanta NAG SC-150 de manera que sea suficiente para cubrir toda el área de la parcela asignada (Parcela N° 02), es decir que el área a cubrir será de 71.6 m<sup>2</sup> (talud más zanja de anclaje), según diseño y considerando traslapes longitudinales.
- Se necesitará también 2 tramos de soga de no menos de 15.0m que servirán como línea de vida cuando se realicen labores en el talud, además de 2 rastrillos para mezclar la tierra de chacra con el compost.
- Se deberán habilitar estacas de fijación en cantidad suficiente (ver capítulo *Diseño del Sistema*) para mantener la biomanta siempre cerca de la superficie de tierra. Estas estacas podrán ser de fierro corrugado de ¼" o de madera, cada una de 32.5 cm de longitud dobladas en forma de "U".

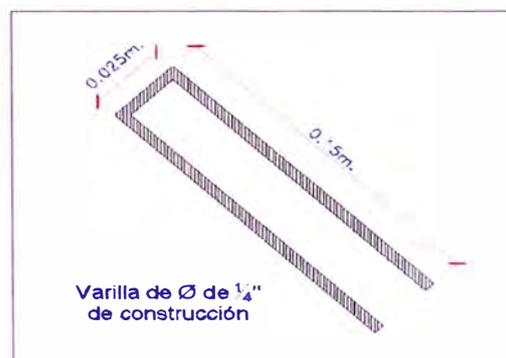


Figura 3.4.2.1: Detalle de estaca de fijación para Biomanta NAG SC-150.

- La tierra de chacra que cubrirá el talud para lograr la fertilidad necesaria para el crecimiento de la vegetación, deberá estar lista y en cantidad suficiente para distribuirla sobre el talud con una capa de 10.0 cm. de espesor.
- Para mejorar la fertilidad de la tierra de chacra se empleará Compost en la proporción de 1.5 kg por m<sup>2</sup> de superficie cubierta con tierra de chacra.
- Las semillas de pasto del tipo *Brachiaria Brizantha* a ser empleadas (ver definición en ítem *Definiciones*), deberán estar listas para ser distribuidas sobre la capa de tierra de chacra, y en la proporción de 20.0 g/m<sup>2</sup> (según recomendación de Ing. Agrónomo especialista).
- No se requieren equipos especiales para la instalación de la biomanta, sin embargo las herramientas que pudieran usarse deberán ser inspeccionados antes de empezar los trabajos, tanto por el jefe de grupo como por el Supervisor para comprobar su buen estado.
- En cuanto al personal, será suficiente 01 jefe de grupo y 04 ayudantes no calificados por parcela.

Tabla 3.4.2.2: Cantidades suficientes de material para esta etapa del proyecto.

Material	Und.	Cantidad
Biomanta NAG SC-150	m. (roll.)	34.80 (1.06)
Área a cubrir con biomanta	m <sup>2</sup>	68.50
Área a revegetar (5.90 x 9.90 m)	m <sup>2</sup>	58.41
Estacas de fijación (4 und/m <sup>2</sup> )	und.	275.0
Tierra de chacra (área x espesor 10 cm)	m <sup>3</sup>	6.0
Compost (1.5 Kg/m <sup>2</sup> )	Kg.	88.0
Semillas <i>Brachiaria Brizantha</i> (20.0 g/m <sup>2</sup> )	g.	1,168.0

## B. Consideraciones de seguridad

- Al ser un trabajo que se realiza en un talud empinado utilizando un material moderadamente pesado, será necesario que los

trabajadores tomen precauciones para evitar caídas o resbalones, pudiendo emplear una línea de vida o soga con arnés instalada en la cintura del trabajador que desciende por el talud, y sujeta en el otro extremo por un trabajador en la parte superior del talud. Es necesario utilizar equipo de protección personal (casco, guantes, lentes de seguridad, botas con puntera de acero, mascarilla anti-polvo).

- De no estar los trabajadores en condiciones físicas o mentales apropiadas para laborar, informar inmediatamente al Supervisor.
- Deberán conocer y entender el presente procedimiento y los riesgos asociados al trabajo.
- El Supervisor deberá inspeccionar el área de trabajo antes del inicio de tareas, y corregir o tomar las medidas de control necesarias cuando se detecten irregularidades o problemas de seguridad.
- El Supervisor deberá inspeccionar también la preparación y disponibilidad de los trabajadores implicados en esta etapa, así como la presencia o no del equipo de protección personal necesario.

### C. Consideraciones de trabajo

- Los trabajos considerados en esta etapa incluyen la preparación y colocación de tierra de chacra mezclada con Compost sobre el talud de la Parcela N° 02 para mejorar la fertilidad del suelo, la colocación de semillas de pasto del tipo *Brachiaria Brizantha*, y la instalación de la biomanta NAG SC-150 donada por la empresa *Tecnología de Materiales*.
- La tierra de chacra se colocará sobre la Parcela N° 02 en una capa de 10.0 cm de espesor.
- Para controlar el espesor de la tierra de chacra se puede emplear piedras pequeñas de la zona elevadas con tierra hasta 10.0 cm de altura y marcadas con cal (en forma similar a un tarrajeo), o también utilizando las estacas de fijación previamente habilitadas como se describe en el ítem A. *Material, equipos y personal*, clavándolas en el talud en esquema de cuadrícula de 1.0 x 1.0 m,

y realizando en ellas una marca a 10.0 cm de altura desde la superficie del suelo. El nivel de la capa de tierra de chacra no deberá sobrepasar esta marca, aunque no es necesario lograr un espesor exacto sino aproximado.

- Una vez terminado de colocar toda la capa de tierra de chacra, se retiran las estacas y se acomodan, listas para su próximo uso. En caso se haya utilizado piedras pequeñas es preferible, mas no necesario, retirarlas del talud
- Para realizar la mezcla con Compost en la proporción de 1.5 kg/m<sup>2</sup> para mejorar la fertilidad de la tierra de chacra, se procede a demarcar una cuadrícula de 1.0 m<sup>2</sup>, marcando puntos con cal cada 1.0m en los lados de la parcela y no sobre ésta para evitar remover la capa de tierra de chacra. Seguidamente se colocan cúmulos de 1.5 Kg de Compost en cada sección de 1.0m x 1.0m utilizando un recipiente previamente graduado y empleando la línea de vida o sogas para seguridad durante el descenso por el talud. A continuación se realiza la mezcla de tierra de chacra con Compost empleando herramientas simples como rastrillos. Esta labor la podrá realizar mejor algún personal con experiencia en jardinería.
- Las semillas de pasto *Brachiaria* serán distribuidas sobre la capa de tierra de chacra, y en la proporción de 20.0 g/m<sup>2</sup>, distribuyéndolas en forma homogénea y valiéndose de la misma cuadrícula empleada para colocar el Compost

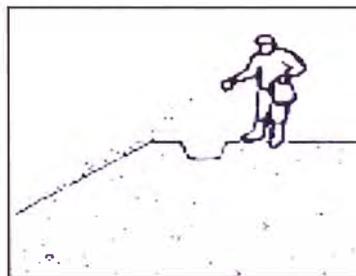


Figura 3.4.2.2: Colocación de semillas sobre la capa de tierra de chacra en el talud.

- Finalizada la colocación de semillas se procede a instalar la geomanta, colocándola primero en el fondo y a lo largo de la zanja de anclaje de manera uniforme, permitiendo que sobresalga unos 30.0 cm por encima de la zanja (ver figura 3.4.2.3). La biomanta se fijará en el fondo de la zanja con estacas, clavadas con la ayuda de una comba, cada 0.30 m aproximadamente
- Seguidamente se rellena la zanja con el mismo material que se excavó de ella, con una compactación manual simple. Coloque semillas sobre este suelo compactado y doble los 30.0 cm sobrantes de biomanta por encima. De igual forma sujete este tramo de biomanta con estacas espaciadas cada 0.30 m.

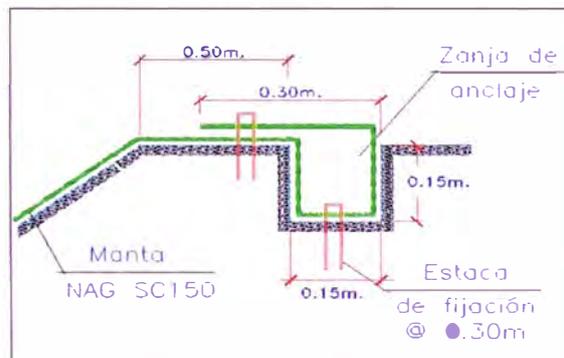


Figura 3.4.2.3: Detalle zanja de anclaje y biomanta NAG SC-150.

- Una vez fija la biomanta, se procede a instalarla sobre el talud, desenrollándola desde arriba hacia abajo. Para esto se requiere de un trabajador en cada extremo del rollo, ambos con una línea de vida o soga con arnés instalada en su cintura, y sujeta en el otro extremo cada una por un trabajador en la parte superior del talud, quien mantendrá tensa la línea de vida, tirando o soltando según se requiera durante el descenso del trabajador con el rollo.
- Cuando se llegue al borde inferior del talud se deberá cortar la geomanta, si así se requiere, con tijeras o cuchilla, y enterrarla en una pequeña zanja de anclaje similar a la zanja superior

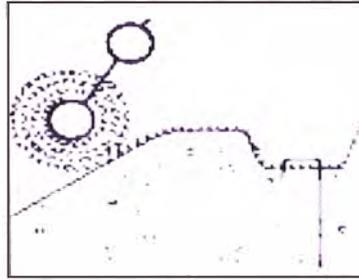


Figura 3.4.2.4: Colocación de rollo de biomanta sobre talud.

- Para asegurar y/o mejorar el contacto entre la biomanta y el suelo, será necesario colocar estacas de fijación previamente habilitadas como se describe en el ítem A. *Material, equipos y personal*, clavándolas en esquema de filas intercaladas y aproximadamente 4 estacas cada 1 m<sup>2</sup>.

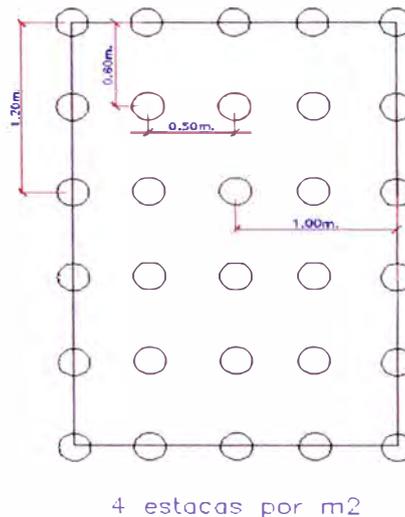


Figura 3.4.2.5: Esquema de colocación de estacas para la biomanta NAG SC-150.

- El traslape entre rollos adyacentes de biomanta a lo largo del talud será de entre 5.0 cm a 12.5 cm aproximadamente, y deberá contener una línea de estacas espaciadas cada 0.30 m aproximadamente.

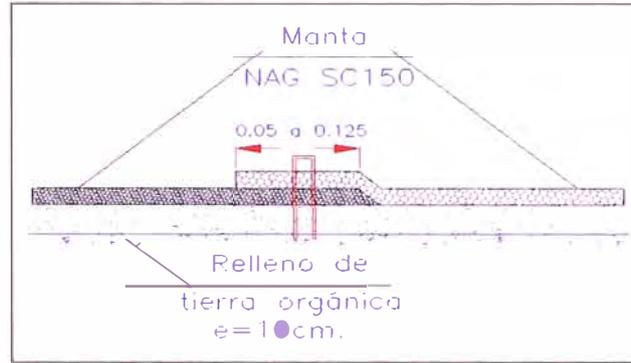


Figura 3.4.2.6: Traslape entre rollos adyacentes de biomanta NAG SC-150 a lo largo del talud.

- El traslape entre secciones consecutivas de biomanta NAG SC-150 en la bajada del talud será de 7.5 cm aproximadamente, y deberá contener una línea de estacas espaciadas cada 0.30 m. Además la sección de manta superior deberá ir por encima de la sección inferior en el talud.

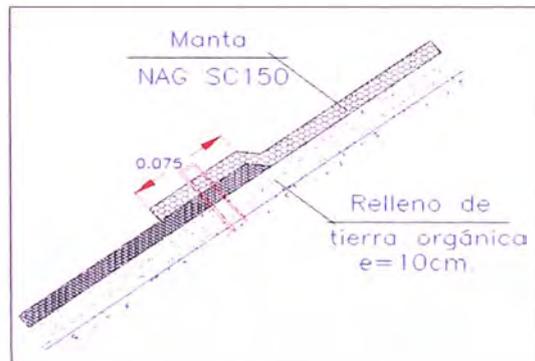


Figura 3.4.2.7: Traslape entre secciones consecutivas de biomanta NAG SC-150 en la bajada del talud.

- Terminada la instalación de la biomanta, la Parcela N° 02 estará lista para ser regada según como se especifica en el próximo subcapítulo 3.4.3. *Sistema de Riego*.

### **Modo de Aceptación**

El modo de aceptación es cumpliendo con instalar la biomanta NAG SC-150 en toda la parcela designada (Parcela N° 02), incluyendo el sistema de estacas

fijación, la tierra de chacra con semillas para la vegetación, y sistema de zanja de anclaje.

### **Responsabilidades**

Los miembros del Grupo N° 01, encargado de este proyecto, están a cargo de los trabajos de esta etapa y son responsables de los resultados finales de éstos.

La Supervisión es responsable de la correcta ejecución de los trabajos de esta etapa.

### **3.4.3. SISTEMA DE RIEGO**

#### **Alcances**

Esta etapa comprende la instalación y habilitación del Sistema de Riego de las Parcelas N° 01, 02 y 03 instaladas anteriormente.

Los trabajos de esta etapa incluyen la instalación de un tanque elevado para el almacenaje de agua para riego, la línea de distribución desde el tanque hasta los aspersores que permitirán el riego de las parcelas tratadas, el sistema de aspersores propiamente dicho, y un sub-sistema de recirculación. Cabe indicar que en este proyecto, el sub-sistema de recirculación forma parte del alcance en materia de diseño más no en cuanto a construcción, por lo que sólo se repasarán conceptos ya definidos en capítulos anteriores de *Estudios de Ingeniería y Diseño del Sistema*.

Por otro lado, el sistema de impulsión de agua hasta el tanque elevado deberá estar garantizado para poder operar el Sistema de Riego. Este sistema de impulsión no forma parte del alcance de este proyecto en ninguna de sus formas.

#### **Definiciones**

Tal como se definió previamente en el capítulo II – Estudios de Ingeniería:

- **Tanque elevado:** Tanque de polietileno de 1,100 litros ubicado en la cota 136.0 aproximadamente (ver plano de Ubicación - Esquema General), cuya función es almacenar agua y dotar la carga hidráulica necesaria para el correcto funcionamiento del sistema de riego por aspersión.
- **Línea de distribución:** Tubería flexible de polietileno. Su función es conducir agua desde el tanque elevado hasta el punto de cota más alta del sistema de control de erosión.
- **Lateral:** Tubería de PVC. Es la continuación de la línea de distribución y su función es abastecer de agua a los aspersores, conduciendo el agua desde el punto de entrega de la línea de distribución hasta el punto más bajo de la parte superior del sistema de control de erosión. La dirección del flujo de agua debe estar a favor de la pendiente.

- **Aspersores:** Son pequeños dispositivos que permiten el impulso y nebulización de un chorro de agua a presión en la dirección y cubriendo el área que el usuario disponga. Van ubicados en el trayecto del lateral. (ver plano de Esquema general del Sistema de Riego).
- **Sistema de recirculación:** Está conformado por:
  - Tubería 01: Tubería de Polietileno de alta densidad (HDPE). Su función es conducir el agua desde la Poza N° 02 y entregarla a la alcantarilla a chorro libre.
  - Cuneta: Excavada en tierra, revestida con una geomembrana de polietileno de alta densidad (HDPE). Su eje corre por el lado interior de la trocha carrozable, dentro de los límites del sistema de control de erosión. Permitirá captar y transportar agua y sedimento provenientes de la escorrentía del sistema de control de erosión hacia el cabezal ubicado aguas arriba de la alcantarilla.
  - Alcantarilla: Tubería de metal corrugado enterrada por debajo de la trocha carrozable. Tiene por función conducir el agua entregada por la Tubería 01 y la colectada por la cuneta hacia el talud, entregándola aguas abajo, a chorro libre, sobre el canal de bajada o rápida ubicada sobre el talud inferior.
  - Rápida: Canal de bajada, revestido con Geoweb y material de relleno por definir. Su función es conducir el agua desde la entrega a chorro libre a la salida de la alcantarilla hasta la Poza N° 01.

Ver planos de Construcción y de Esquema General para un mejor entendimiento de las partes del Sistema de Riego.

## Desarrollo

### **A. Material, equipos y personal**

- Para esta etapa se necesita contar con los materiales indicados en la tabla siguiente:

Tabla 3.4.3.1: Cantidades suficientes de material para esta etapa del proyecto.

<b>Material</b>	<b>Und.</b>	<b>Cantidad</b>
Tanque elevado de Polietileno de 1,100 lt. de capacidad.	und.	1.0
Tubería flexible de polietileno de 1" de diámetro, para Línea de Distribución.	m.	50.0
Tubería PVC de ¾" para línea Lateral.	m.	21.0
Tubería PVC de ¾" para subida de agua hacia los aspersores.	m.	3.0
Aspersores plásticos de baja presión.	und.	3.0
Válvula compuerta o esférica de 1" para salida del tanque elevado.	und.	1.0
Tubería HDPE para cruce enterrado de trocha carrozable..	m.	2.0
Codo PVC 90° x 1" para conexión entre Línea de Distribución y Lateral.	und.	1.0
Reducción 1" – ¾" para conexión entre Línea de Distribución y Lateral.	und.	1.0
Tee PVC ¾" a usarse en Lateral.	und.	2.0
Codo PVC ¾" a usarse en Lateral.	und.	1.0
Válvula compuerta o esférica de ¾" para operación de aspersores.	und.	3.0
Cinta teflón para sellar uniones de los dispositivos y accesorios.	roll.	2.0

- En cuanto a equipo y herramientas necesarias para esta etapa será suficiente con herramientas manuales como picos, palas, barretas, juego de llaves de tuercas, desarmadores planos y estrella, etc. Se trata de disponer de lo necesario para realizar excavaciones simples con el objetivo de enterrar las tuberías de Distribución y Lateral, así como instalar correctamente los aspersores con sus accesorios.

#### **B. Consideraciones de seguridad**

- Al ser un trabajo que en parte se realiza en un talud empinado (instalación de Línea de Distribución), será necesario que los trabajadores tomen precauciones para evitar caídas o resbalones, pudiendo primero cortar y/o nivelar ligeramente el tramo por donde pasará la Línea de Distribución y contar así con una superficie adecuada para trabajar. Es necesario utilizar equipo de

protección personal (casco, guantes, lentes de seguridad, botas con puntera de acero).

- El tanque elevado deberá asegurarse con un perímetro de concreto u otro medio similar para evitar su sustracción durante el tiempo de vida del proyecto.
- De no estar los trabajadores en condiciones físicas o mentales apropiadas para laborar, informar inmediatamente al Supervisor.
- Deberán conocer y entender el presente procedimiento y los riesgos asociados al trabajo.
- El Supervisor deberá inspeccionar el área de trabajo antes del inicio de tareas, y corregir o tomar las medidas de control necesarias cuando se detecten irregularidades o problemas de seguridad.
- El Supervisor deberá inspeccionar también la preparación y disponibilidad de los trabajadores implicados en esta etapa, así como la presencia o no del equipo de protección personal necesario.

### **C. Consideraciones de trabajo**

- Los trabajos considerados en esta etapa incluyen la instalación de un tanque elevado en la parte superior del reservorio de concreto ubicado en la cota 136.0 aproximadamente del cerro aledaño a la UNI donde se desarrolla este proyecto.

Este tanque elevado deberá subirse hasta la zona empleando sogas u otros medios al alcance del proyecto, considerando que es una zona de difícil acceso vehicular.

- La Línea de Distribución se conectará directamente al tanque elevado gracias a los accesorios que éste incluye, y recorrerá el trayecto planteado en los planos de Construcción, descendiendo por el talud superior al Sistema de Control de Erosión y atravesando la trocha carrozable a través de una sección de tubería HDPE enterrada, la cual le dará la protección necesaria ante presiones externas debido al paso de vehículos. Finalmente esta Línea de Distribución termina en el punto de cota más alta

del sistema de Control de Erosión y se conecta con la línea Lateral empleando un codo y una reducción.

- Seguidamente la línea Lateral realiza su recorrido debajo de la superficie del suelo y bordeando el borde superior del talud donde se ubican las parcelas del Sistema. En su trayecto se dividirá y bifurcará, empleando los accesorios necesarios, para conectar los 3 aspersores de que consta el Sistema.
- Ya que es necesario poder controlar el funcionamiento de cada aspersor individualmente, se deberán incluir válvulas compuerta o esféricas en los tramos de subida de cada aspersor.

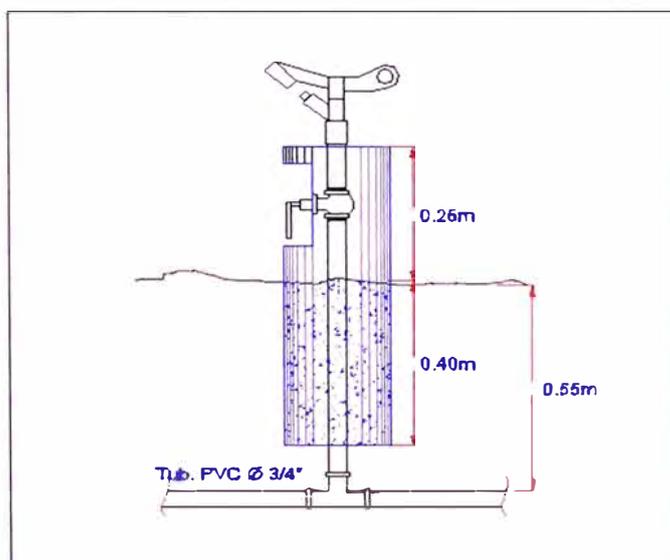


Figura 3.4.3.1: Esquema de aspersor con válvula intermedia.

- Finalmente cada aspersor será instalado y regulado cuidadosamente para que riegue el área definida en los Diseños.
- Todas las uniones que formen parte del Sistema de Riego deberán sellarse adecuadamente empleando cinta teflón u otro material que cumpla similar función.

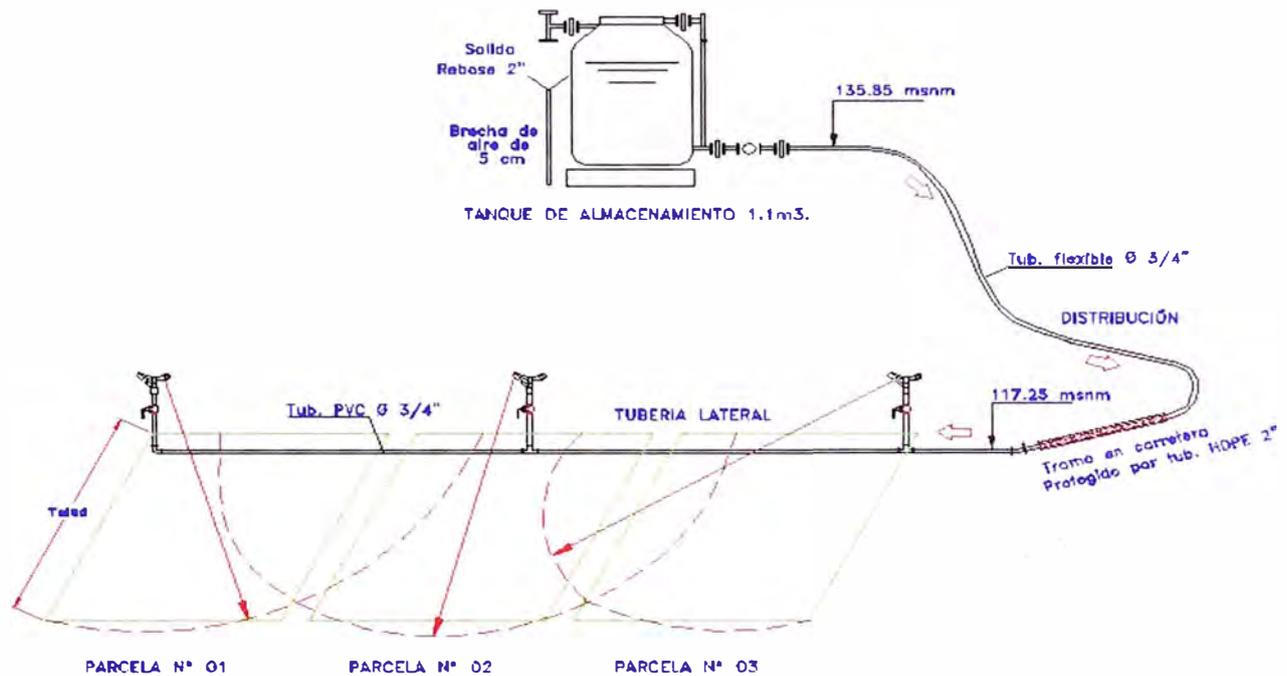


Figura 3.4.3.2: Esquema de Sistema de Riego.

### Modo de Aceptación

El modo de aceptación es cumpliendo con instalar el Sistema de Riego en su totalidad y pasar una prueba general de operación. El suministro de agua al tanque elevado será gracias a la bomba eléctrica de la Poza N° 01.

### Responsabilidades

Los miembros del Grupo N° 01, encargado de este proyecto, están a cargo de los trabajos de esta etapa y son responsables de los resultados finales de éstos, siempre y cuando se cuente con el sistema de impulsión listo y operando.

La Supervisión es responsable de la correcta ejecución de los trabajos de esta etapa.

### 3.5. GESTIÓN DEL PROYECTO

Antes de entrar en los sub-capítulos de la Gestión del Proyecto, repitamos lo que se definió ya en el Capítulo I de este informe.

**Proyecto.-** Esfuerzo temporal, con un inicio y un final definidos, llevado a cabo para crear un producto o servicio único, diferente a otros productos o servicios similares. Temporal no quiere decir que el proyecto se realice necesariamente en un corto tiempo, sino que tiene una duración finita. Por otro lado, lo temporal no aplica al servicio o producto generado por el proyecto. Por ejemplo, este Sistema de Control de Erosión se puede construir en unos meses (duración del proyecto), pero su vida útil puede ser muchos años (tiempo de vida del producto).

Hay que tener siempre presente que todo proyecto es único, cuyo desarrollo y resultado final dependerá de muchas variables como las condiciones de la zona donde se ejecuta el proyecto, el medio ambiente, la experiencia del personal ejecutor del proyecto, etc.

**Gestión de proyectos.-** Aplicación de conocimientos, herramientas y/o técnicas en las actividades o procesos del proyecto, con el fin de cumplir o exceder las expectativas y necesidades o alcances planteados al inicio por los involucrados o solicitantes del proyecto. Involucra balancear demandas de alcances, plazos, costo y calidad, teniendo en cuenta necesidades y expectativas.

Para llevar a cabo una buena Gerencia del Proyecto, ésta se divide o estructura en diferentes áreas, tales como: Gestión del Alcance, Gestión del Tiempo o Plazo, Gestión de la Calidad, Gestión de Costos y Gestión de Seguridad, entre otros.

#### 3.5.1. ALCANCE

La Gestión del Alcance comprende los procesos requeridos para asegurar que el Proyecto contiene todo el trabajo necesario y solamente el trabajo necesario para completar el proyecto con éxito.

Se ocupa primordialmente de definir y controlar qué está o no está incluido en el proyecto para poder cobrar conforme se avance.

En el contexto del Proyecto, el término “alcance” se puede referir a:

- Alcance del Producto: características y funciones que deben ser incluidas en el producto o servicio, normalmente solicitadas por el cliente.
- Alcance del Proyecto: el trabajo que debe ser hecho para entregar un producto con las características y funciones especificadas, es decir la forma de hacerlo.

Hay que tener muy en cuenta que cualquier cambio en el alcance del proyecto puede ser beneficiosa, gracias a que nos da la oportunidad de ofrecer más del mismo producto u otros productos con la consiguiente oportunidad de facturar un monto mayor, sin embargo, el mismo cambio en el alcance significa más tiempo y dinero invertido en reformular el Alcance del Proyecto, así como el diseño y planeamiento del mismo.

Los principales procesos de la Gestión del Alcance son:

- 1. Iniciación:** Proceso de reconocimiento formal de que se va a desarrollar un proyecto nuevo, o que se va a continuar en su siguiente fase un proyecto ya existente. Se presenta la descripción del producto a desarrollar, lo más detalladamente posible. Así el Proyecto a desarrollar se elige según el beneficio que represente para la empresa ejecutora, y considerando cualquier posible restricción (ejemplo: el presupuesto puede limitar el personal, etc.).
- 2. Planificación del Alcance del Proyecto:** Proceso de desarrollo de un informe escrito del alcance del proyecto que sea la base para futuras decisiones sobre éste, y que incluya los criterios utilizados para determinar si el proyecto o sus fases han sido completados satisfactoriamente. Este Alcance es la base para el acuerdo entre el equipo del proyecto y el cliente, identificando los objetivos del proyecto y los principales entregables. Es así que el Informe del Alcance del Proyecto (“Scope Statement”) debe incluir la justificación del Proyecto, descripción del producto, entregables o sub-productos, información sobre el costo, plazo y calidad que el proyecto debe cumplir, cómo se

integrarán al proyecto los cambios del alcance. Las exclusiones deben ser identificadas, pero cualquier cosa no incluida explícitamente, está excluida implícitamente del Alcance del Proyecto.

- 3. Definición del Alcance:** Comprende la sub-división de las principales entregas del proyecto en componentes más pequeños y manejables para mejorar las estimaciones del costo, plazo y recursos. Si hay una mala definición del alcance, los costos finales del proyecto pueden ser muy elevados por los inevitables cambios que se producirán y que sacarán de ritmo al proyecto, provocando retrabajos y pérdidas. La Estructura de Descomposición del Proyecto (más conocido como diagrama WBS – Work Breakdown Structure) permite disgregar elementos del proyecto en entregas parciales, lo que no esté definido en el WBS está fuera del alcance del proyecto. Debe adjuntarse una especie de “diccionario del WBS” donde se definan los elementos más pequeños del WBS, las fechas del cronograma, presupuestos, responsables, etc.
- 4. Verificación del Alcance:** Es el proceso de formalizar la aceptación del Alcance del Proyecto por parte de los “stakeholders” o involucrados en el proyecto (contratista, cliente, comprador, etc.). Requiere la revisión de los productos y resultados del trabajo del proyecto mediante cualquier tipo de inspección, para asegurar que todo se ha terminado correcta y satisfactoriamente. Se diferencia del Control de Calidad en que éste se refiere a la verificación de que los resultados sean correctos, mientras que la verificación del alcance se refiere a la aceptación del trabajo. Esta aceptación se debe documentar formalmente por parte del cliente que solicita el producto del Proyecto.
- 5. Control de Cambios del Alcance:** Está relacionado con influir en los factores que ocasionen los cambios del alcance para asegurar que estos cambios sean beneficiosos. Las solicitudes de cambio, de preferencia, deben ser escritas mediante carta donde explique claramente el motivo del cambio, que puede ser debido a eventos externos, errores u omisiones en la definición del alcance del producto o del proyecto, etc. Los cambios del alcance deben tener un seguimiento adecuado además de un plan de acción correctiva del cambio luego de analizar la variación que genere en el costo y plazo del proyecto, así como la estructura del proyecto o WBS.

Por último las lecciones aprendidas del Cambio del Alcance deben archivarse para referencias futuras.

El diagrama WBS como se mencionó, representa una agrupación de elementos o partidas del Proyecto, orientadas en fases, procesos o entregables, que organiza y define el alcance completo del Proyecto. Cada nivel descendente que en el diagrama aparece representa una descripción cada vez más detallada de los elementos del Proyecto. Establecida la descomposición se identifica la necesidad de recursos.

Al realizar la WBS aseguramos que el Proyecto incluya todo el trabajo necesario, y que excluya el trabajo innecesario.

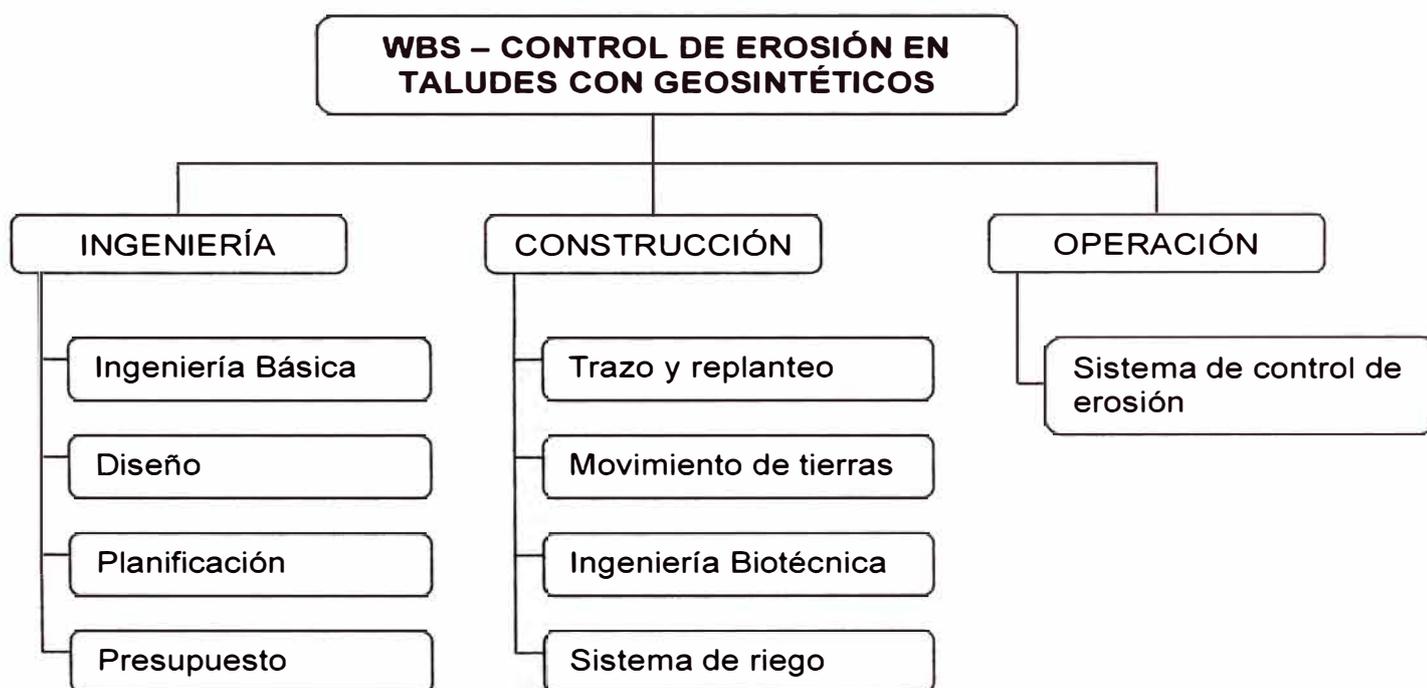


Figura 3.5.1.1: Diagrama WBS del Proyecto.

Para tener una idea global de los cambios del Alcance que tuvo este proyecto se presenta un resumen de los más importantes:

**Cambio N° 01 en el Alcance (17 de Marzo del 2007):** El Proyecto tenía como Alcance la construcción del Sistema de Control de Erosión en 1 parcela del talud

del cerro aledaño a la Universidad Nacional de Ingeniería, empleando para esto la Geomanta MacMat L de *Maccaferri Perú*. En fecha mencionada La Coordinación indica al Contratista - Grupo N° 01 que incluya 2 parcelas más, contiguas a la primera, y que se emplee la Biomanta NAG SC-150 de *Tecnología de Materiales* en una de las nuevas parcelas, y la Geomanta Ecomatrix de *Amanco del Perú* en la otra, con el propósito de hacer una comparación entre las 3 clases de mantas geosintéticas.

**Cambio N° 02 en el Alcance (24 de Marzo del 2007):** Ante la imposibilidad de regar el área total de las 3 parcelas del Proyecto contando con la reducida carga hidráulica proporcionada por la Poza N° 02, debido a una inadecuada ubicación de ésta, La Coordinación solicita un diseño alternativo para poder cumplir con el volumen de riego necesario para que se establezca la revegetación en las parcelas del Proyecto. Luego de varios ensayos el Contratista – Grupo N° 01 establece la alternativa de colocar un tanque elevado en cota superior al área ocupada por las parcelas del Proyecto, con su respectivo sistema de distribución de agua.

**Cambio N° 03 en el Alcance (12 de Mayo del 2007):** El Contratista expone a La Coordinación su necesidad de contar con apoyo económico por parte de la Escuela Profesional de la Universidad Nacional de Ingeniería para poder culminar el Proyecto. El Contratista, al no recibir una respuesta clara respecto al apoyo económico hasta el día 18 de Mayo, y teniendo en cuenta que la fecha límite para la construcción era el día 19 de Mayo, en acuerdo con La Coordinación se decide seguir con la construcción del Proyecto sólo en un área demostrativa equivalente al 37% del área de talud planteada originalmente para la instalación del Sistema de Control de Erosión; esto no incluye la etapa de Sistema de Riego por no contar con tiempo ni presupuesto suficiente para su construcción. Se dividió un área del talud en 4 franjas de 2.10m de ancho, la 1ra franja con terreno natural, la 2da franja con una mezcla de tierra de chacra y Compost más adición de semillas, la 3ra franja con un tramo de Geomanta MacMat L, y la 4ta franja con un tramo de Biomanta NAG SC-150.

**NOTA:** El Presupuesto y Cronograma final se elaborarán teniendo en cuenta la situación del Proyecto hasta antes del Cambio N° 03 en el Alcance por ser más representativa del Proyecto inicial.

### 3.5.2. TIEMPO

La Gestión del Tiempo o Plazo del Proyecto incluye los procesos para asegurar la conclusión a tiempo del proyecto. Los procesos de la Gestión del Plazo son:

- 1. Definición de Actividades:** Involucra identificar y documentar las actividades que deben ser ejecutadas para producir los “entregables” identificados en el diagrama WBS y que formen parte del Alcance del Proyecto. Para lograr esto se puede valer de información histórica, asesoría exterior, restricciones que pudieran presentarse y/o suposiciones. Las actividades que se listen deberían ser lo más pequeñas y manejables posibles de manera que se pueda tener un mejor control de ellas. Deben estar también sustentadas de forma que esta información pueda ser usada por otras áreas del Proyecto.
- 2. Secuenciamiento de Actividades:** Involucra identificar y documentar la interacción, relación y dependencias entre actividades. Deben ser “enlazadas” de forma precisa para sustentar un programa realista. Esto puede hacerse de forma manual o con herramientas de software especializadas, o con una combinación de ambas. Aquí se verán las dependencias o relaciones entre actividades para construir una red de actividades que conformarán la realización de todo el Proyecto. Durante el secuenciamiento podrían notarse actividades que necesitan ser divididas, eliminadas o adicionadas que se adicionarán a la red de actividades.
- 3. Estimación de la duración de Actividades:** Se refiere a evaluar la cantidad de tiempo que tomará ejecutar cada actividad identificada, siendo la persona o grupo más conocedora del tema la que debe determinar esta duración. También se puede tomar como dato

información histórica de proyectos similares, además de tener en cuenta los recursos, productividad y complejidad de las actividades.

4. **Desarrollo del Cronograma del Proyecto:** Basándose en la lista de actividades, la estimación de duración de actividades, los requerimientos y disponibilidad de recursos, así como los períodos en que se puede trabajar, se prepara un Cronograma del Proyecto empleando cualquier técnica que se crea más conveniente (gráfico de barras, método PERT-CPM, programa de hitos, etc.).
5. **Control del Cronograma:** Se refiere a influenciar los factores que generan cambios al cronograma y asegurar que los cambios sean beneficiosos, o en todo caso monitorear las fechas de cumplimiento o no cumplimiento de las actividades, lo que nos permitiría vislumbrar posibles problemas futuros. Estos cambios pueden tener diversos motivos, y su ocurrencia puede originar planeamientos adicionales para actualizar el Cronograma y tomar acciones correctivas. Además, las causas de las variaciones y el razonamiento detrás de la acción correctiva, junto con las lecciones aprendidas deben ser documentadas para su uso posterior, y evitar, o afrontar con mejores métodos, cualquier cambio futuro.

En proyectos pequeños como el Proyecto motivo de este informe, el secuenciamiento de actividades, la estimación de la duración de actividades y el desarrollo del programa están tan estrechamente ligados que son vistos como un solo proceso y pueden ser realizados inclusive por un solo individuo.

En este proyecto se sucedieron las siguientes actualizaciones del Cronograma:

**Actualización N° 01 (17 de Marzo del 2007):** Debido a Cambio N° 01 en el Alcance del Proyecto (ver *sub-capítulo 3.5.1 – Tiempo*).

**Actualización N° 02 (24 de Marzo del 2007):** Debido a Cambio N° 02 en el Alcance del Proyecto (ver *sub-capítulo 3.5.1 – Tiempo*).

**Actualización N° 03 (05 de Abril del 2007):** A solicitud de La Coordinación, se suspenden las labores de construcción, ya iniciadas con las etapas de Replanteo

y de Movimiento de Tierras, en espera de la aprobación de todos los diseños del Proyecto.

**Actualización N° 04 (21 de Abril del 2007):** La Coordinación solicita al Contratista – Grupo N° 01 la elaboración de cálculos y diseños adicionales para futuras obras adyacentes a la del Proyecto original, entre ellas el diseño de un sistema de retorno y lavado de sedimentos desde el talud donde se ubican las parcelas del Proyecto, hasta la Poza N° 01 en la parte inferior del cerro aledaño a la UNI, empleando la carga hidráulica de la Poza N° 02 en la parte adyacente a las parcelas del proyecto.

El Cronograma Base y sus actualizaciones para este proyecto se presenta básicamente de la siguiente manera:

PROYECTO: CONTROL DE EROSIÓN EN TALUDES CON GEOSINTÉTICOS  
PROPIETARIO: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
CONTRATISTA: GRUPO N° 01 - CONTROL DE EROSIÓN

**CRONOGRAMA BASE DEL PROYECTO**

ACTIVIDADES	FEBRERO			MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO	
	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2
Ingeniería Básica																	
Diseño																	
Trazo y Replanteo																	
Movimiento de Tierras																	
Ingeniería Biotécnica																	
Sistema de Riego																	

**CRONOGRAMA DEL PROYECTO - Actualización N° 01 (17 de Marzo del 2007)**

MOTIVO: Cambio N° 01 en el Alcance del Proyecto.

ACTIVIDADES	FEBRERO			MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO	
	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2
Ingeniería Básica																	
Diseño																	
Trazo y Replanteo																	
Movimiento de Tierras																	
Ingeniería Biotécnica																	
Sistema de Riego																	

**CRONOGRAMA DEL PROYECTO - Actualización N° 02 (24 de Marzo del 2007)**

MOTIVO: Cambio N° 02 en el Alcance del Proyecto.

ACTIVIDADES	FEBRERO			MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO	
	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2
Ingeniería Básica																	
Diseño																	
Trazo y Replanteo																	
Movimiento de Tierras																	
Ingeniería Biotécnica																	
Sistema de Riego																	

**CRONOGRAMA DEL PROYECTO - Actualización N° 03 (05 de Abril del 2007)**

MOTIVO: Espera de la aprobación de todos los diseños del Proyecto.

ACTIVIDADES	FEBRERO			MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO	
	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2
Ingeniería Básica																	
Diseño																	
Trazo y Replanteo																	
Movimiento de Tierras																	
Ingeniería Biotécnica																	
Sistema de Riego																	

**CRONOGRAMA DEL PROYECTO - Actualización N° 04 (21 de Abril del 2007)**

MOTIVO: Nuevos requerimientos de cálculos y diseños por parte de la Coordinación.

ACTIVIDADES	FEBRERO			MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO	
	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2
Ingeniería Básica																	
Diseño																	
Trazo y Replanteo																	
Movimiento de Tierras																	
Ingeniería Biotécnica																	
Sistema de Riego																	

Tabla 3.5.2.1: Cronograma del Proyecto y sus modificaciones.

### 3.5.3. CALIDAD

La Gestión de la Calidad del Proyecto es un área bastante amplia para explicar, pero que básicamente incluye los procesos necesarios para asegurar que el proyecto satisfará las necesidades para las que se ha llevado a cabo.

Pero para definir calidad podríamos mencionar algunas definiciones conocidas como:

- Todos los rasgos y características de un producto o servicio que se refiere a su habilidad de satisfacer necesidades explícitas o implícitas.
- Proceso de mejoramiento continuo donde las lecciones aprendidas son usadas para mejorar futuros productos y servicios para: a) retener a los clientes actuales, b) volver a ganar a los clientes perdidos, c) ganar nuevos clientes.

En resumen, la calidad no es más que la mejora de cualquier proceso de un proyecto, como parte de su planeamiento estratégico, que puede significar una inversión grande o pequeña, pero que apunta a obtener diferentes beneficios en el corto, mediano y/o largo plazo.

Los principales procesos de la Gestión de la Calidad son:

- 1. Planeamiento de la Calidad:** Describe qué es cada actividad del Proyecto y cómo debe ser medido en el proceso de Control de Calidad, cuáles serán las responsabilidades, procedimientos, procesos y recursos necesarios.
- 2. Aseguramiento de la Calidad:** Gracias a controles continuos de los procesos del Proyecto, planteados en el proceso de planeamiento de la Calidad, se obtiene un plan que incluye acciones para mejorar la efectividad y eficiencia del proyecto para proveer beneficios adicionales a los "stakeholders" o involucrados en el proyecto (contratista y cliente).
- 3. Control de la Calidad:** Involucra el monitoreo de resultados específicos del proyecto para determinar si ellos cumplen con los estándares de calidad relevantes y la identificación de formas de eliminar las causas de los resultados insatisfactorios. Estos resultados del proyecto incluyen los

resultados del producto (entregables de la obra) y de la gestión (costo, plazo, mantenimiento, compras). Como herramienta principal se emplea la estadística (inspección, gráficos de control, diagramas de pareto, análisis de tendencias, etc.)

Estos procesos interactúan entre ellos y con los procesos de otras áreas del proyecto.

En la sección Anexos 02 de este informe se presentan algunos certificados de calidad y papers de experiencias exitosas empleando los productos geosintéticos que forman parte de este Proyecto.

En la sección Anexos 03 de este informe se propone un esquema de Plan de Control de Calidad así como formatos de control a ser usados durante la construcción.

#### **3.5.4. COSTOS**

Describe los procesos requeridos para asegurar que el proyecto se ejecute cumpliendo con el presupuesto aprobado, mediante la planificación de recursos, estimación, presupuestación y control de costos.

##### Planificación de recursos

Es útil para la planificación de recursos, además de tener presente el diagrama WBS, lo siguiente:

**Información histórica.-** cualquier información histórica existente sobre los recursos empleados en proyectos similares.

- Para este Proyecto: no se cuenta con información de proyectos similares por ser la primera vez que el Grupo N° 01 ejecuta este tipo de proyectos.

**Información del alcance.-** análisis de los alcances del Proyecto que permitirá una buena base para una mejor Planificación de los Recursos.

- Para este Proyecto: hay que referirse al *capítulo 3.1 – Evaluación de Memoria Descriptiva y Especificaciones Técnicas*.

**Recursos disponibles.-** es importante conocer de qué recursos disponemos, sean propios o de terceros.

- Para este Proyecto: se cuenta con los siguientes recursos de terceros:

Tabla 3.5.4.1: Recursos disponibles de terceros.

Recursos	Und.	Cant.	Proveedor
Geomanta MacMat L	m <sup>2</sup>	100.0	Donación de empresa: <i>Maccaferri Perú</i> .
Biomanta NAG SC-150	m <sup>2</sup>	66.89	Donación de empresa: <i>Tecnología de Materiales</i> .
Geomanta Ecomatrix	m <sup>2</sup>	--	

**Políticas organizativas.-** se refiere a tomar en cuenta las políticas y prácticas de la organización, referidas a los temas de personal, campamentos, compras o alquileres de equipos y suministros, etc.

- Para este Proyecto: no existe tal información por ser una organización nueva conformada por alumnos miembros del Grupo N° 01 la que ejecuta este Proyecto, como se define dentro del *capítulo 3.1 – Evaluación de Memoria Descriptiva y Especificaciones Técnicas*.

**Juicio experto.-** se puede aprovechar el conocimiento y la experiencia propia o de otras áreas para evaluar correctamente la planificación de los recursos. Se puede recurrir también a consultores, asociaciones de profesionales u otros grupos con conocimientos especiales sobre el tema relacionado al Proyecto.

- Para este Proyecto: se recurrió principalmente al apoyo de profesionales conocedores sobre geosintéticos o cálculos hidráulicos entre los cuales podemos mencionar a Ing. Alfredo mansen, Ing. Roberto Campaña, Ing. Augusto Fierro. También se contó con asesoría de representantes de las principales empresas donantes de material para el Proyecto como el Ing. Luis De La Cruz (*Maccaferri*), Ing. Carlos Centurión (*Tecnología de Materiales*) y el Ing. Erik Aguilar (*Amanco*). Con respecto a temas de

siembra, vegetación y riego se recurrió a diversos ingenieros agrónomos vía teléfono y vía correo electrónico.

**Identificación de alternativas.-** es optar por la técnica que más se adecue a nuestra necesidad.

- Para este Proyecto: al ser un proyecto de características y componentes nuevos para el grupo ejecutor del proyecto, no se cuenta con alternativas de técnicas para la ejecución por lo que la técnica usada se basa primordialmente en indicaciones de los profesionales asesores.

### Estimación de costos

Tener siempre presente el diagrama WBS para organizar todos los costos y estar seguros que se han considerado todas las actividades identificadas.

Para estimar los costos nos podemos valer de lo siguiente:

- **Necesidades de recursos.-** el resultado de la planificación nos permite establecer los tipos de recursos y las cantidades necesarias para completar todas las actividades y alcances del Proyecto, por fases, procesos o entregables según la estructura de descomposición del Proyecto.
- **Tarifa de recursos.-** para elaborar el informe de costos se debe contar con la información necesaria sobre precios unitarios de los recursos que intervienen en el proceso o actividad para cuantificar el costo del proyecto. Los precios unitarios especiales o no muy comunes deben estimarse hasta obtener información real.
- **Estimación de duración de las actividades.-** establece fecha de inicio y término de las actividades del Proyecto, las cuales deben ser reales para que el Proyecto termine dentro del programa planteado.

- **Información histórica.-** es posible obtener información sobre costos de los recursos de archivos de proyectos anteriores, bases de datos, cotizaciones, conocimientos adicionales.

Así entonces podemos emplear las siguientes herramientas o técnicas:

- **Estimación por analogías.-** conocida como estimación de arriba a abajo, significa utilizar el costo real de proyectos anteriores y similares como referencia cuando la información detallada es escasa (ejemplo: \$/m<sup>3</sup>, \$/ml, etc.). Esta estimación es más barata pero de mayor riesgo en cuanto a precisión, salvo que el proyecto usado de base sea muy similar.
- **Modelización paramétrica.-** implica usar características del proyecto (parámetros) en un modelo matemático para pronosticar los costos. Los modelos pueden ser simples o complejos (ejemplo: precio unitario de 1 m<sup>2</sup> en una vivienda residencial es de US\$ 900.00).
- **Estimación de abajo a arriba.-** cuando los costos se estiman por tareas individuales y la sumatoria de las estimaciones individuales nos da el costo total del Proyecto. El costo y precisión están en función del tamaño de las tareas individuales, cuanto más pequeña la tarea mayor es la precisión.

El costo estimado que se obtenga debe estar acompañado de la descripción del alcance de las tareas estimadas, los documentos empleados para estimar costos y de los supuestos utilizados. Además es recomendable contar con un plan de dirección de costos para los casos en que éste varíe, pudiendo ser formal o informal, detallado o con ideas generales.

Finalmente, teniendo en cuenta el diagrama WBS y empleando las técnicas más apropiadas, se obtiene la estructura de costos que para este Proyecto es como sigue:

PROYECTO: CONTROL DE EROSIÓN EN TALUDES CON GEOSINTÉTICOS  
PROPIETARIO: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
CONTRATISTA: GRUPO N° 01 - CONTROL DE EROSIÓN

**PRESUPUESTO DEL PROYECTO**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO	COSTO UNIT. ( S/.)	PARCIAL ( S/.)	SUB-TOTAL ( S/.)
<b>1.0.0</b>	<b>INGENIERÍA BÁSICA</b>					<b>273.09</b>
<b>1.1.0</b>	<b>Ensayos de Suelos</b>					
1.1.1	Ensayo de Corte Directo y Densidad	glb	1.00	110.92	110.92	
1.1.2	Ensayo de Penetración Liviana (DPL)	glb	1.00	25.36	25.36	
1.1.3	Excavación de Calicatas	glb	1.00	25.21	25.21	
1.1.4	Análisis de Fertilidad de Suelo	glb	1.00	26.89	26.89	
<b>1.2.0</b>	<b>Ensayos Agronómicos</b>					
1.2.1	Ensayo de Estructuración	glb	1.00	18.82	18.82	
1.2.2	Ensayo de Fertilidad	glb	1.00	18.82	18.82	
1.2.3	Ensayo de Peso Específico de tierra de chacra	glb	1.00	47.06	47.06	
<b>2.0.0</b>	<b>DISEÑO</b>					<b>320.00</b>
2.1.0	Experimentación y gastos de asesoría	glb	1.00	320.00	320.00	
<b>3.0.0</b>	<b>TRAZO Y REPLANTEO</b>					<b>58.13</b>
3.1.0	Trazo de parcelas y zanjas de anclaje	m2	217.00	0.21	45.95	
3.2.0	Trazo de líneas de distribución y retorno	ml	230.00	0.05	12.18	
<b>4.0.0</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					<b>58.44</b>
4.1.0	Excavación de zanjas de anclaje	m3	1.90	15.13	28.74	
4.2.0	Perfilado de talud en parcelas	m2	235.60	0.13	29.70	
<b>5.0.0</b>	<b>INGENIERÍA BIOTÉCNICA</b>					<b>2,376.88</b>
5.1.0	Tierra de chacra (puesta en obra)	m3	22.00	33.61	739.50	
5.2.0	Compost	kg	307.00	0.19	59.34	
5.3.0	Semilla gramínea: Brachiaria Brizantha - Marandu	kg	4.07	40.34	164.17	
5.4.0	Geomanta MacMat L	m2	71.60	9.48	678.77	
5.5.0	Biomanta NAG SC-150	m2	68.50	2.78	190.48	
5.6.0	Geomanta Ecomatrix	m2	95.50	1.58	150.89	
5.7.0	Estacas	und	780.00	0.29	229.41	
5.8.0	Colocación de tierra de chacra (incluye compost)	m2	235.60	0.34	79.19	
5.9.0	Colocación de semilla	m2	235.60	0.08	17.82	
5.10.0	Colocación de manta geosintética	m2	235.60	0.29	67.31	
<b>6.0.0</b>	<b>SISTEMA DE RIEGO</b>					<b>690.00</b>
6.1.0	Tanque de polietileno 1,100 lt. (inc. instalación)	und	1.00	395.80	395.80	
6.2.0	Distribución de agua y riego por aspersión (inc. inst.)	glb	1.00	294.20	294.20	
	<b>COSTO DIRECTO TOTAL</b>					<b>3,776.54</b>
	<b>GASTOS GENERALES</b>		18%			<b>687.33</b>
	<b>SUB-TOTAL</b>					<b>4,463.87</b>
	<b>IGV</b>					<b>848.14</b>
	<b>TOTAL</b>					<b>5,312.00</b>

**NOTA:** Para este Presupuesto se tiene en cuenta la situación del Proyecto hasta antes del Cambio N° 03 en el Alcance por ser más representativa del Proyecto inicial.

Control de costos

Teniendo presente el Costo Base del Proyecto se puede medir el desarrollo de los costos basándose en:

- **Informes de realización.-** proporcionan información sobre el desarrollo de los costos y se presentan usualmente en diagramas de Gantt, Curva “S”, Histogramas, resultado por fases y/o resultado por procesos. Sirven para alertar a los directivos y participantes del proyecto acerca de los puntos débiles y tomar acciones para revertir esta situación.
- **Solicitudes de cambio.-** los informes de realización del Proyecto pueden originar solicitudes de cambio en el alcance – plazo de Obra o incremento del presupuesto del Proyecto.
- **Plan de dirección de costos.-** identifica cómo pueden variar los costos del Proyecto en el futuro.

Entre las herramientas o técnicas para controlar los costos se pueden mencionar:

- **Sistema de control de cambios de costos.-** define los procedimientos por los que puede variar la base de costos. Incluye formularios, sistemas de seguimiento y niveles de aprobación para autorizar los cambios.
- **Medida de la realización.-** las técnicas de medida de la realización, tales como Diagramas Gantt, Curva “S” o Histogramas, ayudan a cuantificar la magnitud de cualquier desviación que ocurra.
- **Planificación adicional.-** pocos proyectos se realizan como se han planificado inicialmente, es por eso que los cambios necesitan estimaciones de costos nuevos, revisados o analizados con métodos alternativos.
- **Herramientas computarizadas.-** nos permiten contrastar los costos planificados con los costos reales y cuantificar el efecto de los cambios.

A partir de lo anterior se deberá obtener:

- Las modificaciones que sean necesarias al presupuesto, ya sea por variación de tarifas de los recursos, ajuste de los rendimientos, cambio de los recursos, etc. Esto no siempre genera ajustes en otros aspectos del plan General del Proyecto.
- Plan de acciones a realizar para ajustar el desarrollo futuro del proyecto y encuadrarse dentro del plan General del proyecto.
- Estimación de los costos totales del proyecto en función del avance.
- Plasmar en un documento o base de datos histórica los problemas y causas que producen las desviaciones que ameritan una acción de corrección en el control de los costos, para de esa forma evitarlos en el futuro.

Empleando el último cronograma actualizado se distribuye el costo de cada etapa del proyecto según lo siguiente:

PROYECTO: CONTROL DE EROSIÓN EN TALUDES CON GEOSINTÉTICOS  
PROPIETARIO: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
CONTRATISTA: GRUPO N° 01 - CONTROL DE EROSIÓN

**CRONOGRAMA REPROGRAMADO**

ACTIVIDADES	FEBRERO			MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO		TOTAL
	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	
Ingeniería Básica		0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09						1.0
Diseño			0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09					1.0
Trazo y Replanteo					0.33	0.33								0.33				1.0
Movimiento de Tierras					0.5									0.5				1.0
Ingeniería Biotécnica													0.5	0.5				1.0
Sistema de Riego															1			1.0

Tabla 3.5.4.2: Cronograma reprogramado del Proyecto.

A partir de este cronograma se plantea el siguiente resumen de costos del proyecto y sus respectivos avances, además de una Curva “S” actualizada hasta la Semana 2 del mes de Mayo, y de ahí en adelante simulada, debido al Cambio N° 03 en el Alcance (ver sub-capítulo 3.5.1 – Alcance).

PROYECTO: CONTROL DE EROSIÓN EN TALUDES CON GEOSINTÉTICOS  
PROPIETARIO: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
CONTRATISTA: GRUPO N° 01 - CONTROL DE EROSIÓN

**CURVA "S" REPROGRAMADA DEL PROYECTO**

ITEM	DESCRIPCIÓN	% DE OBRA	
1.0.0	INGENIERÍA BÁSICA	7.2%	Avance Progr. Period. Avance Progr. Acum. Avance Real Period. Avance Real Acum.
2.0.0	DISEÑO	8.5%	Avance Progr. Period. Avance Progr. Acum. Avance Real Period. Avance Real Acum.
3.0.0	TRAZO Y REPLANTEO	1.5%	Avance Progr. Period. Avance Progr. Acum. Avance Real Period. Avance Real Acum.
4.0.0	MOVIMIENTO DE TIERRAS	1.5%	Avance Progr. Period. Avance Progr. Acum. Avance Real Period. Avance Real Acum.
5.0.0	INGENIERIA BIOTÉCNICA	62.9%	Avance Progr. Period. Avance Progr. Acum. Avance Real Period. Avance Real Acum.
6.0.0	SISTEMA DE RIEGO	18.3%	Avance Progr. Period. Avance Progr. Acum. Avance Real Period. Avance Real Acum.
	<b>TOTAL</b>	<b>100.0%</b>	Avance Progr. Period. Avance Progr. Acum. Avance Real Period. Avance Real Acum.

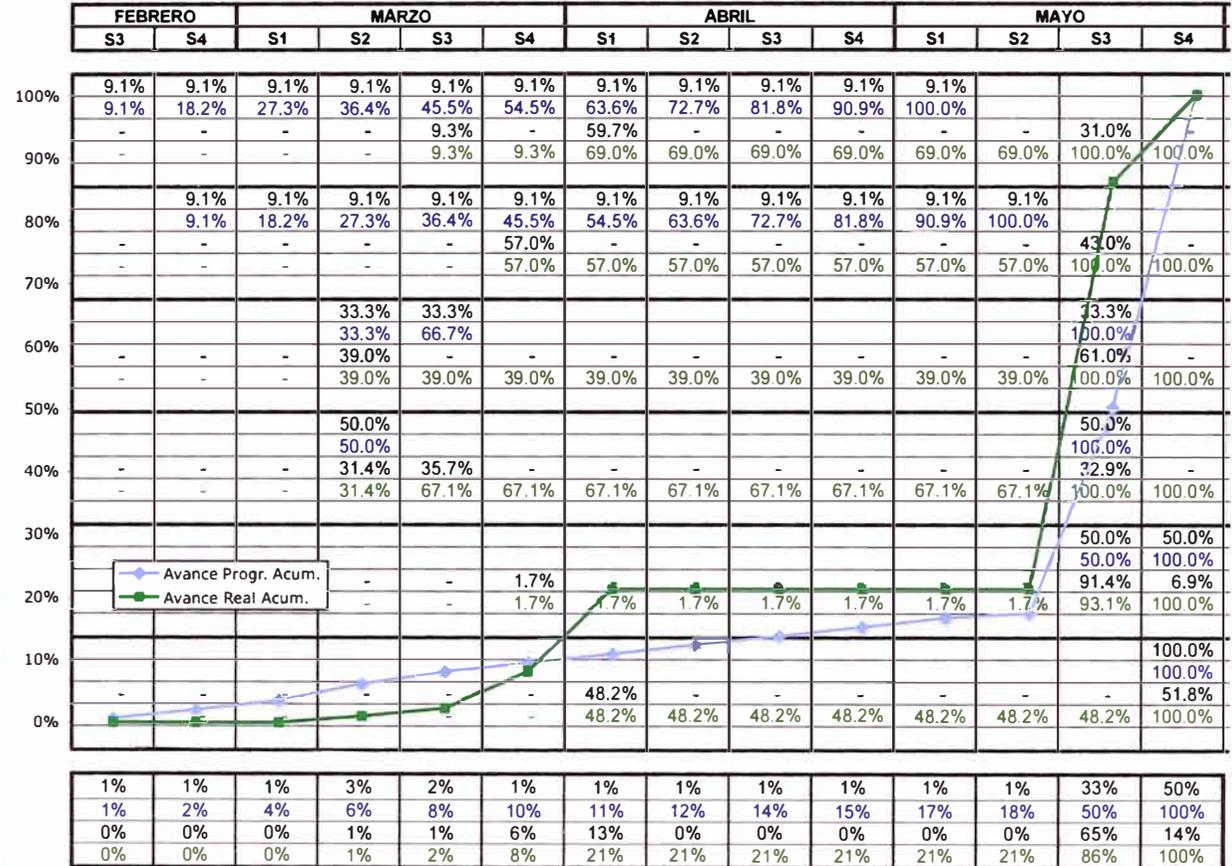


Tabla 3.5.4.3: Curva "S" del Proyecto.

### **3.5.5. SEGURIDAD**

El Plan de Gestión de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente (SSOMA), incluye el análisis de las áreas donde se ejecutarán las obras para identificar los riesgos inherentes a los trabajos, medirlos, planificar y tomar las acciones para eliminar o minimizar su impacto.

Para la Implementación del Plan se Elaborará un Programa, el cual establece un proceso práctico, seguro y efectivo para la prevención de incidentes/accidentes mediante la asignación de responsabilidades específicas para la ejecución de las tareas. El alcance de este Programa es aplicable a todo el personal del Proyecto de cualquier nivel, Subcontratistas, Supervisión, Cliente y otros que estén desempeñando algún trabajo o estén asociados con el Proyecto.

Antes del inicio de los trabajos de cualquier actividad es recomendable realizar un Análisis del Trabajo Seguro “ATS”, que se refiere a verificar diferentes aspectos del área del trabajo y los elementos que intervienen en la actividad a desarrollar.

## CONCLUSIONES

1. El Proceso Constructivo para el Control de Erosión en Taludes con Geosintéticos no presenta grandes complicaciones ya que se trabaja en su mayor parte con material prefabricado como las mantas geosintéticas. La complicación surge en el momento de colocar el sistema de revegetación y de riego de forma tal que sea fácilmente operable y transportable, pero que a la vez tenga la firmeza suficiente para que los aspersores no pierdan el equilibrio al estar operando. Igualmente las mantas geosintéticas deben estar siempre firmes y en permanente contacto con el terreno (recordemos que esto se logra con estacas).
2. Uno de los problemas que se vislumbra en este Proyecto es asegurar los dispositivos que forman parte del Sistema de Control de Erosión para evitar que sean sustraídos indebidamente por terceros, particularmente los aparatos aspersores y el tanque elevado. Este peligro es debido a la relativa facilidad para ingresar a la zona del proyecto por parte de personas ajenas al mismo y a la universidad. Es por eso que se plantea asegurar el tanque elevado con un perímetro de concreto o medio similar a la base sobre la que se apoyará el tanque elevado, y un ducto de PVC relleno de concreto para cada aspersor, de forma que pueda ser firmemente instalado durante la operación del sistema, y fácilmente removible y resguardada al término de ella.
3. Fijar cotas exactas en este Proyecto no es tan importante como en una obra estructural, de carreteras o similares de construcción civil, debido a que lo más importante es controlar que las pendientes donde se establezcan las tuberías del sistema de riego favorezcan la circulación de agua a través de ellas por gravedad. Se debe tener presente que el objetivo de este Proyecto es establecer un sistema de control de erosión incluyendo la revegetación en un talud ya existente, y no crear un talud nuevo con cotas exactas.

4. En cuanto a la Gestión del Proyecto, es un procedimiento de mucha ayuda para ejecutar cualquier clase de proyecto de manera exitosa, sin importar si es un proyecto de construcción, investigación, turismo, etc. De aplicarse, se deben emplear todas las áreas de conocimiento en las que se estructura la Gerencia de Proyectos para garantizar el éxito del mismo.

## RECOMENDACIONES

1. El área de construcción con geosintéticos no es un área extensamente explorada, recomendándose solicitar el apoyo y asesoría de técnicos expertos que trabajen con este material, así se obtendrán mejores resultados en la instalación de las mantas geosintéticas.
2. De igual manera sucede con la segunda parte de la Ingeniería Biotécnica, es decir la revegetación. Si bien es cierto se pueden poseer conocimientos sobre vegetación y siembra, lo mejor siempre será recurrir a un experto en el tema, en este caso un Ingeniero Agrónomo, quien nos podrá facilitar las mejores recomendaciones y procedimientos para revegetar con éxito el área correspondiente del Sistema de Control de Erosión, pasando por la elección del pasto adecuado para la zona del Proyecto, la tierra de chacra, la forma de mezclarlo con aditivos que incrementen su fertilidad, hasta la periodicidad y cantidad necesaria de riego según los requerimientos del pasto seleccionado.
3. En forma general para cualquier proyecto, es muy recomendable definir desde un principio los Alcances del Proyecto con la participación de todos los involucrados, ya sea contratistas, clientes, alumnos, coordinadores, etc. Esto debido a que durante la ejecución del Proyecto surgirán muchas ideas de sub-proyectos o adiciones al proyecto original, y que podrían modificar el alcance del proyecto, siempre y cuando cuenten con la aprobación de todos los involucrados en el proyecto, y sin olvidar que cualquier cambio implica variaciones en el costo y el plazo del proyecto, variaciones que deben ser analizadas por todos antes de aceptar cambios en el alcance.
4. Cualquier cambio, comunicación o acuerdo entre Contratista, Cliente y Supervisor debe quedar registrado por escrito en una especie de base de datos histórica de eventos del Proyecto.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Amanco del Perú S.A.  
ARTÍCULOS TÉCNICOS: ESPECIFICACIONES DE PRODUCTO ECOMATRIX.  
Amanco del Perú S.A.  
Lima – Perú
2. Colbond Geosynthetics  
ENKAMAT STORAGE, HANDLING AND LAYING GUIDE.  
Colbond Geosynthetics.  
Holanda, 2002
3. De la Cruz Fallaque, Luis Alberto  
APLICACIÓN DE GEOMANTAS MACMAT PARA EL CONTROL DE EROSIÓN DE TALUDES.  
Universidad Nacional de Ingeniería, Laboratorio Nacional de Hidráulica – Maccaferri de Perú S.A.C.  
Lima – Perú
4. Instituto para la Calidad  
CURSO: GESTIÓN DE PROYECTOS.  
Pontificia Universidad Católica del Perú.  
Lima – Perú, 2004
5. Maccaferri América Latina  
ARTÍCULOS TÉCNICOS: ESPECIFICACIONES Y GUÍAS DE INSTALACIÓN DE PRODUCTO MACMAT.  
Maccaferri América Latina.
6. Tecnología de Materiales / North American Green  
ARTÍCULOS TÉCNICOS: ESPECIFICACIONES Y GUÍAS DE INSTALACIÓN DE PRODUCTO NAG SC-150.  
Tecnología de Materiales - North American Green.

# **- ANEXOS 01 - ARCHIVO FOTOGRAFICO**

## LISTA DE FOTOS

(Empleadas en este informe – por sub-capítulos):

### 1. Trazo y Replanteo en Campo

- Foto 1.1: Vista general del talud y distribución de las parcelas del Sistema antes del replanteo.
- Foto 1.2: Proceso de replanteo de parcelas.
- Foto 1.3: Demarcación de parcelas.
- Foto 1.4: Proceso de replanteo de zanjas de anclaje.
- Foto 1.5: Trazo de línea de retorno desde la Poza N° 02 hasta la Poza N° 01.

### 2. Movimiento de Tierras

- Foto 2.1: Perfilado y limpieza de corona del talud, zona entre el borde del talud y la zanja.
- Foto 2.2: Retiro de piedras grandes (mayores de 20 cm.) del talud.
- Foto 2.3: Retiro de piedras grandes (mayores de 20 cm.) del talud.
- Foto 2.4: Zanja de anclaje para Parcela N° 01.
- Foto 2.5: Zanjas de anclaje de Parcelas N° 01, 02 y 03, excavadas y alineadas con la sección de talud correspondiente.
- Foto 2.6: Parcela N° 01 demarcada y perfilada.
- Foto 2.7: Vista panorámica de ubicación de la Parcela N° 01 del Sistema de Control de Erosión, Pozas N° 01 y 02, y línea de retorno.

### 3. Instalación de Geomanta MacMat L

- Foto 3.1: Vista general de parcelas donde se instalarán las mantas Geosintéticas.
- Foto 3.2: Colocación de tierra de chacra sobre el talud.
- Foto 3.3: Colocación de Compost sobre la capa de tierra de chacra. Nótese las marcas de la cuadrícula de 1.0m x 1.0m a la izquierda, así como la línea de vida sujeta al trabajador.
- Foto 3.4: Línea de vida siendo tensada por un trabajador. Nótese el uso de guantes para evitar daños en las manos.
- Foto 3.5: Mezcla de tierra de chacra con Compost empleando rastrillo.

- Foto 3.6: Colocación de semillas de pasto tipo *Brachiaria* sobre el talud.
- Foto 3.7: Colocación de Geomanta MacMat dentro de zanja de anclaje superior y posterior estacado.
- Foto 3.8: Relleno de zanja de anclaje superior con material excavado previamente de la misma zanja.
- Foto 3.9: Colocación de Geomanta sobre talud desenrollándola hacia abajo. Nótese las líneas de vida empleadas.

#### **4. Instalación de Biomanta NAG SC-150**

- Foto 4.1: Vista de tierra de chacra acumulada a punto de ser colocada sobre el talud.
- Foto 4.2: Colocación de Compost sobre la tierra de chacra y mezcla de ambos empleando rastrillo.
- Foto 4.3: Colocación de Biomanta NAG SC-150 dentro de zanja de anclaje superior.
- Foto 4.4: Colocación de estacas de fijación en zanja de anclaje superior.
- Foto 4.5: Relleno de zanja de anclaje superior con material excavado previamente de la misma zanja.
- Foto 4.6: Doblez de Biomanta sobre zanja de anclaje y estacado del mismo.
- Foto 4.7: Colocación de Biomanta sobre talud desenrollándola hacia abajo. Nótese las líneas de vida empleadas.
- Foto 4.8: Corte de Biomanta sobrante al pie del talud.
- Foto 4.9: Colocación de estacas de fijación en la Biomanta. Nótese nuevamente la línea de vida empleada.

#### **5. Sistema de Riego**

- Foto 5.1: Ejemplo de conexión de aspersor a línea Lateral mediante un ducto de PVC y válvula intermedia.
- Foto 5.2: Aspersor plástico de baja presión en etapa de prueba.
- Foto 5.3: Aspersor plástico de baja presión en etapa de prueba.

#### **6. Gestión del Alcance**

- Foto 6.1: Vista general de la zona finalmente construida del Proyecto.

## **7. Gestión de la Seguridad**

Foto 7.1: Trabajo realizado en talud utilizando implementos de seguridad.

## 1. Trazo y Replanteo en Campo

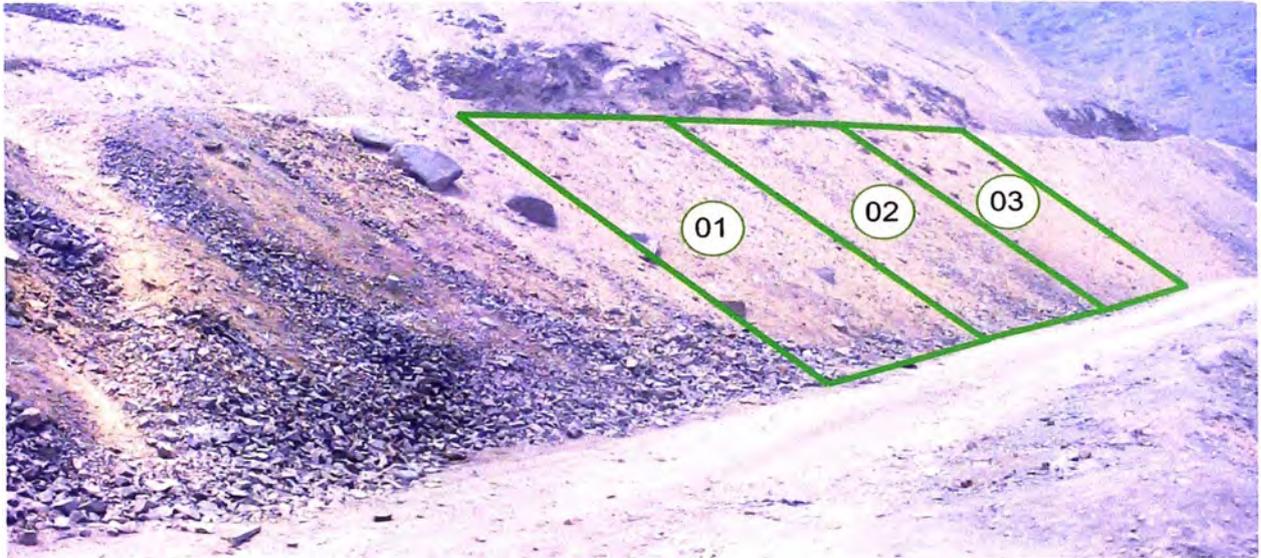


Foto 1.1: Vista general del talud y distribución de las parcelas del Sistema antes del replanteo.



Foto 1.2: Proceso de replanteo de parcelas.



Foto 1.3: Demarcación de parcelas.



Foto 1.4: Proceso de replanteo de zanjas de anclaje.



Foto 1.5: Trazo de línea de retorno desde la Poza N° 02 hasta la Poza N° 01.

## 2. Movimiento de Tierras



Foto 2.1: Perfilado y limpieza de corona del talud, zona entre el borde del talud y la zanja.



Foto 2.2: Retiro de piedras grandes (mayores de 20 cm.) del talud.



Foto 2.3: Retiro de piedras grandes (mayores de 20 cm.) del talud.

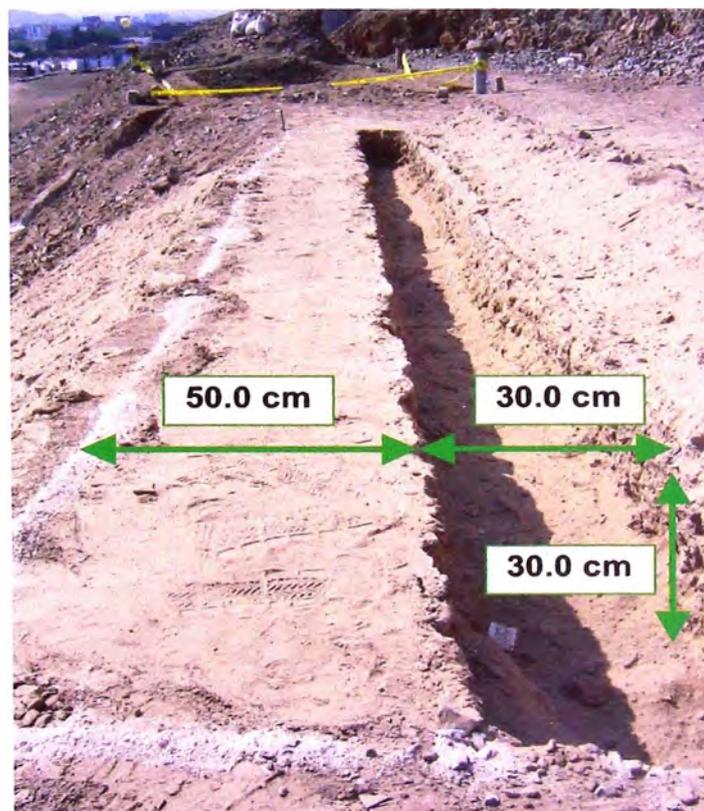


Foto 2.4: Zanja de anclaje para Parcela N° 01.



Foto 2.5: Zanjas de anclaje de Parcelas N° 01, 02 y 03, excavadas y alineadas con la sección de talud correspondiente.



Foto 2.6: Parcela N° 01 demarcada y perfilada.

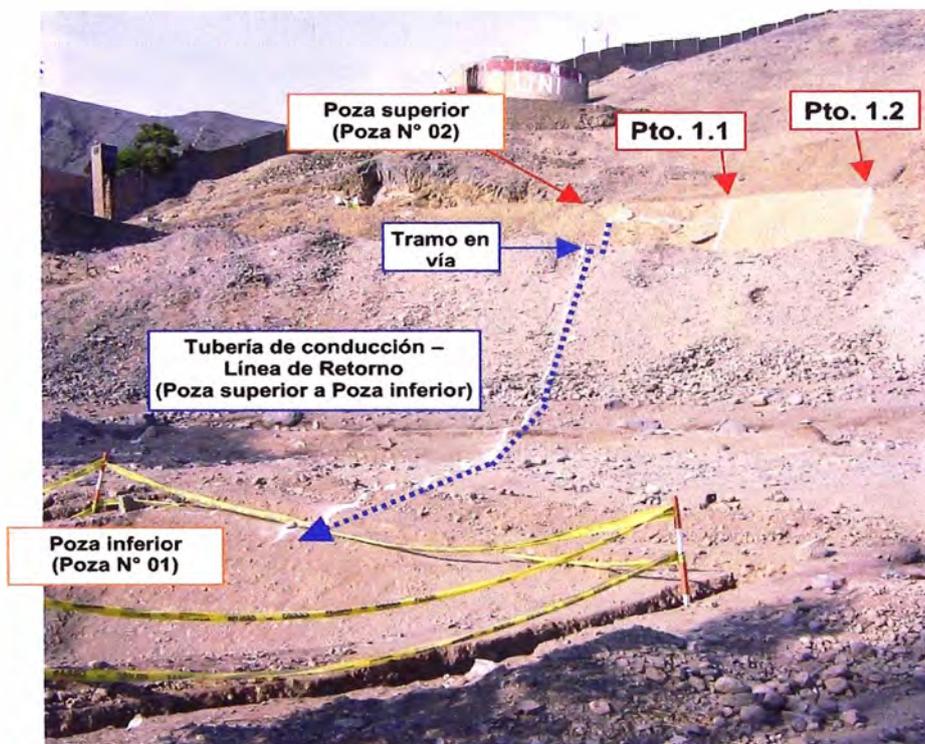


Foto 2.7: Vista panorámica de ubicación de la Parcela N° 01 del Sistema de Control de Erosión, Pozas N° 01 y 02, y línea de retorno.

### 3. Instalación de Geomanta MacMat L



Foto 3.1: Vista general de parcelas donde se instalarán las mantas geosintéticas.



Foto 3.2: Colocación de tierra de chacra sobre el talud.



Foto 3.3: Colocación de Compost sobre la capa de tierra de chacra. Nótese las marcas de la cuadrícula de 1.0m x 1.0m a la izquierda, así como la línea de vida sujeta al trabajador.



Foto 3.4: Línea de vida siendo tensada por un trabajador. Nótese el uso de guantes para evitar daños en las manos.



Foto 3.5: Mezcla de tierra de chacra con Compost empleando rastrillo.



Foto 3.6: Colocación de semillas de pasto tipo Brachiaria sobre el talud.

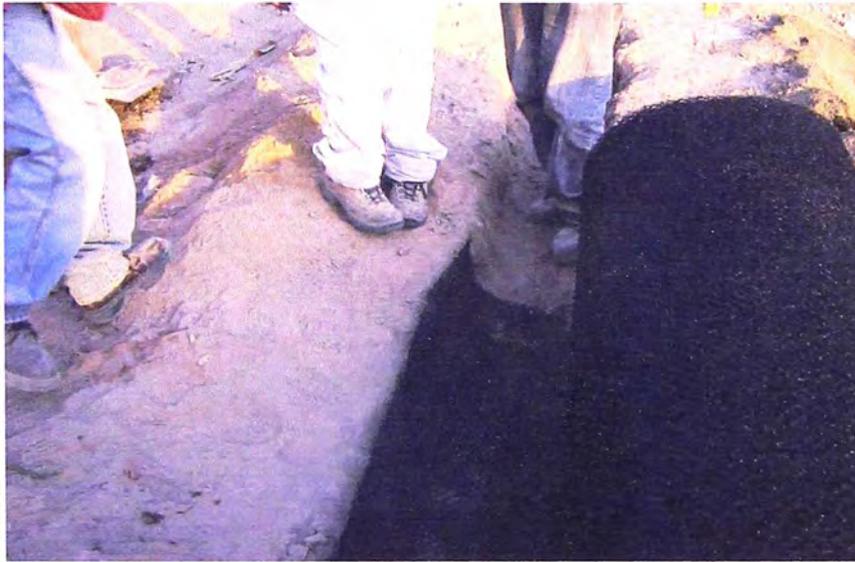


Foto 3.7: Colocación de Geomanta MacMat dentro de zanja de anclaje superior y posterior estacado.



Foto 3.8: Relleno de zanja de anclaje superior con material excavado previamente de la misma zanja.



Foto 3.9: Colocación de Geomanta sobre talud desenrollándola hacia abajo.  
Nótese las líneas de vida empleadas.

#### 4. Instalación de Biomanta NAG SC-150



Foto 4.1: Vista de tierra de chacra acumulada a punto de ser colocada sobre el talud.



Foto 4.2: Colocación de Compost sobre la tierra de chacra y mezcla de ambos empleando rastrillo.



Foto 4.3: Colocación de Biomanta NAG SC-150 dentro de zanja de anclaje superior.



Foto 4.4: Colocación de estacas de fijación en zanja de anclaje superior.



Foto 4.5: Relleno de zanja de anclaje superior con material excavado previamente de la misma zanja.



Foto 4.6: Doblez de Biomanta sobre zanja de anclaje y estacado del mismo.



Foto 4.7: Colocación de Biomanta sobre talud desenrollándola hacia abajo.  
Nótese las líneas de vida empleadas.



Foto 4.8: Corte de Biomanta sobrante al pie del talud.



Foto 4.9: Colocación de estacas de fijación en la Biomanta. Nótese nuevamente la línea de vida empleada.

## 5. Sistema de Riego



Foto 5.1: Ejemplo de conexión de aspersor a línea Lateral mediante un ducto de PVC y válvula intermedia.



Foto 5.2: Aspersor plástico de baja presión en etapa de prueba.



Foto 5.3: Aspersor plástico de baja presión en etapa de prueba.

## 6. Gestión del Alcance



Foto 6.1: Vista general de la zona finalmente construida del Proyecto.

## 7. Gestión de la Seguridad



Foto 7.1: Trabajo realizado en talud utilizando implementos de seguridad.

**- ANEXOS 02 -**

**CERTIFICADOS DE CALIDAD Y**

**OTRAS EXPERIENCIAS EXITOSAS**

**CON MANTAS GEOSINTÉTICAS**

**(Información proporcionada por los proveedores)**

## CERTIFICADO DE CALIDAD

**Cliente:** UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Observaciones: Esta es una copia no oficial para uso académico

Los productos integrantes del anexo, son inspeccionados y ensayados en conformidad con el "Sistema de Calidad MACCAFERRI" certificado de acuerdo con la Norma ISO 9001:2000 y atienden a las especificaciones de las siguientes Normas Técnicas:

NBR 5589/82	DIN 53855-a5	ASTM D-5261	ASTM D-3786
NBR 6331/82	DIN 53857	ASTM D-4632	ASTM A-856/95
NBR 8964/85	DIN 4102	ASTM D-4751	ASTM A-641/98
NBR 10119/87	EN ISSO 10319	ASTM D-4595	
NBR 10514/88	EN 965	ASTM D-4716	
BS 443/82	ABNT NBR 12568	ASTM D-4533	
BS 4102/98	ABNT NBR 12569	ASTM D-4491	
AFNOR G 38015	ABNT NBR 12824	ASTM D-4355	
AFNOR G 38016	PrEn 12040	ASTM D-5199	
AFNOR G 38017	PrEN ISO 12956	ASTM D-4833	

Fabricación de mallas de alambre de doble torsión, Gaviones y Colchonetas Reno. Comercialización de Alambres Trefilados, Cincados, Galfan (Zn-5Al-MM) o revestidos con materiales termoplásticos, mallas metálicas de simple torsión y productos geosintéticos.

Certified ISO 9001 by



Lurín, 10 de Mayo del 2,007



**Ing. Mario Balbin**  
Departamento de Calidad

## ANEXO

**Descripción :**

**Geomanta MacMat L  
( Rollos de 50,00 x 2,00 m )**



---

**Ing. Mario Balbin**  
Departamento de Calidad

**MACCAFERRI**

## CONTROL DE EROSIÓN EN TORRE DE ALTA TENSION PERÚ, HUÁNUCO

CASE HISTORY

RevLDF: 01, Issue Data 09.04.2007

Revestimiento de Taludes

Productos: MacMat R®

### Problema

La cimentación de una torre de alta tensión estaba emplazada en la cresta de una montaña, ubicada en ceja de selva, departamento de Huánuco y provincia de Tingo María. La obra queda a 45 minutos de camino a pie desde la carretera Tingo María-Aguaytia.

Para lograr la colocación de la torre sobre la montaña; se tuvo que rellenar sobre un tramo del talud de la montaña, la finalidad era ganar espacio para la cimentación.

Este relleno formó un talud de suelo sin vegetación, el cual quedaba expuesto a la erosión pluvial y por lo tanto era necesario tratar de remediarlo con un sistema que garantice el crecimiento de la vegetación durante la acción de las lluvias.

### Solución

La empresa Geoservice ingeniería S.R.L. se encargó de dar solución al problema de inestabilidad de la base de la torre, y propuso colocar el relleno de suelo con un tratamiento superficial de control de erosión.

Dado que es zona de selva, con vegetación rica y exuberante; fue necesario dar una solución que permita el desarrollo vegetal de la forma más segura y rápida.

Los taludes eran bastante largos y con inclinación promedio de 35 a 40°, por esto fue necesario no solamente utilizar un revestimiento que proteja al talud del control de erosión, sino que además era necesario prevenir cualquier tipo de deslizamiento superficial o alguna falla local. Esta fue la razón por la que el revestimiento a elegir sea también resistente a la tensión. La combinación de la geomanta y el refuerzo de acero tiene el nombre de MacMat R y fue el producto principal dentro de la solución propuesta.

La geomanta MacMat R es un colchón tridimensional formado por monofilamentos de polipropileno, aleatoriamente unidos en sus puntos de contacto. Esta geomanta aloja en su interior un refuerzo de acero fabricado en malla de acero de abertura hexagonal a doble torsión.

### Nombre del Cliente:

ETESSELVA S.R.L.

### Constructor:

ARPO INGENIEROS S.A.

### Proyecto y consultoría:

GEOSERVICE

### Productos usados y cantidades:

800 m<sup>2</sup> de MacMat R.

### Fecha de la obra:

Construcción: Diciembre/2006

Conclusión: Febrero/2007



Figura 1. Preparación del terreno



Figura 2. Colocación de primer rollo



Figura 3. Varios rollos colocados

# MACCAFERRI

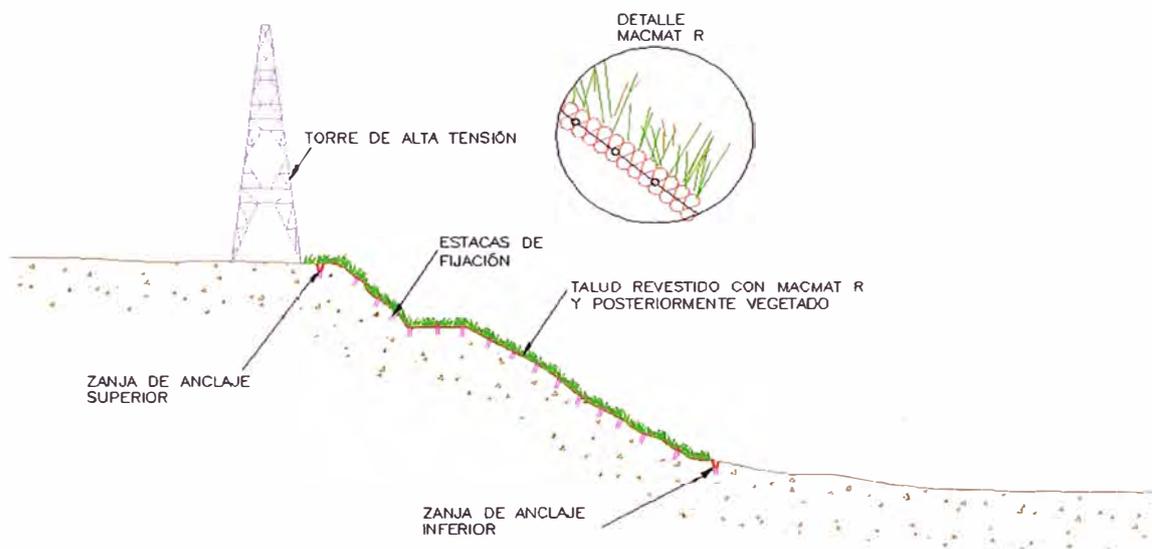


Figura 4. Esquema en perfil de la solución propuesta.



**MACCAFERRI**

**CASE HISTORY**

Rev: 00, Issue Data 00.09.2005

## CONTROL DE EROSIÓN - TALUD CANRASH PERÚ, ANCASH

**GEOMANTA**

**Productos: MacMat L<sup>®</sup>**

### Problema

En julio del año 2001 el Área de Medio Ambiente de la compañía minera Antamina tenía que resolver un grave problema el cual podía poner en riesgo el apoyo económico de las entidades que financiaban el proyecto minero.

En el Km. 94 de la carretera de acceso a Antamina, Carretera Conococha Yanacancha, se encuentra el Lago Canrash el cual había sido afectado durante la construcción de la carretera, y luego de terminada venía aumentando muy rápidamente su concentración de sedimentos con lo que se ponía en riesgo la fauna y flora que residía en el Lago.

Los señores de CMA se percataron que la fuente principal de sedimento era un talud aledaño el cual, en algunos tramos, al no tener vegetación, se erosionaba muy fácilmente durante y con eso el suelo removido se transportaba junto con el agua de lluvia hasta el Lago. Para disminuir los sedimentos arrastrados por la lluvia se decidió revegetar el Talud aledaño junto con otras medidas de control de sedimentos.

### Solución

Maccaferri presentó como solución una geomanta, MacMat, la cual, por las condiciones hidrológicas así como topográficas era la más adecuada para esta revegetación. La consultora de ingeniería que en ese momento asesoraba a CMA aceptó nuestra solución pero también, aceptó una solución que consideraba el uso de una biomanta denominada agrotexil. Al ser ambas soluciones técnicamente iguales para el consultor, la empresa minera optó por la más económica, la que empleaba biomanta, de igual forma los ingenieros de CMA decidieron probar en algunos pequeños tramos la geomanta propuesta por Maccaferri.

Luego de transcurrido casi un año, junio del 2002, los resultados fueron totalmente opuestos para ambas soluciones, mientras que donde se empleó geomanta la vegetación se había desarrollado y mantenido, para el sector donde se empleó el agrotexil, que era el 90% del área protegida, la vegetación que se desarrolló al inicio no pudo soportar por sí misma las condiciones climáticas y fue fácilmente removida con lo que el Talud quedó al descubierto erosionándose rápidamente hasta llegar a un grado de erosión mayor al inicial.

#### Nombre del Cliente:

CIA MRA ANTAMINA

#### Constructor:

CIA MRA ANTAMINA

#### Proyecto y consultoría:

CIA MRA ANTAMINA

#### Productos usados y cantidades:

3.5 Ha de MacMat L

#### Fecha de la obra:

Construcción: Agosto/2001

Conclusión: Setiembre/2001



(Antes de la obra)

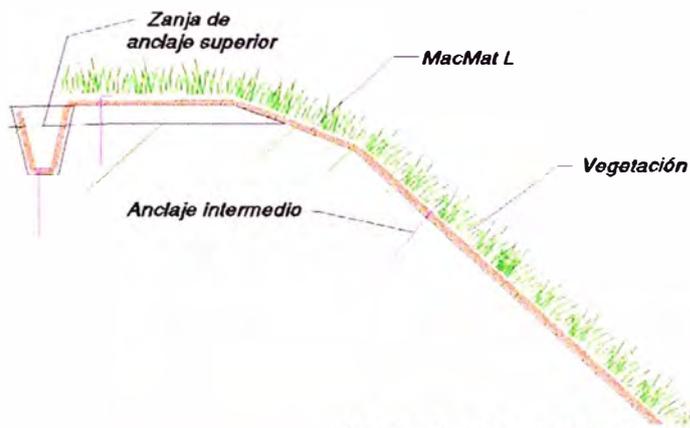


(Durante la obra)



(Durante la obra)

# MACCAFERRI



(Sección transversal típica / Planta)



(Obra concluida)



(Obra concluida)



(Obra concluida)



(Obra concluida)

**MACCAFERRI**  
AMÉRICA LATINA

[www.maccaferri.com.br](http://www.maccaferri.com.br)

Sistema de Gerenciamiento  
de la Calidad certificado  
conforme la Norma ISO 9001:2000

## **PROYECTOS REALIZADOS EN CONTROL DE EROSIÓN**

EMPRESA: **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**  
- EMPLEO DE BIOMANTAS -

Cliente: Minera Barrick  
Proyecto: Lagunas Norte  
Año: 2006



EMPRESA: **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**  
- EMPLEO DE BIOMANTAS -

Proyecto: Juanjui-Tocache-Pizarrón-Pizana  
Año: -



**EMPRESA: TECNOLOGÍA DE MATERIALES**  
**- EMPLEO DE GEOMANTAS -**

Cliente: Compañía Minera Yanacocha  
Lugar: Cajamarca  
Año: 2002



**- ANEXOS 03 -**  
**PLAN DE CONTROL DE CALIDAD**  
**PROPUESTO**

## PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

Los procedimientos específicos y puntos de inspección para el desarrollo del Control de Calidad en este Proyecto son especificados dentro de cada uno de los procedimientos constructivos desarrollados en capítulos anteriores respectivos. Este documento, en conjunto con la matriz de Formatos aplicables, conforman el plan de control de calidad.

A continuación se realizará un análisis de los procesos y las actividades de control que se realizarán en cada uno de estos:

PROCESOS	Actividades de control
Movimiento de tierras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Excavación de zanjas de anclaje y perfilado de parcelas</li> <li>• Relleno de zanjas de anclaje</li> <li>• Verificación de ubicación y de medidas de acuerdo a planos de construcción</li> </ul>
Ingeniería Biotécnica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocación de tierra de chacra mejorada con Compost</li> <li>• Colocación de semillas para revegetación</li> <li>• Colocación y fijación de manta geosintética</li> <li>• Verificación de ubicación y de medidas de acuerdo a planos de construcción</li> </ul>
Sistema de riego	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalación de tanque elevado y sistema de distribución</li> <li>• Instalación de sistema de aspersores</li> <li>• Verificación de conexiones antes de la puesta en marcha</li> <li>• Verificación de montaje de acuerdo a planos de construcción</li> <li>• Puesta en marcha</li> </ul>

### **Inspección y Ensayo**

Para los casos de la inspección de las mantas geosintéticas se debe asegurar que éstas estén en perfectas condiciones de embalaje, y que éste no presente

orificios que puedan haberse prolongado a la parte central del rollo de manta geosintética.

Durante la instalación no es necesario realizarle ensayos específicos, bastará con la inspección visual de la integridad del producto y del certificado de calidad correspondiente.

### **Manipulación, almacenamiento y embalaje**

Los productos geosintéticos deben ser almacenados en una zona donde no estén expuestos a golpes de objetos punzo-cortantes. La humedad o golpes de objetos planos no afectan la integridad del producto.

**FORMATO DE CONTROL A-01**

**COLOCACIÓN DE TIERRA DE CHACRA  
MEJORADA CON COMPOST**

PROYECTO: CONTROL DE EROSIÓN EN TALUDES CON GEOSINTÉTICOS  
PROPIETARIO: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
CONTRATISTA: GRUPO N° 01 - CONTROL DE EROSIÓN

FECHA:   
PARCELA #:   
GEOSINTÉTICO A EMPLEAR:   
ÁREA PARCELA:   
ALTURA DE CAPA DE TIERRA DE CHACRA:   
MÉTODO DE CONTROL DE ALTURA:   
DOSIFICACIÓN DE MEZCLA TIERRA-COMPOST:

**LISTA DE VERIFICACIÓN**

TIERRA DE CHACRA LISTA:   
COMPOST LISTO:   
ELEMENTOS PARA NIVELACIÓN:   
IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD:

**COLOCACIÓN**

MEZCLA DE TIERRA DE CHACRA Y COMPOST:   
CONTROL DE ALTURA DE CAPA:

**CONFORMIDAD**

\_\_\_\_\_  
Contratista

\_\_\_\_\_  
Supervisión

\_\_\_\_\_  
Coordinación

**FORMATO DE CONTROL A-02**

**COLOCACIÓN DE SEMILLAS PARA REVEGETACIÓN**

PROYECTO: CONTROL DE EROSIÓN EN TALUDES CON GEOSINTÉTICOS  
PROPIETARIO: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
CONTRATISTA: GRUPO N° 01 - CONTROL DE EROSIÓN

FECHA:   
PARCELA #:   
GEOSINTÉTICO A EMPLEAR:   
ÁREA PARCELA:   
CLASE DE SEMILLAS A USAR:   
DOSIFICACIÓN DE SEMILLAS:

**LISTA DE VERIFICACIÓN**

CAPA DE TIERRA DE CHACRA LISTA:   
SEMILLAS LISTAS:   
IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD:

**COLOCACIÓN**

EMPLANTILLADO DE ÁREA INICIAL:   
COLOCACIÓN DE SEMILLAS:

**CONFORMIDAD**

\_\_\_\_\_  
Contratista

\_\_\_\_\_  
Supervisión

\_\_\_\_\_  
Coordinación

**FORMATO DE CONTROL A-03**

**COLOCACIÓN Y FIJACIÓN DE MANTA GEOSINTÉTICA**

PROYECTO: CONTROL DE EROSIÓN EN TALUDES CON GEOSINTÉTICOS  
PROPIETARIO: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
CONTRATISTA: GRUPO N° 01 - CONTROL DE EROSIÓN

FECHA: 

--

  
PARCELA #: 

--

  
GEOSINTÉTICO A EMPLEAR: 

--

  
ÁREA PARCELA: 

--

  
DIMENSIONES ZANJA DE ANCLAJE: 

--

  
ELEMENTOS DE FJACIÓN: 

--

  
DOSIFICACIÓN DE ELEMENTOS DE FIJACIÓN: 

--

**LISTA DE VERIFICACIÓN**

MANTA GEOSINTÉTICA: 

--

  
ZANJA DE ANCLAJE: 

--

  
ELEMENTOS DE FIJACIÓN: 

--

  
IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD: 

--

**COLOCACIÓN**

MANTA EN ZANJA DE ANCLAJE: 

--

  
TENDIDO DE MANTA EN TALUD: 

--

  
FIJACIÓN DE MANTA AL TALUD: 

--

**CONFORMIDAD**

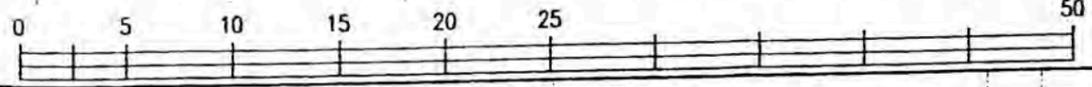
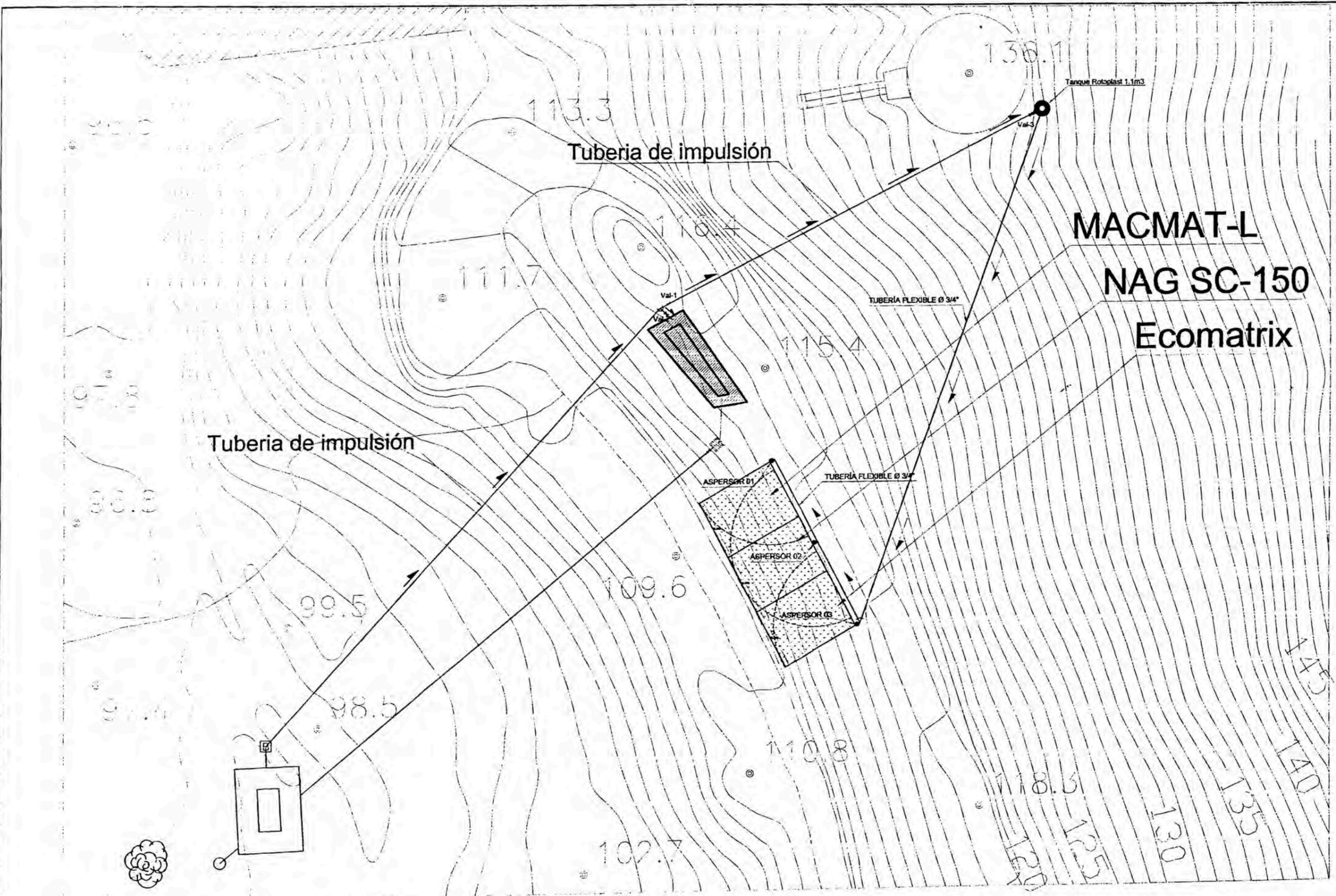
\_\_\_\_\_  
Contratista

\_\_\_\_\_  
Supervisión

\_\_\_\_\_  
Coordinación

# **- ANEXOS 04 -**

## **PLANOS DEL PROYECTO**



1. SISTEMA DE REFERENCIA MUNDIAL WGS 84
2. CUADRILLADO CADA 200 mts. ZONA 18 UTM
3. DATUM VERTICAL NIVEL MEDIO DEL MAR
4. DATUM HORIZONTAL WGS 84

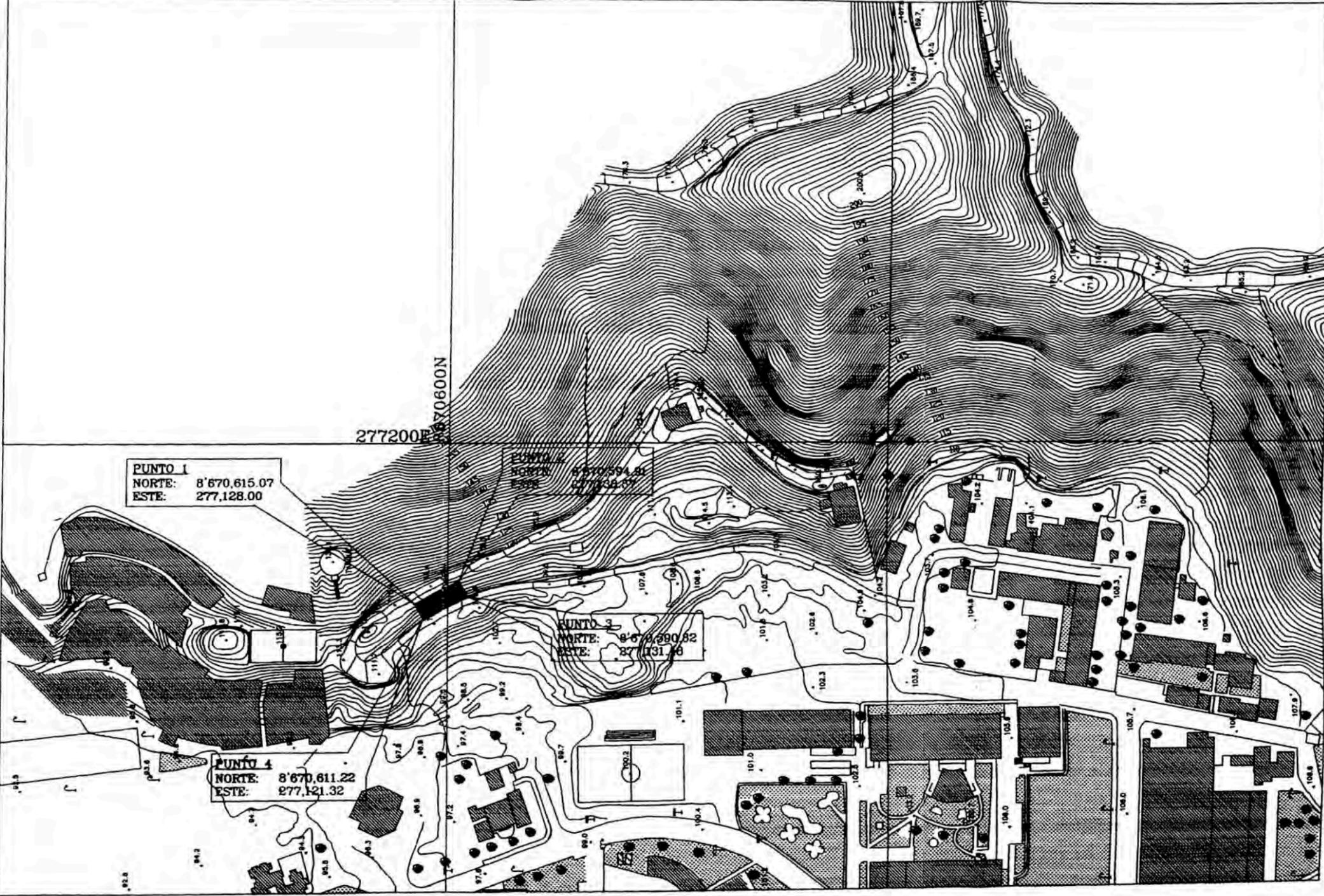
PROCESO	
DADO INSTR.	
MECANICA	
ELABORADO POR	R. CAMPANA
FECHA	05/05/07
REVISADO POR	
FECHA	
APROBADO POR	
FECHA	
EMITIDO PARA REVISION INTERNA	03/05/07

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 PROYECTO: CONTROL DE EROSION EN TALUDES  
 CON GEOSINTETICOS  
 PLANO: PLANO DE UBICACION  
 ESQUEMA GENERAL



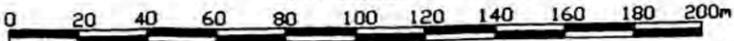
277400E 8670800 8670600 8670400 8670200

277200E



277000E

ESCALA GRAFICA  
1 : 2000



- 1. SISTEMA DE REFERENCIA MUNDIAL WGS 84
- 2. CUADRIILLADO CADA 200 mts. ZONA 18 UTM
- 3. DATUM VERTICAL NIVEL MEDIO DEL MAR
- 4. DATUM HORIZONTAL WGS 84

NOTAS

PLANO N°

REFERENCIAS

N° REV. FECHA

REVISIONES

POR REV. APR.

DISCIPLINAS

FECHA

FIRMAS

PROCESO:	
PRO INSTR.:	
MECANICA:	
CIVIL:	R. CAMPANA 03/05/07
ESTRUCT.:	
R.C. ELECTR.:	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

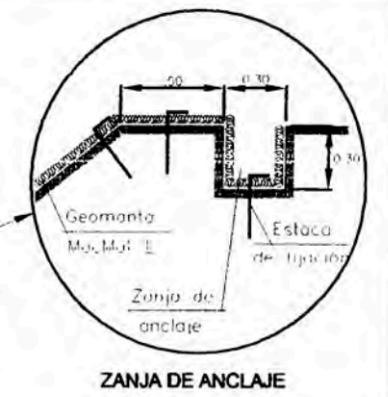
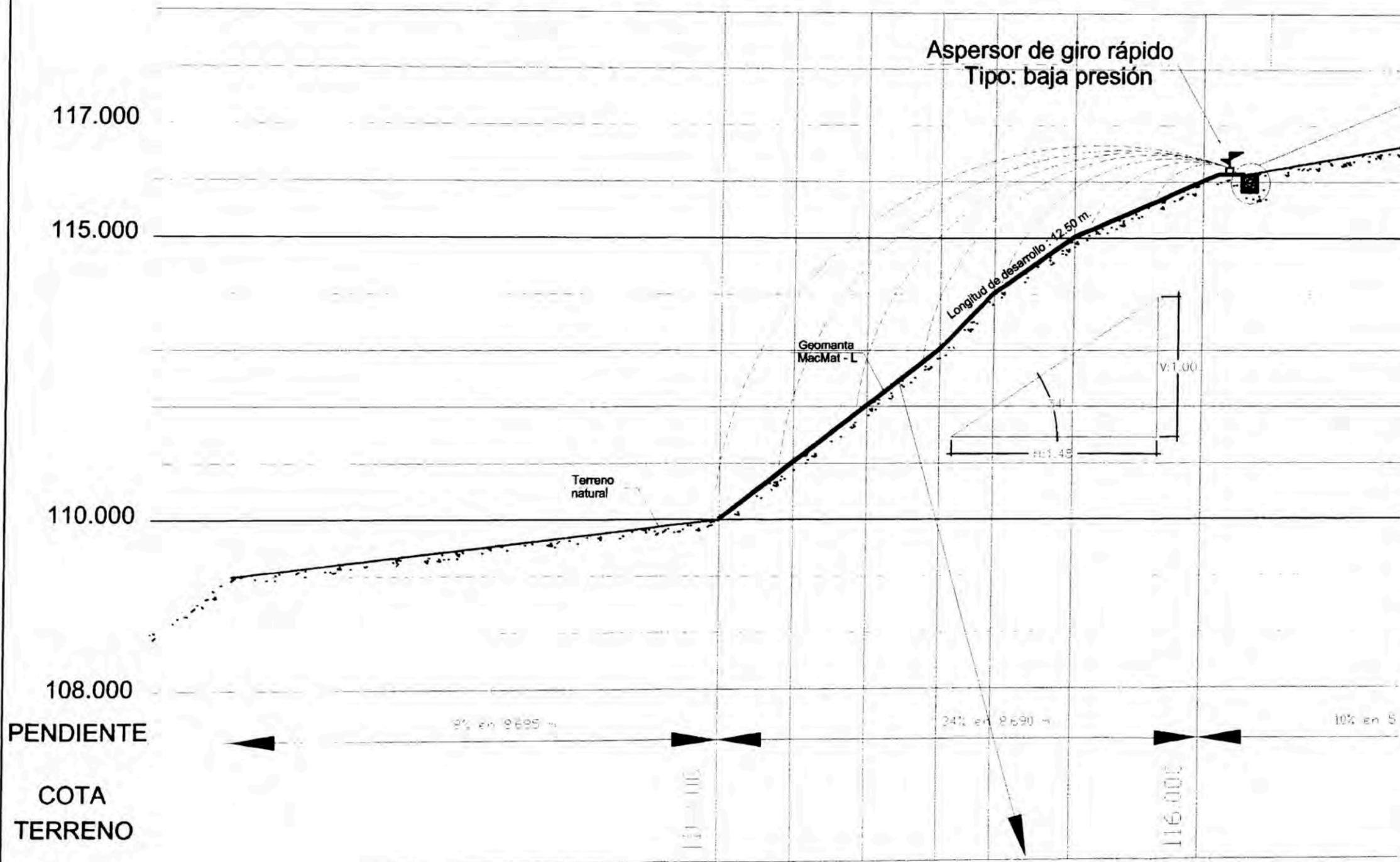
PROYECTO: CONTROL DE EROSION EN TALUDES  
CON GEOSINTETICOS  
PLANO: INGENIERIA CONCEPTUAL  
UBICACION DEL PROYECTO



N° DE PLANO  
01-CPT-01

ESCALA: 1:2000 NOM. ARCHIVO: CIV-CPT-01-REV.0 N° DE GRUPO: FC 01 AFE: REV. 0

# Perfil Geomanta MACMAT-L

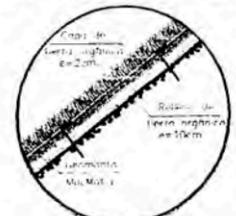


MacMat L

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MacMat L

INDICADOR	VALOR TÍPICO
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN LONGITUDINAL (N/m)	150 (ASTM D 4595)
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN TRANSVERSAL (N/m)	150 (ASTM D 4595)
ELONGACIÓN A LA RUPURA (%)	45 (ASTM D 4595)
RESISTENCIA A LA RUPURA LONGITUDINAL (N)	150 (ASTM D 4595)
RESISTENCIA A LA RUPURA TRANSVERSAL (N)	150 (ASTM D 4595)
ELONGACIÓN A LA RUPURA (%)	45 (ASTM D 4595)

MacMat L es una geomanta fabricada con una malla de PVC de alta resistencia y un revestimiento de polipropileno fundido en las puntas de anclaje.



1. DATOS DE IDENTIFICACIÓN: 000 04  
 2. FECHA DE ELABORACIÓN: 05/05/07  
 3. SISTEMA DE COORDENADAS: UTM  
 4. DATUM HORIZONTAL: S 83

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
PROYECTO:	CONTROL DE EROSIÓN EN TALUDES CON GEOSINTÉTICOS	
PLANO:	SECCION TRANSVERSAL Material 01: MACMAT - L	Nº DE PLANO CE-02
ESCALA:	1:300	Nº DE GRUPO/FIC: 01
DIAGRAMA:	1:2000	AFE: REV. 1

1. 14/05/07 EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA

E.A. P.C. P.C. F.F.T.T.R.

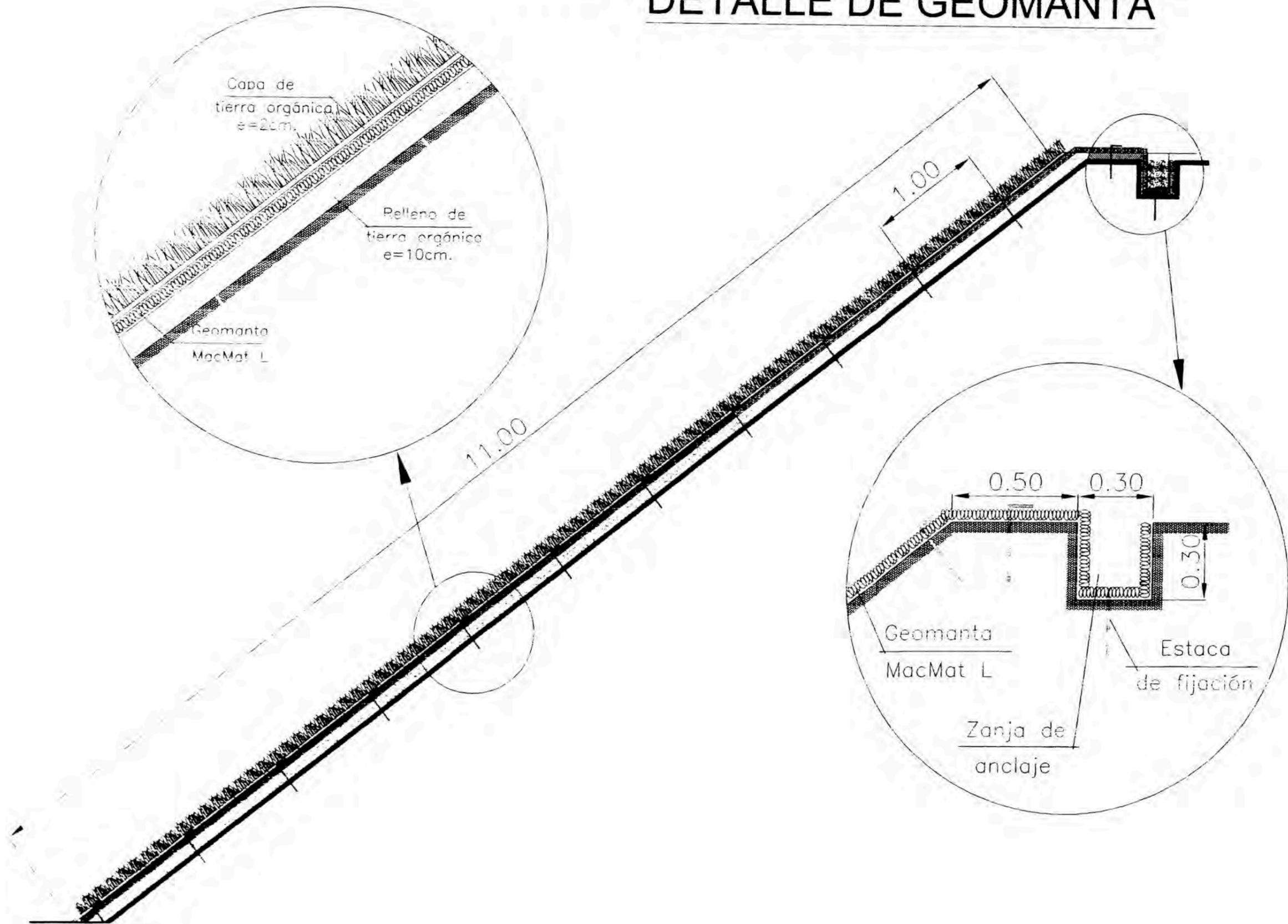
COORDINADOR

PROYECTISTA

REVISOR

APROBADO

# DETALLE DE GEOMANTA



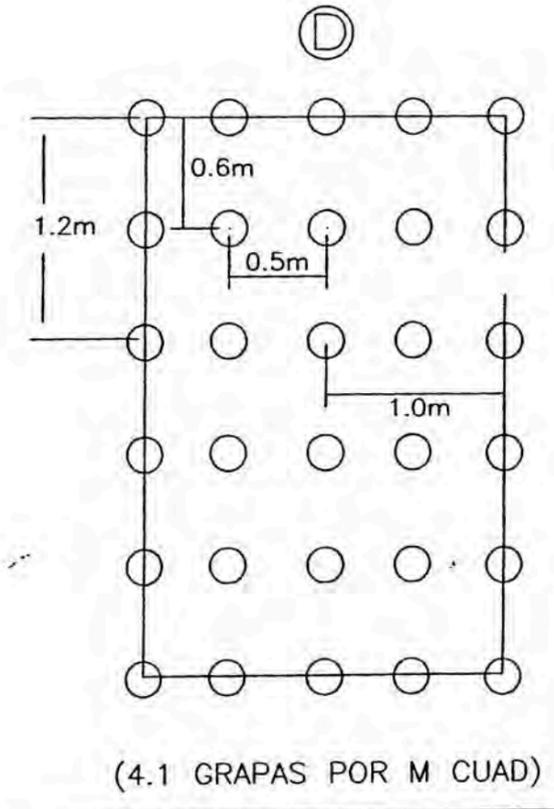
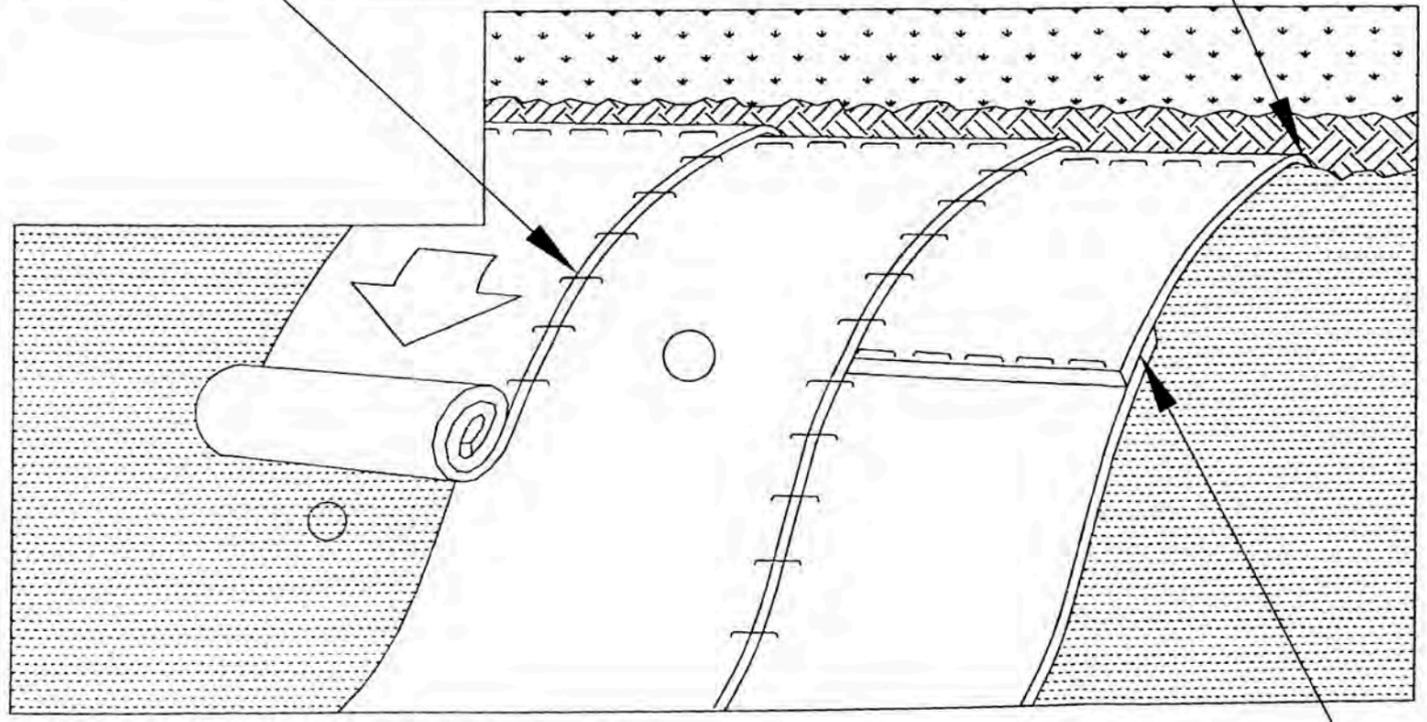
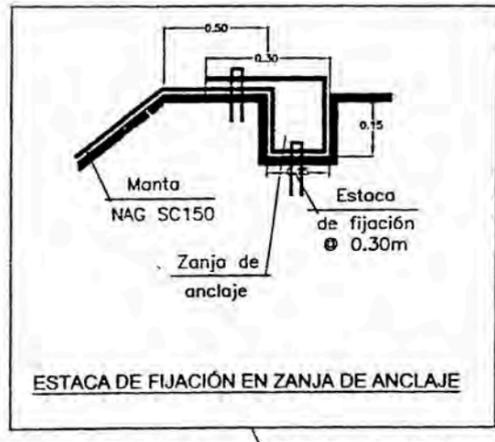
- 1. SISTEMA DE REFERENCIA: UTM, WGS 84
- 2. DATUM VERTICAL: DATUM DEL MAR
- 3. DATUM HORIZONTAL: DATUM DEL MAR

PROCESO:									
P&D INSTR.									
MECANICA									
OPERA. P. CAMPANA				05/05/07					
ESTRUCT.									
E.A.	R.C.	R.C.	ELECTR.						
PROY.	REV.	APR.	DISCIPLINAS	OTRO	OTRAS				

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL			
PROYECTO:	CONTROL DE EROSION EN TALUDES CON GEOSINTETICOS		
PLANO:	DETALLES CONSTRUCTIVOS Material 01: MACMAT - L		
ESCALA:	1:300	NO ARCHIVO:	1:2000
Nº DE GRUPO:	01	AFE:	REV 1

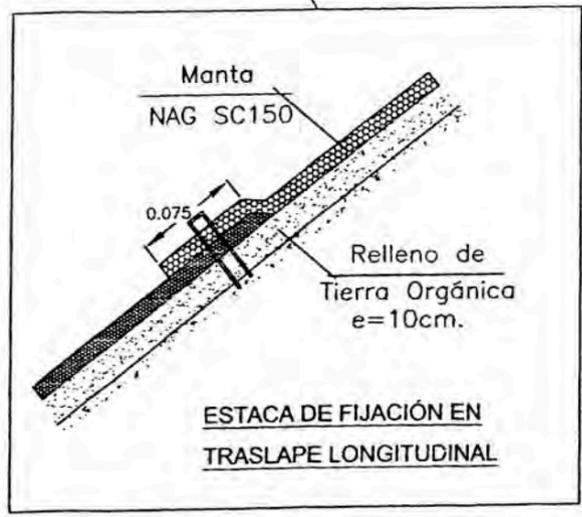
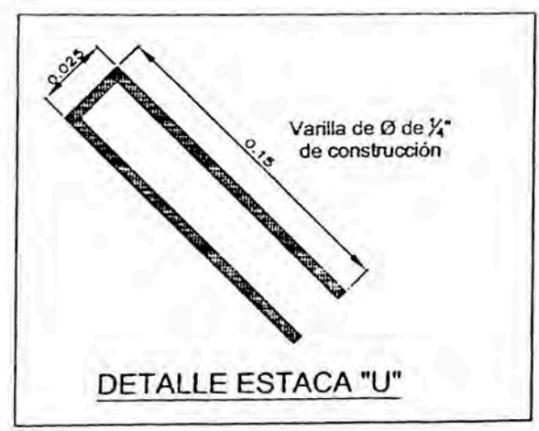


Nº DE PLANO  
**CE-03**



**Requerimientos de la Construcción**

- Prepare el terreno antes de instalar las mantas, incluyendo la aplicación de cal, fertilizante y semilla.
- Comience en la cabecera del talud sujetando la manta en una zanja de 15 cm de profundidad por 15cm de ancho con aproximadamente 30 cm de la manta extendida más allá de la pendiente alta de la zanja.  
 Sujete la manta al fondo de la zanja con una línea de grapas o estacas aproximadamente 30 cm una de la otra. Rellene y compacte la zanja después del engrape.  
 Riegue la semilla en el suelo compactado y doble las 30 cm restantes de manta sobre la semilla y el suelo compactado. Asegure la manta sobre el suelo con una línea de grapas o estacas aproximadamente 30 cm una de la otra a través del ancho de la manta.
- Desenrolle las mantas hacia abajo a través del talud con el lado apropiado hacia la superficie del suelo. Todas las mantas deberán asegurarse a la superficie del suelo por medio de grapas o estacas en lugares apropiados
- Los bordes de las mantas paralelas tienen que engraparse con un traslape de aproximadamente de 5 cm - 12.5 cm.
- Mantas consecutivas unidas en la bajada de los taludes, deben colocarse orilla sobre orilla (tipo escalonado) con un traslape de aproximadamente 7.5 cm. Engrape el área traslapada con una separación de aproximadamente 30 cm a través de todo el ancho de la manta.



- SISTEMA DE REFERENCIA MUNDIAL WGS 84
- CUADRILLADO CADA 200 mts. ZONA 18 UTM
- DATUM VERTICAL NIVEL MEDIO DEL MAR
- DATUM HORIZONTAL WGS 84

PLANO N°	REFERENCIAS	N° REV.	FECHA	REVISIONES	POR	PCV.	APR.	DISCIPLINAS	FECHA	FIRMAS
		1	14/05/07	EMITIDO PARA REVISION INTERNA	E.A.	R.C.	R.C.	ELECTR.		

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

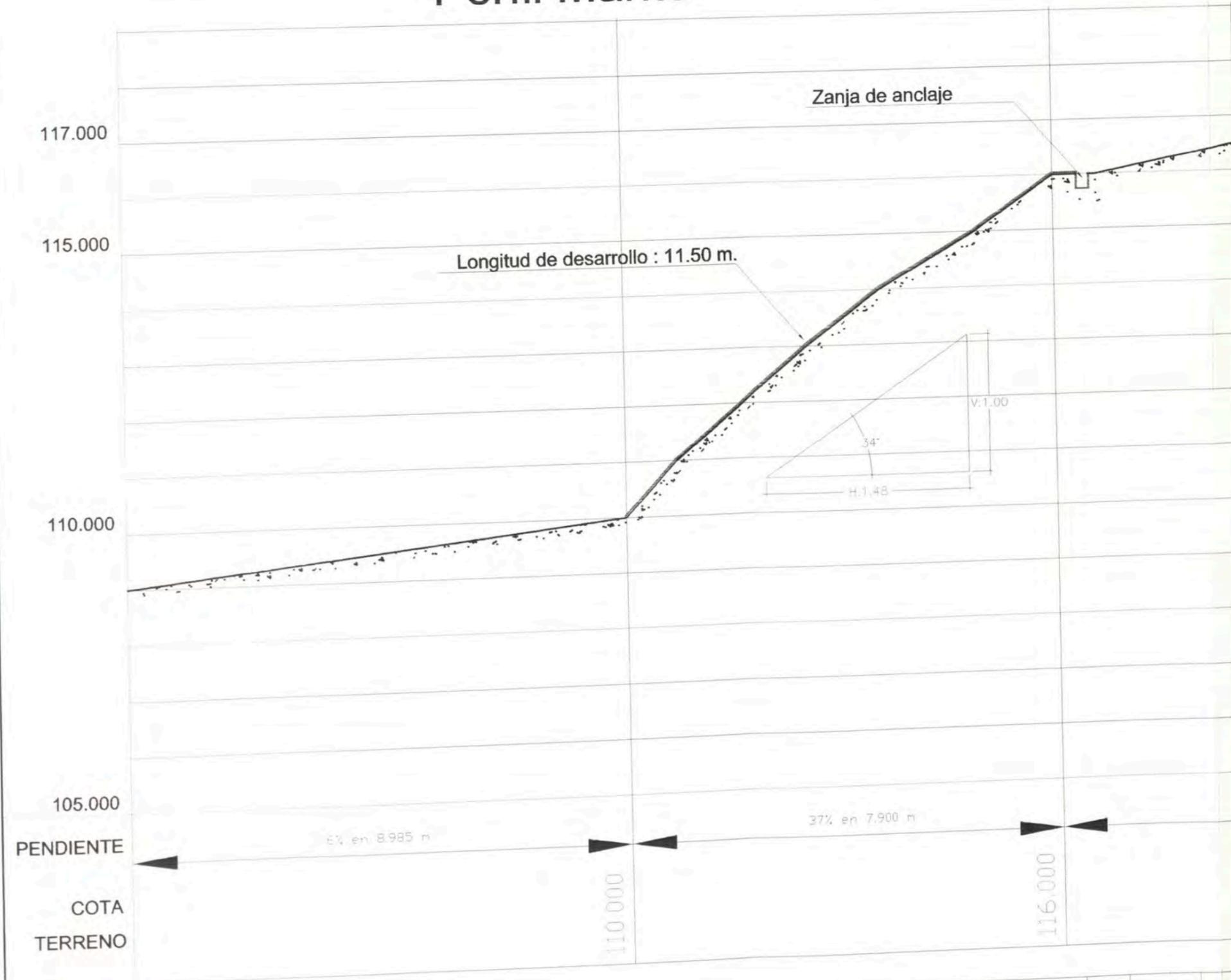
PROYECTO: CONTROL DE EROSION EN TALUDES CON GEOSINTETICOS

PLANO: DETALLES CONSTRUCTIVOS Material 02: NAG SC-150

ESCALA: 1:300 NOM.ARCHIVO: 1:2000 N° DE GRUPO.FIC: 01 AFE: REV. 1

N° DE PLANO: CE-04

# Perfil Manto NAG SC-150



## Composición del material

### 1. Red de encima y de abajo

La red de arriba, pesada, fotodegradable, con aditivos contra los rayos UV, con peso aproximado de 1.47 Kg./100 m<sup>2</sup> y la red de abajo, liviana, fotodegradable, 0.73 Kg./100 m<sup>2</sup>

### 2. Matriz

70% Fibra de Paja, (0.19 Kg./m<sup>2</sup>)  
30 % Fibra de Coco, (0.08 Kg./m<sup>2</sup>)

### 3. Hilo

Degradable.

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS SC150

Fabricada a máquina con una matriz de 70% de paja agrícola y 30% de fibra de coco. La longevidad funcional de la manta será de hasta 24 meses.

Esta manta deberá estar cubierta por encima con un entrelazado de polipropileno fotodegradable, pesado que contenga aditivos contra la luz ultravioleta para retardar su rompimiento y por debajo con un entrelazado de polipropileno fotodegradable, liviano. La manta deberá estar cosida cada 1.50 pulgadas (3.81 cm.) de puntada a puntada con hilo degradable.

## NAG SC150

Propiedad	Método de ensayo	Valores Típicos
Espesor	ASTM D5199 / ECTC	8.64 mm
Elasticidad	ECTC	75 %
Masa por unidad de área	ASTM D6475	424 gr./m <sup>2</sup>
Absorción de agua	ASTM D1117/ ECTC	200 %
Rigidez/Flexibilidad	ASTM D1388 / ECTC	12,397 mg-cm.
Penetración de luz	ECTC	11.70 %
Resistencia a la tensión MD	ASTM D5035	4.10 kN/m
Elongación MD	ASTM D5035	28.00%
Resistencia a la tensión TD	ASTM D5035	2.22 kN/m
Elongación TD	ASTM D5035	23.10 %

## Especificaciones de rollo

Ancho	2.03 metros
Largo	32.92 metros
Peso	19.95 Kg. + 10%
Área	66.89 m <sup>2</sup>

1. SISTEMA DE REFERENCIA MUNDIAL WGS 84
2. CUADRILLADO CADA 200 PIS. ZONA 18 UTM
3. DATUM VERTICAL NIVEL MEDIO DEL MAR
4. DATUM HORIZONTAL WGS 84

PROCESO:	PROYECTO:	PLANO:	ESCALA:	NOM.ARCHIVO:	N° DE GRUPO.FIC	AFE:	REV.
P&D INSTR:	CONTROL DE EROSION EN TALUDES CON GEOSINTETICOS	SECCION TRANSVERSAL Material 02: NAG SC-150	1:300	1:2000	01		1
MECANICA:							
CIVIL	R. CAMPAÑA	05/05/07					
ESTRUCT:							
ELECTR:							
E.A.	R.C.	R.C.	ELECTR:				
POP	REV.	APR.	DISCIPLINAS	FECHA	FIRMAS		
1	14/05/07	EMITIDO PARA REVISION INTERNA					
		REVISIONES					
PLANO N°	REFERENCIAS	N° REV.	FECHA				

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

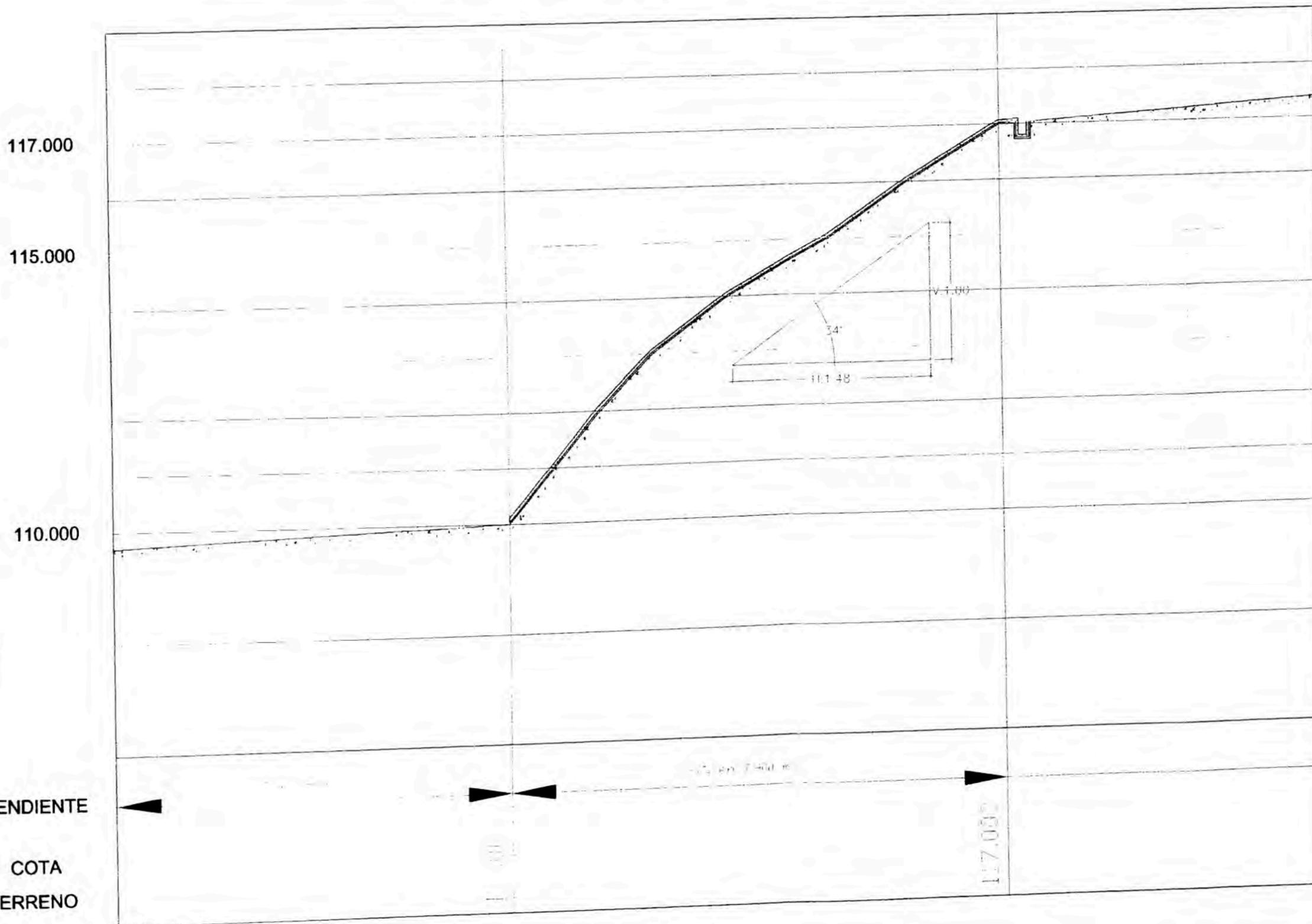
PROYECTO: CONTROL DE EROSION EN TALUDES CON GEOSINTETICOS  
PLANO: SECCION TRANSVERSAL Material 02: NAG SC-150



N° DE PLANO  
**CE-05**

ESCALA: 1:300 NOM.ARCHIVO: 1:2000 N° DE GRUPO.FIC: 01 AFE: REV. 1

# Perfil Manto Temporal Ecomatrix



**MANTO ECOMATRIX**

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ECOMATRIX		
Propiedad	Método de Prueba	Valor
Tamaño de apertura	Medida	2mm - 0.075"
Absorción de Humedad %	ASTM D 470	0.01
Resistencia a la Tensión	ASTM D 4632	1300/210 (lb/ft²)
Elongación a la rotura %	ASTM D 4632	140/60

valores para las direcciones de tráfego (longitudinal) y tramo (transversal) bajo condiciones de seguridad  
1/2 Longitudinal/Transversal

**PAVOTE**

**CARACTERÍSTICAS DEL ROLLO**

Tamaño del rollo	300 x 3.84 m.
Área del rollo	1152 m²
Peso del rollo	809.41

PENDIENTE ←

COTA

TERRENO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
CONTROL DE EROSION EN TALUDES  
CON GEOSINTETICOS  
SECCION TRANSVERSAL  
MATERIAL 03: ECOMATRIX

14/05/07 EMITIDO PARA REVISION INTERNA

E.A.	R.C.	R.C.	ELEJIR	FECHA	FIRMAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
PROYECTO: CONTROL DE EROSION EN TALUDES  
CON GEOSINTETICOS  
SECCION TRANSVERSAL  
MATERIAL 03: ECOMATRIX

Nº DE PLANO: **CE-06**

ESCALA: 1:300    NÚM ARCHIVO: 1:2000    Nº DE GRUPO/FIC: 01    AFE: REV 1

