



Organización de las Naciones  
Unidas para la Alimentación  
y la Agricultura

# GUÍA DE CAMPO PARA UNA EVALUACIÓN RÁPIDA DE LAS FUNCIONES PROTECTORAS DEL BOSQUE DEL SUELO Y EL AGUA



**Un método científico sólido, rentable  
y fácil de aplicar para recopilar datos a  
fin de promover el manejo forestal para  
la protección del suelo y el agua**

## Definiciones

### **Altitud**

Altitud sobre el nivel medio del mar

### **Área basal**

La superficie de una determinada unidad de tierra ocupada por la superficie de la sección transversal de los troncos y tallos de árboles medidos a la altura del pecho

### **Bioma**

Un ecosistema regional caracterizado por un conjunto de vegetación, animales, microbios y ambiente físico ubicado a menudo en un determinado clima y suelo

### **Cubierta del dosel**

El porcentaje de suelo cubierto por una proyección vertical del perímetro más exterior de la extensión natural del follaje de las plantas; no puede exceder del 100 por ciento (también denominado cierre de copa o cubierta de copa)

### **Clinómetro**

Un instrumento para medir el ángulo de elevación o pendiente, o inclinación de un accidente geográfico

### **Cubierta del suelo**

Vegetación u hojarasca que se encuentra sobre la cubierta del suelo

### **Bosque**

La tierra que se extiende por más de 0.5 ha con árboles de una altura superior a 5 m y una cubierta de dosel de más del 10 por ciento, o árboles capaces de alcanzar estos umbrales in situ; no incluye la tierra que se encuentra bajo un uso de la tierra predominantemente agrícola o urbano

### **Cubierta forestal**

Cubierta total de la superficie de bosque delineado por una proyección vertical

### **Cárcava**

Un canal seco de 30 cm o más, tanto de profundidad como de ancho que permanece como consecuencia de una corriente severa ocurrida sobre el terreno durante las precipitaciones; se debe tener en cuenta que las cárcavas no se nivelan mediante la labranza, mientras que los arroyos que son inferiores a 30 cm de ancho y de profundidad si

### **Accidente geográfico**

Una característica geomórfica específica en la superficie de la tierra; que puede variar desde las planicies, mesetas y montañas a las colinas, valles y abanicos aluviales

---

**Hojarasca**

Residuos de plantas muertas que cubren el suelo del bosque

**Material parental del suelo**

El material geológico (mineral u orgánico) a partir del cual se forma el suelo

**Parcela**

Una unidad experimental, o una superficie específica en el bosque establecida con el propósito de hacer muestreos

**Cuadrado**

Una parcela cuadrada o rectangular de tierra demarcada para el estudio de plantas y animales

**Arroyo**

Un canal seco de menos de 30 cm de ancho y profundidad, producto de una corriente severa sobre el terreno durante las precipitaciones; se debe tener en cuenta que los arroyos pueden ser nivelados mediante la labranza, mientras que las cárcavas (que son más de 30 cm de ancho y de profundidad) no lo son

**Pendiente**

Gradiente o inclinación del terreno

**Pilar de suelo**

Pilar de suelo coronado por hojas, raíces, piedrecillas, piedrín o ramas, formado durante la escorrentía de flujos sobre el terreno; utilizado como indicador de erosión laminar

**Sotobosque**

Un piso de vegetación, especialmente de plantas que crecen bajo el dosel del bosque

**Estructura de la vegetación**

Disposición física de varios componentes físicos y biológicos del bosque

**Tipo de vegetación**

Vegetación en la cual existe una especie o especies dominantes características, o un aspecto común de esta disposición

---

---

## INTRODUCTION

Los bosques desempeñan un papel significativo en la protección del suelo y el agua. Éstos protegen el suelo de la degradación y erosión y mejoran la pureza del agua actuando como un filtro. Las crecientes pérdidas de vidas y bienes debido a desastres relacionados con los sedimentos en los países en desarrollo ponen de relieve la necesidad de manejar los bosques para proteger el suelo y el agua. Tal manejo comprende la consideración del suministro de agua, la calidad de la misma, los drenajes, la escorrentía de las lluvias torrenciales, los derechos al recurso hídrico, la degradación de la tierra, la erosión, la planificación general y el uso de las cuencas hidrográficas. Las decisiones en materia de manejo forestal que se hagan en el presente afectarán los bosques durante muchos decenios por venir. Entonces, es importante que los gestores planifiquen ahora para lograr resiliencia ante los desastres, así como seguridad en materia hídrica. El manejo forestal sostenible es una parte importante de la planificación estratégica para la seguridad hídrica y la resiliencia ante los desastres relacionados con los sedimentos y el agua, lo cual constituye uno de los objetivos principales de la FAO.

Datos confiables acerca de las funciones protectoras de los bosques del suelo y el agua respaldarán a los gestores a la hora de articular metas y objetivos específicos relacionados con el suelo y el agua, así como a la hora de incorporarlas en los planes de manejo y en las prácticas para alcanzar resiliencia ante los desastres y la seguridad hídrica. Estos datos también servirán de apoyo para crear conciencia sobre las importantes funciones protectoras que desempeña el bosque.

---

Esta publicación presenta un método para recopilar datos confiables acerca de las funciones protectoras del bosque del suelo y el agua. Este método – de transecto lineal de la cubierta forestal y de evaluación de la erosión – registra datos sobre el dosel del bosque, la cubierta del suelo y la evidencia de erosión. El método fue diseñado a través de un estudio de la FAO para identificar el método de mayor validez científica y menor costo para la recopilación de datos en los países en desarrollo. El instrumento utilizado, el Densitómetro GRS, es pequeño, ligero, fácil de llevar y es comparativamente rentable. Este manual fue diseñado para los operadores que llevan a cabo los inventarios y para los investigadores interesados en evaluar las funciones protectoras de los bosques. Éste contribuirá a mejorar la capacidad de elaborar informes para los inventarios forestales nacionales y para las evaluaciones de los recursos forestales mundiales, así como para respaldar decisiones basadas en evidencias y elaborar políticas para el manejo sostenible de los bosques en los países en desarrollo. El manual complementa la Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2015 (FRA 2015), que promueve la utilización de la evidencia de cambios en los recursos forestales en los programas forestales nacionales a fin de respaldar el manejo forestal sostenible. Se invita a los países a utilizar el manual y a adaptar el método según sea necesario, a fin de amoldarlo a las circunstancias nacionales y subnacionales.

---

## **Cómo los datos recopilados utilizando el método recomendado pueden mejorar la elaboración de informes sobre las funciones protectoras del bosque del suelo y el agua**

---

A medida que aumenta la réplica de sitios de muestreo, será posible responder a las siguientes preguntas con mayor seguridad.

- ¿Cuándo proporciona el bosque la función protectora del suelo y el agua?
- ¿Cuál indicador forestal señala cuando es necesario contar con manejo forestal para la protección del suelo y del agua?
- ¿Cuál es la topografía clave para la protección del suelo y el agua?
- ¿Puede la cubierta del sotobosque ser un indicador para la protección del suelo y el agua? Si es así, ¿cómo? Qué porcentaje de cubierta es crítico y bajo cuáles condiciones topográficas e hídricas?
- ¿Cuáles/son las funciones del dosel del bosque para la protección del suelo y el agua?
- ¿Cuál debería ser el nivel del dosel del bosque y de la cubierta del suelo para efectuar las mejores prácticas de manejo para la protección del suelo y el agua?

---

## **CÓMO FUE DISEÑADO ESTE MÉTODO**

El método presentado en esta publicación es el resultado de un estudio de campo realizado por la FAO para identificar el método de mayor validez científica y de menor costo que permita recopilar datos acerca de las funciones protectoras del bosque, del suelo y el agua, en los países en desarrollo (detallado en el Documento de Trabajo No. 185, FAO, 2015: Probando métodos de campo para evaluar la función protectora de los bosques del suelo y el agua). El estudio comparó cuatro métodos: evaluación visual de la cubierta del suelo; evaluación del dosel del bosque y de la cubierta del suelo; transecto lineal de la cubierta forestal; y evaluación de la biomasa de la cubierta del suelo forestal. En colaboración con las organizaciones socias en los tres países pilotos – México, Nepal y Vietnam – los métodos fueron comprobados en el campo durante el verano de 2014. Un taller internacional con las contrapartes de los países pilotos, realizado en octubre de 2014, evaluó luego los métodos para medir la exactitud, el tiempo y los costos de recopilación de datos requeridos así como la facilidad para usarlos en el campo.

La evaluación de transecto lineal de la cubierta forestal fue evaluada como el mejor de los cuatro métodos. Sin embargo, el estudio concluyó que el método sería aún más útil si incluyera información sobre la erosión del suelo además de la cubierta forestal y en consecuencia, éste se modificó. El método modificado, presentado aquí se recomienda para su uso en los países en desarrollo a fin de mejorar la recopilación de datos y la elaboración de informes acerca de las funciones protectoras del bosque.

---

## PREPARACIÓN

### Atributos del sitio

El término “sitio” se refiere aquí a la ubicación general de la prueba de campo. El sitio debería:

- Ser bosque designado para la protección del suelo y el agua;
- Ser parte de un inventario forestal nacional, con datos descriptivos apropiados y disponibles, incluyendo tipo de suelo, tipo de vegetación, lista de especies predominantes y estructura general del bosque;
- Ser accesible fácilmente para aquellos que llevan a cabo la prueba de campo por ej: cerca de la carretera y de las oficinas del personal de campo;
- Ser tan diversos como sea posible, contando con una gama de densidades de sotobosque, que idealmente oscilen entre cubierta del suelo rala a densa.

### Descripción del sitio

Es necesario contar con información general acerca del ambiente y bosque en los sitios de muestreo a fin de analizar la situación del bosque para la función protectora de suelos y agua. Registrar la información general sobre los accidentes geográficos, elementos primarios del suelo, clima y vegetación en el formulario 1. Si se encuentran disponibles, los datos exhaustivos obtenidos a partir del inventario forestal nacional también pueden ser utilizados para proporcionar variables explicativas para evaluar la función protectora del suelo y el agua.



---

**Accidente geográfico.** Dado que los accidentes geográficos afectan las tasas de erosión, registrar la altitud, pendiente y dirección en el campo. Medir la altitud en metros utilizando un GPS (sistema de posicionamiento global). Medir la pendiente con un clinómetro y utilizar esta medición como punto de referencia para establecer el ángulo de pendiente y la dirección de pendiente.

**Material parental.** El material parental afecta las características del suelo incluyendo la erosionabilidad (la susceptibilidad a la erosión del suelo). Referirse a los datos publicados tales como los mapas geológicos. Cuando no se pueden obtener tales datos geológicos, se puede generar esta información con un tipo de suelo encontrado en el sitio. Si un mapa de suelos no se ha elaborado para el área, se pueden utilizar los tipos de suelo de la Base de datos de suelos mundiales armonizados de la FAO (<http://www.fao.org/soils-portal/levantamiento-de-suelos/mapas-historicos-de-suelos-y-bases-de-datos/base-de-datos-armonizada-de-los-suelos-del-mundo-v12/es/>).

**Clima.** Las condiciones climáticas son las fuerzas propulsoras de la erosión del suelo. La erosión del viento es un factor crítico en los países secos y la erosión del agua es severa en los países húmedos. La temperatura del aire también afecta a la descomposición del material orgánico presente en el suelo del bosque, que es útil para la agregación del suelo. Registrar la precipitación anual, la precipitación mensual promedio y la temperatura anual media a partir de los datos de una estación meteorológica o de una base de datos meteorológicos mundiales.

---

**Vegetación.** El tipo de bosque, la cubierta de dosel y la cubierta del suelo son factores claves que afectan el suelo y el agua. De los factores naturales que afectan la gestión de los recursos del suelo y el agua, por ej: tipo de suelo, pendiente y clima, sólo la vegetación puede ser manipulada. Entonces, los datos sobre el tipo de vegetación y las condiciones del bosque son indispensables para manejar el bosque con el fin de lograr funciones protectoras, y deberían ser recopilados minuciosamente. Registrar la siguiente información:

- bioma: identificar mediante referencias con un mapa de vegetación local o un mapa de vegetación mundial (<http://en.wikipedia.org/wiki/File:Vegetation.png>);
- tipo de hoja: latifoliadas o acículas, deciduas, siempreverdes o mixtas;
- manejo: plantación o bosque natural;
- área basal: medir utilizando un medidor de ángulo, con al menos tres repeticiones.

---

## FORMULARIO 1

### Información general sobre accidentes geográficos, clima y vegetación del bosque obtenida en el campo, estación meteorológica e inventarios forestales

|  |  |
|--|--|
| Supervisor   |  |
| Fecha  |  |
|  |  |
| <b>Accidente geográfico (registrado o medido en el campo)</b>  |  |
| Altitud  |  |
| Pendiente (°)  |  |
| Dirección de la pendiente  |  |
|  |  |
| <b>Material parental (a partir de mapas o base de datos) o tipo de suelo (a partir de un mapa de suelos)</b> |  |
|  |  |
| <b>Clima (a partir de estación meteorológica)</b>  |  |
| Precipitación anual (mm)   |  |
| Precipitación mensual promedio (mm)  |  |
| Temperatura anual media (°C)   |  |
| Temperatura mensual media (°C)   |  |
|  |  |

---

|   |  |
|---|--|
| <b>Vegetación de inventario forestal nacional (registrado o medido en el campo)</b> |  |
| Estructura  |  |
| Composición   |  |
| Tipo de vegetación  |  |
| Especies forestales   |  |
| Bioma   |  |
|   |  |
| <b>Vegetación de inventario forestal nacional (registrado o medido en el campo)</b> |  |
| Tipo de hoja  |  |
| Cubierta de dosel   |  |
| Tipo de manejo  |  |
| Área basal 1  |  |
| Área basal 2  |  |
| Área basal 3  |  |
| Área basal promedio   |  |

---

# Método de evaluación de transecto lineal de la cubierta forestal y de la erosión

Este método utiliza un Densitómetro GRS, disponible a partir de Soluciones de Recursos Geográficos ([www.grsgis.com](http://www.grsgis.com)). El instrumento utiliza un espejo para proyectar la ubicación del punto de muestreo en el dosel ubicado sobre la persona que sostiene el instrumento en el suelo. El densitómetro puede ser alineado para dar una línea vertical exacta hacia el dosel o hacia el suelo. Ensambladas dentro de un tubo visor se encuentran dos ampollas de nivel con burbujas. Quien lleva a cabo el monitoreo simplemente observa a través de la unidad hasta que las burbujas de la ampolla están alineadas y luego registra las características del atributo ubicado en el centro del punto del visor del instrumento.

La recopilación de datos se realiza mejor con un equipo de tres personas, dos personas toman la lectura del densitómetro y el tercero registra el dato.

## Pasos

1. Establecer un número de parcelas de acuerdo a un método estadístico apropiado de 20 m x 20 m (ver la Figura) con dos líneas ortogonales imaginarias este-oeste y norte-sur para garantizar un muestreo uniforme y correcto.
2. Utilizar el densitómetro para determinar la cubierta de copas y del suelo, de la siguiente manera. Ajustar el densitómetro a una posición horizontal. Caminar de uno de los extremos de la línea imaginaria este-oeste en dirección al otro extremo, detenerse para tomar la lectura

---

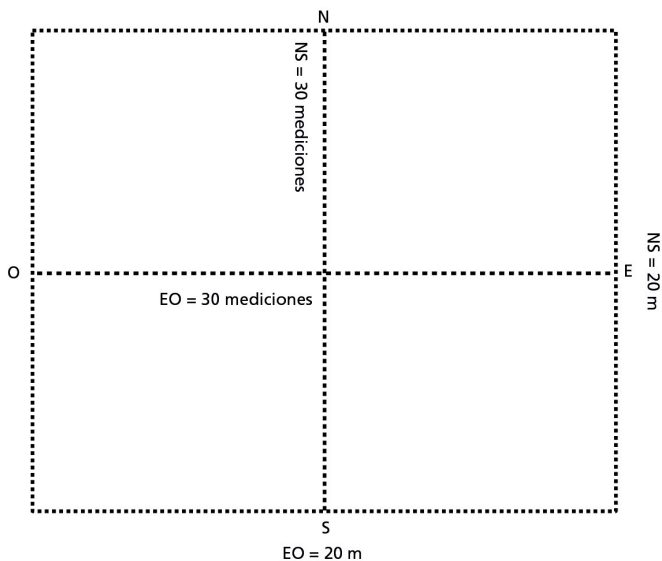
del dosel (cielo u hoja/vegetación) y de la cubierta del suelo (vegetación, raíces, hojarasca, piedras/rocas, madera muerta y suelo baldío) en cada paso. Repetir la operación para la línea norte-sur. Tomar 30 lecturas a lo largo de cada línea.

3. El lector debe anunciar las lecturas con voz segura, de manera que quien registra capte y transcriba la lectura de manera correcta. Quien registra debe asegurarse de llenar todos los espacios en la hoja de registro de datos (Formulario 2). Para evitar datos erróneos es importante ajustar el densitómetro en una posición horizontal para cada una y todas las lecturas.
4. Mientras se registra el dosel y la cubierta del suelo, registrar también la presencia de pilares del suelo como evidencia de la erosión. Registrar la cantidad de cárcavas presentes a lo largo de las líneas, así como su ancho y profundidad. Asimismo registrar la pendiente general del sitio de muestreo.

---

**Cuadrado con líneas imaginarias este-oeste y norte-sur  
a lo largo de cada una de las cuales se deben efectuar 30  
mediciones con densitómetro**

---



---

## FORMULARIO 2

### Hoja de datos de campo para evaluar el dosel del bosque y la cubierta del suelo y la erosión

---

|                                 |
|---------------------------------|
| Parcela No.:                    |
| Ubicación:                      |
| Coordenadas iniciales:          |
| Topografía (pendiente):         |
| Supervisor:                     |
| Persona que registra los datos: |
| Tipo de vegetación:             |

#### Legenda

Lectura del dosel: H (hoja); C (cielo)

Lectura del suelo: 0 (vegetación); 1 (raíces); 2 (hojarasca); 3 (piedras/rocas); 4 (madera muerta); 5 (suelo baldío)

| Punto | Dosel | Suelo | Pilares del suelo |
|-------|-------|-------|-------------------|
| 1     |       |       |                   |
| 2     |       |       |                   |
| 3     |       |       |                   |
| 4     |       |       |                   |
| 5     |       |       |                   |
| 6     |       |       |                   |
| 7     |       |       |                   |
| 8     |       |       |                   |
| 9     |       |       |                   |
| 10    |       |       |                   |
| 11    |       |       |                   |
| 12    |       |       |                   |
| 13    |       |       |                   |
| 14    |       |       |                   |
| 15    |       |       |                   |

| Punto | Dosel | Suelo | Pilares del suelo |
|-------|-------|-------|-------------------|
| 16    |       |       |                   |
| 17    |       |       |                   |
| 18    |       |       |                   |
| 19    |       |       |                   |
| 20    |       |       |                   |
| 21    |       |       |                   |
| 22    |       |       |                   |
| 23    |       |       |                   |
| 24    |       |       |                   |
| 25    |       |       |                   |
| 26    |       |       |                   |
| 27    |       |       |                   |
| 28    |       |       |                   |
| 29    |       |       |                   |
| 30    |       |       |                   |



| Punto | Dosel | Suelo | Pilares del suelo |
|-------|-------|-------|-------------------|
| 31    |       |       |                   |
| 32    |       |       |                   |
| 33    |       |       |                   |
| 34    |       |       |                   |
| 35    |       |       |                   |
| 36    |       |       |                   |
| 37    |       |       |                   |
| 38    |       |       |                   |
| 39    |       |       |                   |
| 40    |       |       |                   |
| 41    |       |       |                   |
| 42    |       |       |                   |
| 43    |       |       |                   |
| 44    |       |       |                   |
| 45    |       |       |                   |

| Punto | Dosel | Suelo | Pilares del suelo |
|-------|-------|-------|-------------------|
| 46    |       |       |                   |
| 47    |       |       |                   |
| 48    |       |       |                   |
| 49    |       |       |                   |
| 50    |       |       |                   |
| 51    |       |       |                   |
| 52    |       |       |                   |
| 53    |       |       |                   |
| 54    |       |       |                   |
| 55    |       |       |                   |
| 56    |       |       |                   |
| 57    |       |       |                   |
| 58    |       |       |                   |
| 59    |       |       |                   |
| 60    |       |       |                   |

Cálculos: lectura del dosel = No. de cielo/No. de puntos de muestreo ×100%

Lectura del suelo = No. de vegetación/No. de puntos de muestreo ×100%

| No. de cárcavas: |             |
|------------------|-------------|
| Ancho            | Profundidad |
|                  |             |
|                  |             |
|                  |             |
|                  |             |
|                  |             |
|                  |             |
|                  |             |
|                  |             |
|                  |             |
|                  |             |

| No. de arroyos: |             |
|-----------------|-------------|
| Ancho           | Profundidad |
|                 |             |
|                 |             |
|                 |             |
|                 |             |
|                 |             |
|                 |             |
|                 |             |
|                 |             |
|                 |             |
|                 |             |



Y. ADIKARI, FAO

*Uso de Densitómetro GRS en el campo*

### **Equipo necesario**

- Densitómetros GRS (2 aparatos)
- Una brújula (para registrar las coordenadas de latitud y longitud)
- Clinómetro (pendiente del terreno)
- Cintas de medición (para medir el ancho y profundidad de arroyos y cárcavas)
- Hojas de datos de campo, bolígrafos y lápices
- Cámara (opcional) y baterías

---

## ACIERTOS Y ERRORES

- Se recomienda un equipo de tres personas. Una persona para registrar todos los datos en el campo, y las otras dos efectúan la medición.
- No cambiar a los miembros del equipo. Desarrollar experiencia con un equipo estable durante un período de tiempo fortalece el equipo de trabajo y la armonía, favoreciendo así una mayor eficiencia.
- Antes de salir al campo, verificar la lista de equipos necesarios para estar seguro de que se tiene todo lo necesario. Prepara todos los instrumentos necesarios de manera que una vez en el campo se puede iniciar el muestreo inmediatamente.
- Elegir un sitio tan diferente como sea posible de manera que se incluya una gran variedad de información en el conjunto de datos.
- No superar los 35 o 40 grados de pendiente, dado que es peligroso recopilar datos en pendientes más inclinadas.
- Verificar que se han llenado todas sus hojas de datos antes de que se abandone el campo.
- Poner el teléfono móvil en modalidad de vibración mientras se trabaja.
- Llevar siempre un botiquín de primeros auxilios.

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la FAO los apruebe o recomiende de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan.

Las opiniones expresadas en este producto informativo son las de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente los puntos de vista o políticas de la FAO.

© FAO, 2015

La FAO fomenta el uso, la reproducción y la difusión del material contenido en este producto informativo. Salvo que se indique lo contrario, se podrá copiar, descargar e imprimir el material con fines de estudio privado, investigación y docencia, o para su uso en productos o servicios no comerciales, siempre que se reconozca de forma adecuada a la FAO como la fuente y titular de los derechos de autor y que ello no implique en modo alguno que la FAO apruebe los puntos de vista, productos o servicios de los usuarios.

Todas las solicitudes relativas a la traducción y los derechos de adaptación así como a la reventa y otros derechos de uso comercial deberán dirigirse a [www.fao.org/contact-us/licence-request](http://www.fao.org/contact-us/licence-request) o a [copyright@fao.org](mailto:copyright@fao.org).

Los productos de información de la FAO están disponibles en el sitio web de la Organización ([www.fao.org/publications](http://www.fao.org/publications)) y pueden adquirirse mediante solicitud por correo electrónico a [publications-sales@fao.org](mailto:publications-sales@fao.org).