

## Subprotocolo 4: Monitoreo de la Vegetación

**Incluye la ubicación de las parcelas de monitoreo y el monitoreo de la vegetación en el terreno, adecuados para el establecimiento de la línea base y el monitoreo de todos los métodos de restauración, incluyendo la regeneración natural, y los cálculos posteriores de las tasas de supervivencia. También ofrece orientación opcional para la evaluación de las reservas de carbono.**

Proporciona datos de campo para indicar el impacto A: # de árboles restaurados (que sobrevivieron y aglomerados) después de 5 años, el indicador 1.2: # de árboles que se regeneran de forma natural por área restaurada, y el indicador 1.5: % de supervivencia de los árboles plantados después de 5 años.

Los resultados generados por este análisis serán comparados con los datos de la teledetección de árboles (subprotocolo 1), que sólo funciona con árboles de un tamaño visible por teledetección. Mientras que este monitoreo de vegetación sobre el terreno sólo se realiza en una zona de muestreo por hectárea, la teledetección de árboles se realiza tomando muchas más muestras distribuidas por toda la zona en restauración. La información de ambas metodologías será útil para determinar el número final de árboles restaurados para el Programa.

Creado por Starry Sprenkle-Hyppolite, Danielle Celentano, Leon Theron, Isabel Hillman y Elise Harrigan que forman parte de CI, con referencias en los protocolos de monitoreo que se enlistan en la sección de referencias.

**Datos recogidos por los desarrolladores de los proyectos y enviados al IMP. Análisis completo realizados por el equipo de monitoreo global. Requerido en todos los proyectos.**

*Aviso: es extremadamente difícil conseguir un conjunto genérico de requisitos de supervisión que pueda extenderse a todos los posibles sitios del Programa PPC. La información siguiente tiene la intención de ser una guía para el conjunto mínimo de requisitos para el Programa PPC. Si desea añadir un monitoreo más riguroso además de lo que aquí se expone, le animamos a que lo haga poniéndose en contacto con el equipo de monitoreo global de CI o de WRI.*

### **Guías para los usuarios**

Este subprotocolo se ha desarrollado para proporcionar claridad sobre la colocación de las parcelas de monitoreo en los lugares de restauración y el monitoreo de la vegetación sobre el terreno (incluyendo el monitoreo de la regeneración natural) para los desarrolladores de proyectos. El monitoreo de la regeneración natural no es necesario para los proyectos que consisten exclusivamente en la plantación de árboles. Sin embargo, recomendamos que incluso los proyectos de plantación de árboles monitoreen la regeneración natural adicional a sus plántulas plantadas, con el fin de medir el número total de árboles restaurados en su proyecto, incluso si este método no se mencionó explícitamente entre los métodos elegidos en los objetivos del proyecto.

Este protocolo también describe el procesamiento de los datos resultantes por parte del equipo de monitoreo global.

Los datos recogidos en las parcelas de monitoreo, siguiendo este procedimiento, se utilizarán para extrapolar los datos de toda la zona restaurada, basándose en la fracción del sitio que se midió directamente en las parcelas de monitoreo. Debido a esto, es extremadamente importante que las parcelas de monitoreo capturen área representativas con áreas promedio de la zona restauradas (potencialmente con necesidad de estratificación, si hay diferencias importantes). También es esencial que haya un número adecuado de parcelas de monitoreo. Guianza de esto se ofrece en las secciones siguientes.

Este protocolo incluye tanto el monitoreo mínimo requerido para satisfacer los requisitos del Programa PPC, así mismo como pautas adicionales opcionales para un monitoreo más intensivo para los proyectos que buscan estimar la secuestración de carbono. Tenga en cuenta que el monitoreo adicional de la vegetación sugerido aquí, por sí mismo, no será suficiente para permitir la obtención de créditos de carbono, y, la obtención de créditos de carbono no es posible en todas las áreas en las que trabaja el PPC. Hay muchos más pasos en este proceso, incluida la presentación de documentos de diseño de proyecto más detallados, análisis de línea base y análisis de adicionalidad y fugas. Las directrices completas para este proceso están todavía en desarrollo (se estima para finales de 2022).

El monitoreo de la vegetación sobre el terreno está diseñado para informar y conectar con el monitoreo por teledetección, que se cubre en el subprotocolo 1.

#### **Tiempos y frecuencia del monitoreo de control:**

El monitoreo de las zonas restauradas debería consistir en una línea base (para documentar los árboles existentes antes o en el momento de plantación), en el año 2,5 y en el año 5, pero si el tiempo y los recursos lo permiten, podría hacerse un monitoreo cada año. Este monitoreo no sustituye la gestión del lugar, que puede ser necesaria con mayor frecuencia.

#### **Importancia del monitoreo de la vegetación**

El monitoreo de la vegetación permite calcular la diversidad general y la riqueza de especies de los árboles plantados y en regeneración (regenerantes) en los sitios de restauración. Este monitoreo ayudará a informar sobre la posible gestiones adaptativas, especialmente en situaciones en las que las especies arbóreas plantadas tengan bajas tasas de supervivencia y aprender de nuevas especies más apropiadas sea necesario. Todo lo aprendido debería trasladarse a la selección de especies para futuras plantaciones de enriquecimiento.

## **METODOLOGÍA**

Se asume que el sitio, o "área restaurada" ya está definida por datos geoespaciales GIS shapefile y que la información básica del sitio ya ha sido enviada en el reporte de establecimiento del sitio.

Los siguientes procedimientos deben seguirse para garantizar la correcta recolección de datos.

**Definición de las áreas restauradas según la metodología de restauración:** En general, un área definida como "área restaurada" tendrá un único método de restauración (o una combinación designada de métodos) aplicados *de forma coherente* en *todo el sitio*. Si este no es el caso, y se utilizan diferentes métodos de restauración en diferentes partes de un área restaurada, se crean

polígonos separados dentro de un archivo shapefile para las áreas con los diferentes métodos (o combinación de métodos). El ejemplo más sencillo para ilustrar esto es si el lugar se divide por la mitad, con un método en un lado y otro en el otro, como en un diseño experimental para probar diferentes métodos (véase la figura 1). Cada una de esas áreas tendría que ser tratada por separado para su monitoreo: el protocolo de monitoreo descrito a continuación se aplicaría a cada una de esas zonas restauradas subdivididas, por separado.

**Estratificación:** Si la zona restaurada presenta una diversidad significativa de topografía, vegetación, historial de uso de la tierra, perturbación, etc., que puede influir significativamente en el éxito de la restauración, los ejecutores deben estratificar las parcelas de monitoreo para representar y capturar estas diferencias (Figura 1). Por ejemplo, si la mitad del sitio tiene una pendiente muy elevada y la otra mitad es plana, las parcelas deberían ser aleatorias dentro de la mitad inclinada y la mitad plana. Esto puede ser especialmente importante si hay varios tipos de vegetación (es decir, suelos despejados contra forrajes contra crecimiento secundario) en la zona. Los implementadores deben definir las diferentes zonas y asegurarse de que las parcelas de monitoreo se sitúan en esas zonas. Esta estratificación, o zonificación, debe anotarse en la información sobre las parcelas de monitoreo. Esto es especialmente importante si el promotor tiene previsto realizar estimaciones de carbono para la zona restaurada.

**Estratificación en el contexto del cumplimiento estándar de carbono:** La agrupación de tipos de vegetación similares en función de la biomasa, la composición de las especies, el tipo de suelo y la estructura ayuda a reducir la variancia general y disminuye las incertidumbres. Las imágenes de satélite se utilizan con mayor frecuencia en la primera iteración de la estratificación y luego se pueden perfeccionar en combinación con los mapas topográficos y el muestreo inicial sobre el terreno.

La zona de restauración prevista puede clasificarse en primer lugar utilizando las imágenes de satélite más recientes y de mayor resolución disponibles y la zona puede clasificarse en función de la cubierta de copas de árboles, aunque la clasificación de la cubierta de copas puede ser difícil en el caso de los bosques escasos y degradados. Se pueden hacer ajustes tras un estudio de campo de prueba.

Debe ser notorio, que aunque la estratificación no es esencial para la verificación del carbono, pero si reduce la incertidumbre y evita las deducciones de confianza. Los verificadores no examinarán la estratificación real con gran detalle, a menos que un proyecto específico tenga motivos para distinguir cuidadosamente entre las clases de cobertura del suelo. Los verificadores se centrarán en los niveles de incertidumbre (variación) de cada estrato.

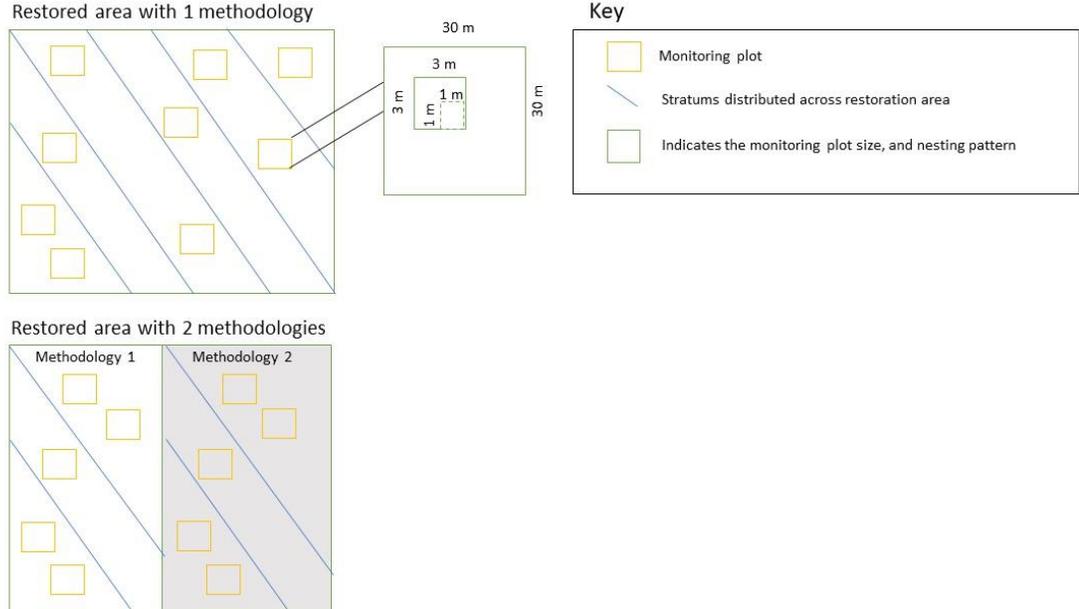


Figura 1. Zonas restauradas utilizando 1 (arriba) o 2 metodologías de restauración

**Determinación del número de parcelas de monitoreo en función del tamaño de la zona restaurada, en hectáreas para las zonas restauradas (sitios)**

Con el fin de garantizar un muestreo adecuado para la extrapolación de datos, es extremadamente importante que haya un número adecuado de parcelas de monitoreo. El número de parcelas de monitoreo necesarias se basa en el tamaño de la zona restaurada y varía si el promotor realiza o no una estimación del carbono sobre el terreno (opcional). En la Tabla 1 proponemos un método sencillo basado en la superficie para determinar el número de parcelas de monitoreo, que también establece el mínimo requerido. Los implementadores que deseen utilizar un método más técnico para determinar la proporción de muestreo correcta, por ejemplo, utilizando su propio conocimiento de la variedad y varianza esperada para realizar un análisis de potencia, son bienvenidos a hacerlo. Si algún otro método más técnico es utilizado, el equipo de monitoreo global debe revisarlo y aprobarlo. El número de parcelas de monitoreo no puede ser inferior al mínimo requerido (Tabla 1), a menos que el método sea aprobado y el número de parcelas sea acordado con el equipo de monitoreo global.

Cuadro 1: Número mínimo de parcelas de monitoreo en función del tamaño de la zona restaurada (en hectáreas).

<b>Superficie restaurada (ha) = A</b>	<b>Número de parcelas (norma mínima del PPC)</b>
$A \leq 50$	1 por hectárea
$A > 50 \leq 100$	1 por ha para los primeros 50, 1 por 2ha para los segundos 50

A > 100	1 por ha para los primeros 50, 1 por 2ha para los segundos 50, 1por 5ha para todos los que superen los 100
---------	--

### **Determinación del número de parcelas por estrato para los proyectos de carbono.**

Para la verificación del carbono, la densidad del muestreo viene determinada por el nivel de incertidumbre<sup>1</sup> deseado. Si la incertidumbre supera el 10%, habrá que aplicar deducciones de confianza a los valores de carbono: la línea base debe ajustarse al alza y las reservas de carbono del proyecto a la baja (véase [.ar-am-tool-14-v4.2.pdf \(unfccc.int\)](#)).

La siguiente herramienta A/R del Método de Desarrollo Limpio (MDL) describe cómo calcular el número de parcelas por estrato: [CDM AR \(unfccc.int\)](#)

Winrock tiene una herramienta de tablas para las calculaciones que puede utilizarse para calcular el número de parcelas por estrato [Winrock Sample Plot Calculator Spreadsheet Tool](#) y también puede utilizarse para obtener estimaciones de costos de muestreo.

### **Determinación de la ubicación de las parcelas de monitoreo dentro de la zona restaurada**

#### **Ubicación y orientación:**

Cada rincón de la parcela de monitoreo debe registrarse con un dispositivo GPS.

**Distribución de las parcelas:** Las parcelas de muestreo deben estar distribuidas uniformemente por todo el emplazamiento (es decir, no pueden agruparse en uno o dos extremos/al borde del sitio o zona). Podría imaginarse que una cuadrícula de una hectárea cuadrada se extiende por todo el sitio, y que debe colocarse una parcela en cada hectárea cuadrada (por ejemplo, para un sitio o zona de hasta 50 ha). La ubicación de las parcelas de monitoreo debe ser aleatoria, dentro de la cuadrícula de hectáreas cuadradas. Todas las parcelas deben estar orientadas de forma que sus bordes discurren por los ejes norte-sur y este-oeste.

Para determinar dónde deben colocarse las parcelas, pueden generarse en ArcGIS los puntos centrales de las parcelas, denominados "centroides de las parcelas", utilizando la herramienta Fishnet con una separación de 30 metros, y diciéndole al programa que elija aleatoriamente las ubicaciones de los centroides. También puede utilizar un generador de números aleatorios, como un cronómetro, para determinar el número de pasos o metros de distancia de los bordes del sitio en que debe colocarse una parcela.

Es posible que haya que hacer algunas correcciones en la colocación aleatoria. Por ejemplo, la distribución de las parcelas debe tener en cuenta los estratos presentes en el lugar. Por ejemplo, si su terreno no tiene vegetación en el 30% de su superficie y tiene un crecimiento secundario en el 70%, se trata de dos estratos vegetativos diferentes. Puede que tenga que romper la regla de la colocación aleatoria de algunas parcelas para asegurarse de que la fracción correcta está en cada estrato.

<sup>1</sup> La incertidumbre en el valor medio de un parámetro estimado es igual al error estándar estimado de la media ampliado al 90% de confianza dividido por el valor medio, expresado en porcentaje

El 30% de las parcelas de control de la vegetación deben estar situadas en la zona sin vegetación, o estrato, mientras que el 70% restante se encuentra en la zona de crecimiento secundario, o estrato. Si tiene varios estratos en una pequeña zona restaurada y el número de estratos de vegetación supera el número de hectáreas que se están restaurando, tendrá que superar el requisito de monitoreo mínimo de 1/ha, para garantizar una cierta cobertura de monitoreo en cada estrato (es decir, se necesitarían 2 parcelas en una parcela de 1 ha con 2 estratos de vegetación).

Por último, las parcelas tampoco deben situarse a menos de 5 metros del límite del lugar de restauración, para evitar los efectos de borde.

#### Descripción de la parcela de monitoreo:

Todas las parcelas de monitoreo son de 30 m x 30 m, donde se registran todas las especies arbóreas grandes (> 10 cm de diámetro a la altura del pecho - DAP). Dentro de cada estrato, para cada hectárea de área restaurada, la parcela de 30 m x 30 m contendrá 1 o 2 parcelas anidadas más pequeñas, una de 3 m x 3 m (9 m<sup>2</sup>) y, dentro de ésta, una parcela opcional de 1 m x 1 m (1 m<sup>2</sup>), para el monitoreo de los árboles más pequeños, como se describe en la sección siguiente (ilustrada en la Figura 2). La ubicación de las subparcelas de 3 m x 3 m y de 1 m x 1 m se asigna de forma aleatoria dentro de la parcela permanente de 30 m x 30 m la primera vez, pero a partir de entonces debe ser permanente.

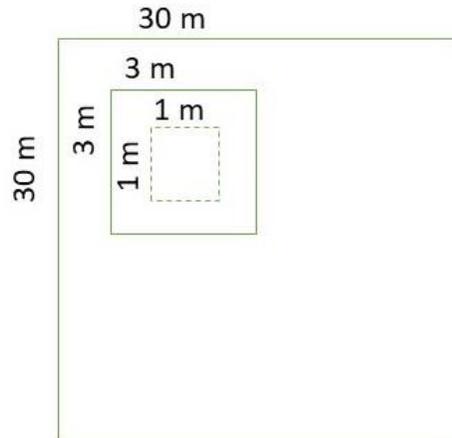


Figura 2: Posicionamiento de parcelas de monitoreo anidadas de 30 m x 30 m (900 m<sup>2</sup>) de largo, de 3 m x 3 m (9 m<sup>2</sup>) medio y de 1 m x 1 m (1 m<sup>2</sup>) opcional.

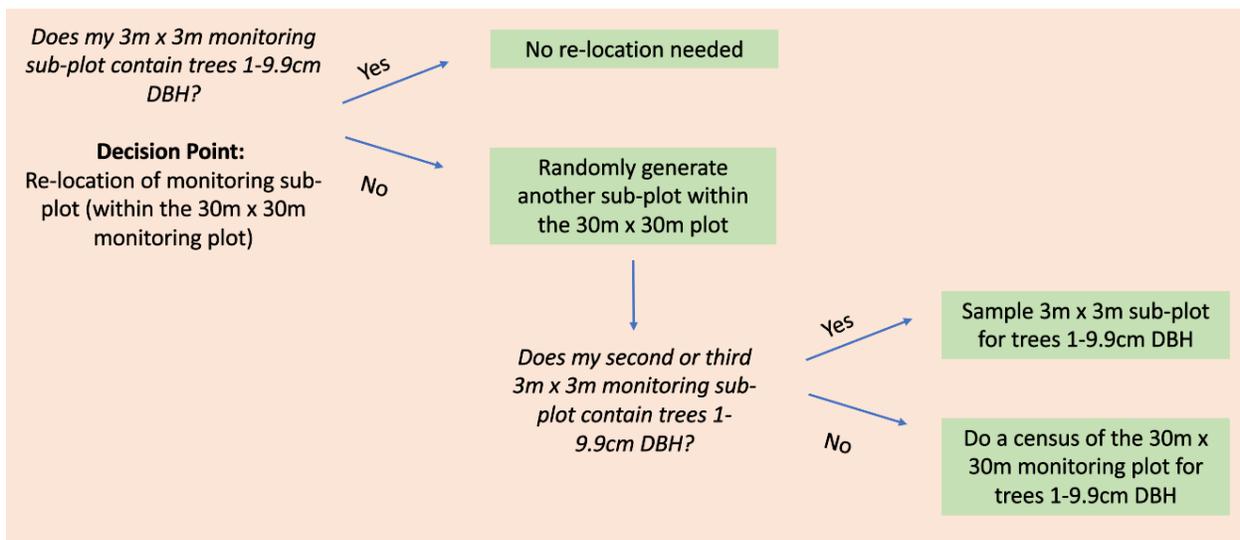
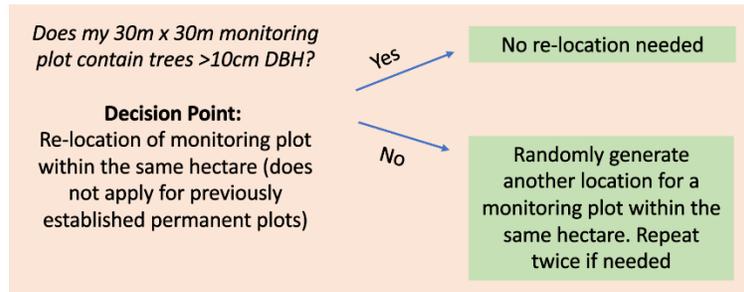
#### Modificaciones para parcelas vacías:

Si no se encuentran árboles de más de 10 cm de DAP en la parcela inicial de 30 x 30 m, esa parcela se contará como "vacía" y se seleccionará una nueva parcela en una nueva ubicación al azar dentro de la misma zona de muestreo de 1 ha. Esto puede hacerse dos veces. Si se encuentran 2 parcelas vacías adicionales, entonces, la parcela de 3rd debe ser monitoreada, incluso si está vacía. El hecho de que

haya habido 2 parcelas vacías registradas antes de la colocación de la parcela debe anotarse, ya que se tendrá en cuenta en la extrapolación de los datos.

Si en esta parcela de 3rd tampoco hay árboles de más de 10 cm de DAP, puede anotarse en la hoja de datos. La parcela anidada de 3 x 3 deberá entonces comprobarse si hay árboles de 1 a 9,9 cm. Si no hay ninguno, la parcela anidada también se contará como vacía y se seleccionará una nueva parcela en una nueva ubicación aleatoria dentro de la parcela de 30x30 m. De nuevo, esto puede hacerse dos veces. Si se encuentran 2 parcelas vacías adicionales, entonces, se debe realizar un recuento completo del censo de la clase de tamaño 1-9,9 cm en toda la parcela de 30x30 m.

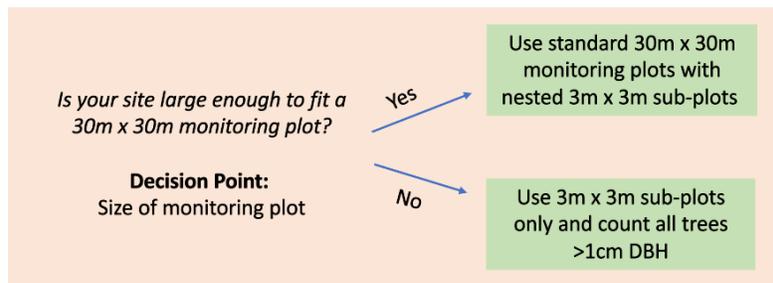
Si, por el contrario, se encuentran árboles > 10 cm de DAP en la parcela inicial de 30 x 30 m, pero no hay árboles de 1-9,9 cm dentro de la parcela de 30x30 m, se aplicará el mismo procedimiento que el anterior: la parcela anidada también se contará como vacía y se seleccionará una nueva parcela en una nueva ubicación al azar dentro de la parcela de 30x30 m. Una vez más, si se encuentran dos parcelas vacías adicionales, se realizará un recuento completo de la clase de tamaño 1-9,9 cm en toda la parcela de 30x30 m.



### Modificación de los sitios de menor tamaño de 30 m de ancho

Si todo el terreno de restauración tiene menos de 30 m de ancho y, por lo tanto, no cabe en él una parcela de monitoreo de la vegetación de 30 m x 30 m, esta limitación debe indicarse en la hoja de datos y debe seguir utilizándose una subparcela de 3 m x 3 m. En este caso, todos los árboles >1cm de DAP

dentro de la parcela de 3m x 3m deben registrarse en la hoja de datos. El número de parcelas de 3m x 3m debe coincidir con el número de parcelas indicado en la Tabla 1.



### Parcelas permanentes y no permanentes

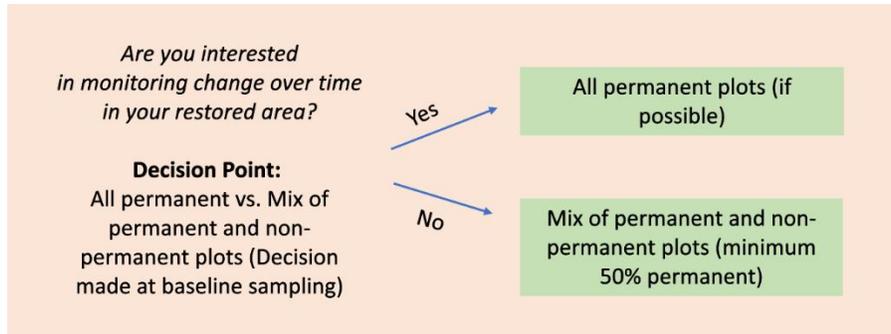
Se recomiendan las parcelas de monitoreo permanentes, en las que se controla la misma ubicación exacta cada vez que se recogen datos, si el objetivo es la investigación científica o cuando la financiación procede de bancos u organismos oficiales (PACTO, 2013) o si el proyecto va a buscar la acreditación con uno de los estándares de carbono. También es aceptable una combinación de parcelas permanentes y parcelas no permanentes (en las que la ubicación es aleatoria cada vez), **pero debe mantenerse un mínimo del 50% de parcelas permanentes (PACTO, 2013).**

Las ubicaciones de las parcelas de monitoreo grandes (30x30m) se seleccionarán aleatoriamente dentro de la zona del proyecto para la recogida de datos de referencia. Posteriormente, si se desean algunas parcelas no permanentes, la mitad de las parcelas grandes deberán seguir siendo parcelas permanentes, y la otra mitad se volverá a aleatoria en cada recogida de datos (año 2,5 y año 5 o con más frecuencia si se realiza más monitoreo). Si sólo hay una parcela, o un número impar de parcelas, la parcela debe ser permanente.

Cada parcela permanente debe estar georreferenciada con puntos de referencia en el suelo (estacas de madera, tubos de hierro, barras de refuerzo o tubos de PvE) a 1,2 m de altura (PACTO, 2013) y los puntos de esquina y centroides del GPS registrados junto con el margen de error del dispositivo. Los puntos de esquina GPS y los centroides de las parcelas no permanentes también se registrarán en el momento del monitoreo, pero no es necesario marcarlos con puntos de referencia. Cada parcela también debe ser denotada como permanente o no permanente en la recogida de datos para evitar la reordenación accidental de las parcelas permanentes. Si la parcela está anidada y es permanente, las esquinas de las parcelas anidadas (3m x 3m y 1m x 1m) también deben georreferenciarse con puntos de referencia, pero sólo se registra el centroide con el GPS. Todas las parcelas anidadas (3m x 3m y 1m x 1m) deben tener también descripciones de su ubicación dentro de la parcela mayor (30m x 30m). En las zonas con mucha actividad humana en las que existe el riesgo de que se tomen los marcadores visibles, las parcelas pueden ser monumentadas (demarcadas permanentemente) clavando una estaca de metal en el suelo que puede ser encontrada de nuevo con un detector de metales.

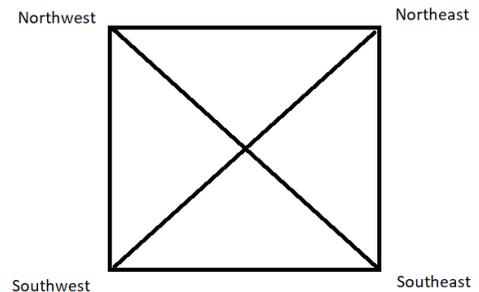
El número de árboles que se han plantado en cada parcela de monitoreo permanente de 30x30 como parte de la intervención de restauración (independientemente de su DAP y desglosado por especies) debería registrarse en la información de referencia. La ubicación de los árboles plantados en las parcelas de monitoreo permanente debe documentarse con especial cuidado (posiblemente con un dibujo de su

ubicación dentro de la parcela, o al menos anotando su espaciado y patrón de plantación), para permitir el monitoreo de la vegetación y los cálculos de la tasa de supervivencia.



**Recogida de datos y herramientas:**

**Foto:** También deben tomarse tres (3) fotos geotiquetadas desde una esquina de la parcela de 30x30 m, una con el borde de la parcela en la línea central, mirando a la esquina opuesta y otra mirando en diagonal. La esquina desde la que se tomen las fotos debe ser la que proporcione la mejor visión general de la parcela (teniendo en cuenta la pendiente, la vegetación existente, etc.) y debe anotarse (NO, NE, SO, SE- como se indica en las coordenadas GPS). Por ejemplo, si las fotos se toman desde la esquina NO en el diagrama de la parcela que aparece a continuación, una foto sería desde la esquina NO a la esquina NE (un lado), otra desde la esquina NO a la esquina SO (el otro lado), y otra desde la esquina NO a la esquina SE (la diagonal).



En cada parcela de muestreo de monitoreo, deben registrarse **los recuentos de los árboles/plántulas por especie arbórea** para las diferentes clases de tamaño, siguiendo las instrucciones que figuran a continuación. El diámetro del árbol (DAP) y la altura también se pueden registrar, pero es opcional, si el promotor quiere hacer estimaciones de carbono sobre el terreno.

En las parcelas de 30 m x 30 m se cuentan todos los árboles grandes (> 10 cm de DAP) por especie arbórea. El DAP y la altura pueden registrarse opcionalmente para cada árboles individual. En las parcelas anidadas de 3 m x 3 m (9 m2) se registran todos los árboles /plántulas de tamaño medio (diámetros de 1 a 9,9 cm de DAP) por especie de árbol. El DAP y la altura también pueden registrarse para cada árbol individual, pero son opcionales.

La parcela anidada más pequeña es completamente opcional. La parcela de 1x1 da una indicación de los árboles emergentes y muy jóvenes del lugar, y puede ser útil para proyectar la densidad de árboles en el futuro, pero los individuos de la clase de tamaño más pequeña (<1 cm de DAP) no se incluirán en el recuento de árboles ni en las estimaciones de carbono. En la parcela anidada más pequeña, de 1m x 1m (1 m2) se contarán todos los árboles jóvenes (<1 cm de DAP) y se identificarán según la especie o el tipo de especie en la medida de lo posible (no se medirá la altura ni el DAP para esta categoría pequeña,

adaptado de Celentano et al., 2020) Los datos se registrarán siguiendo la plantilla del Formulario 1 del Anexo 1, que se realizará utilizando la aplicación de recogida de datos de la plataforma de monitoreo integrada.

Cuando se sigue este protocolo en el periodo de referencia, es importante señalar la presencia de árboles existentes en los lugares de restauración (dentro de las parcelas de monitoreo). Estos árboles no se contarán como árboles restaurados por el proyecto, porque ya estaban presentes. El número de árboles en la parcela de muestreo se extrapolará a toda la zona restaurada. Por lo tanto, si hay partes de la parcela con más árboles ya presentes en el periodo de referencia, es importante seguir un buen procedimiento de estratificación basado en el tipo de vegetación (es decir, con árboles frente a sin árboles), para generar una extrapolación precisa en toda la zona restaurada.

Protocolos de medición:

- (Opcional) Diámetro a la altura del pecho (DAP): Utilice una cinta métrica de calidad forestal para medir el DAP a la altura del pecho (1,3 m) alrededor del tallo o del tronco del árbol. Registre en unidades métricas.
  - Si los tallos se han bifurcado por debajo de 1,3 m, el DAP debe tomarse de todos los tallos por encima de 1,3 m (PACTO, 2013)
- (Opcional) Altura: Utilice un clinómetro, o para los plántones o regenerantes demasiado pequeños para el uso de un clinómetro, utilice una vara de medir. Tenga en cuenta que para la acreditación del carbono, la altura es a veces un registro opcional, depende del modelo alométrico utilizado.
- Las especies también deben registrarse para la acreditación del carbono, de nuevo para aplicar los modelos alométricos correctos específicos para cada especie (también hay muchos genéricos).

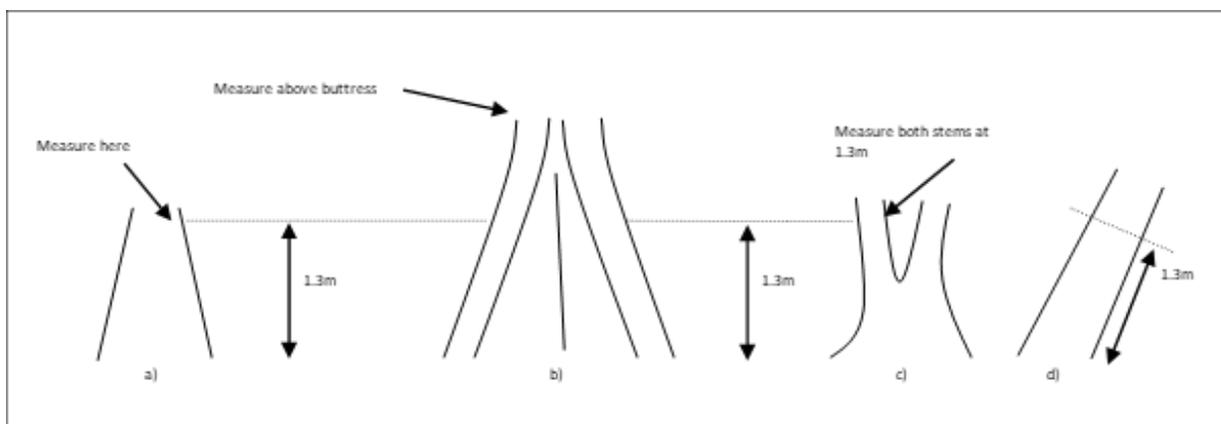


Figura 5. Posición de medición para varios troncos diferentes, **a)** tronco simple y recto, **b)** tronco con contrafuertes, medido por encima de los contrafuertes y **c)** tronco que se bifurca antes de 1,3 m y **d)** un árbol inclinado.

**Cómo distinguir un árbol que se regenera naturalmente de un árbol plantado/sembrado**

En las parcelas en las que se produce tanto la plantación directa como la regeneración natural, puede resultar difícil distinguir los árboles plantados de los que se regeneran de forma natural. El promotor puede haber optado por etiquetar los árboles plantados o marcar su posición, por ejemplo, con una estaca, pero estas marcas pueden perderse, dañarse o incluso ser robadas durante toda la duración del monitoreo.

El conocimiento histórico de los patrones de plantación utilizados (es decir, si era una cuadrícula, cuál era el espaciado de la misma, y/o cuál era la orientación (N/S/E/O) y el espaciado de las filas) será esencial para ayudar en esta tarea de distinguir entre un árbol plantado/sembrado y un árbol de regeneración natural.

En general, un árbol es probablemente un regenerador (es decir, no está plantado) cuando se da alguna de las tres condiciones siguientes:

- 1) se encuentra fuera de una fila de plantación o de una posición de cuadrícula conocida
- 2) tiene un tamaño obviamente diferente (ya sea mayor o menor, lo que sugiere una diferencia de edad de más de un año) que el rango de tamaños observado de los árboles plantados/sembrados o
- 3) no está incluida en la lista de especies de árboles plantados/sembrados (PACTO, 2013)

Aunque puede ser difícil distinguir entre los árboles plantados y los regenerados naturalmente, un mecanismo localizado para juzgar qué árboles son plantados y cuáles se están regenerando naturalmente ayuda a contabilizar el número total de árboles restaurados (Indicador de Impacto A). Si se utiliza un método diferente para distinguir los árboles en sus parcelas, debería compartirse para su discusión en PPCMonitoring@conservation.org

### **Cómo determinar cuándo se "regenera" un árbol**

Los árboles jóvenes que se regeneran de forma natural deben alcanzar una edad verificable de más de 1 año, o un umbral de tamaño equivalente especificado a nivel regional, para que se cuenten como "restaurados" en los informes al PPC. El tamaño mínimo absoluto debería ser de 1 cm de DAP, es decir, los árboles que cumplirían el requisito de monitoreo en la parcela anidada "media" de 3 x 3 m. Los recuentos individuales de árboles regenerados más pequeños de las parcelas anidadas de 1 x 1 m son indicativos del banco de semillas y de la biodiversidad, pero los árboles de esa clase de tamaño no se contabilizarán como "restaurados" o "regenerados" en el quinto año. Observamos que el procedimiento de monitoreo sobre el terreno permitirá probablemente una mejor detección de la clase de tamaño "medio" de los árboles jóvenes, que puede no ser detectable por teledetección.

### **Informar:**

En el anexo se incluyen hojas de datos para su uso en la recogida, registro y monitoreo durante la duración del proyecto. Los datos deben comunicarse para cada parcela de monitoreo.

**Procesamiento de datos (lo hará el equipo de monitoreo global a partir de los datos de monitoreo de las parcelas presentados):**

Con el fin de extrapolar el Indicador de Impacto A: # de árboles restaurados (que sobrevivieron y aglomerados) después de 5 años, el Indicador 1.2: # Nº de que sobrevivieron y aglomerados que se regeneran de forma natural por superficie restaurada e Indicador 1.5: % de supervivencia de los árboles plantados, los datos del monitoreo del quinto año se compararán con los datos de referencia.

Para obtener A: # de árboles restaurados (que han sobrevivido y se han apiñado) después de 5 años & Indicador 1.2: # de árboles que se regeneran naturalmente por área bajo restauración - ambos potencialmente desagregados por especie y por origen (preexistente, plantado, regenerado naturalmente) requiere múltiples pasos para cada grupo desagregado:

1. *Cálculo de los coeficientes de muestreo por estrato:*

La superficie supervisada en cada estrato (incluido el número de parcelas "vacías", si procede) se dividirá por la superficie total de la zona restaurada en ese estrato, para obtener la proporción de muestreo del estrato. Si no se definen estratos, la superficie total controlada puede dividirse por la superficie total restaurada para obtener la proporción de muestreo. Véase el cuadro 1 para la proporción mínima de muestreo.

2. *Extrapolaciones dentro de cada parcela de monitoreo:*

Si se ha seguido el protocolo anidado regular, el número de árboles medianos con DAP > 1 cm observados en la parcela de 3x3 (9 m<sup>2</sup>) se extrapolará a la parcela de 30 m<sup>2</sup> multiplicando por (30/9). Este número se sumará al número total de árboles grandes con DAP > 10 cm que se observaron directamente en la parcela de 30 m<sup>2</sup>, para obtener la extrapolación total de árboles para la parcela de monitoreo.

Si hubiera 1-2 parcelas "vacías", pero luego una parcela de 3x3 con éxito, entonces el factor de multiplicación disminuirá (30/18 para 1 parcela vacía, 30/27 para 2). Si hubiera 3 parcelas vacías, lo que daría lugar a un censo de la parcela de 30x30, entonces el número censado puede utilizarse directamente como el número de árboles de la parcela de monitoreo.

Dado que más tarde restaremos el número de árboles contabilizados en el año base, en estos cálculos deben incluirse todos los árboles excepto los que se sabe que han sido plantados (es decir, incluyendo los árboles que potencialmente ya estaban en el lugar en el año base).

1. *Extrapolaciones a la zona restaurada:*

Las extrapolaciones de los árboles totales de cada parcela de monitoreo se sumarán dentro de cada estrato y se multiplicarán por 1/coeficiente de muestreo, para extrapolar los árboles totales del estrato. Si no se ha definido ningún estrato, las extrapolaciones de los árboles totales de cada parcela de monitoreo pueden sumarse y multiplicarse por 1/coeficiente de muestreo.

1. Por último, la extrapolación del total de árboles presentes durante el monitoreo de referencia debe restarse de la extrapolación total de los árboles regenerados naturalmente presentes en el periodo de monitoreo (sin incluir los árboles plantados), para obtener el número de árboles regenerados naturalmente (indicador 1.2).

*Cálculo de la tasa de supervivencia:*

Grados de supervivencia en el año 5 será calculado usando esta simple ecuación

Tasa de supervivencia dentro de la parcela = (número de árboles vivos plantados en una parcela de 30 x 30 m en año 5\*\* / número de árboles plantados en una parcela de 30 x 30 m en año 0) \* 100

\*\*puede hacerse con un censo completo de la parcela de 30 x 30 m para los árboles plantados en año 5 o extrapolando el número de árboles vivos plantados a partir del número encontrado en la parcela de 3x3 m, proporcionalmente

Las tasas de supervivencia dentro de cada parcela de monitoreo se promediarán para obtener la tasa de supervivencia global del lugar.

*Datos adicionales que se pueden generar por sitio con estos datos:*

(si se registra): Tamaño medio (DAP y/o altura) de los árboles, desglosado por especies

*Cálculo del contenido de carbono:*

Hay muchas formas de calcular las reservas de carbono ex-ante. En los proyectos forestales se suelen utilizar los datos del incremento medio anual y los factores de expansión de la biomasa, obteniendo los datos de las tablas de crecimiento locales o simplemente utilizando los valores predeterminados del IPCC. En el caso de los proyectos de regeneración natural, los datos sobre el crecimiento pueden obtenerse de la bibliografía adecuada.

Para los cálculos post ex, el primer paso es seleccionar una ecuación alométrica adecuada.

Globalometree es una fuente global de ecuaciones <http://www.globalometree.org/>

Es importante asegurarse de que las ecuaciones alométricas utilizadas son conservadoras si no son específicas para el lugar y revisadas por expertos. Las ecuaciones genéricas no específicas suelen funcionar bien en determinados tipos de bosques. Asegúrese de que, sea cual sea la ecuación elegida, se aplique dentro de sus límites; por ejemplo, si se ha desarrollado una ecuación específica para un DAP entre 5 y 55 cm, no puede aplicarse a árboles con un DAP superior a 55 o inferior a 5 cm.

La siguiente metodología del MDL puede utilizarse para calcular las reservas de carbono [ar-am-tool-14-v4.2.pdf \(unfccc.int\)](https://www.unfccc.int/sites/default/files/2014/02/ar-am-tool-14-v4.2.pdf).

**Por favor, tenga en cuenta que aunque se sigan todos los procedimientos anteriores, este procedimiento por sí solo no hará que un proyecto sea elegible para emitir créditos de carbono. Hay otros pasos importantes relacionados con el diseño y la verificación del proyecto, siguiendo las normas de carbono autorizadas estándar, que son necesarias para los créditos de carbono.**

#### Referencias:

Celentano, D., Rousseau, G. X., Paixão, L. S., Lourenço, F., Cardozo, E. G., Rodrigues, T. O., E Silva, H. R., Medina, J., de Sousa, T. M. C., Rocha, A. E., & de Oliveira Reis, F. (2020). Carbon sequestration and nutrient cycling in agroforestry systems on degraded soils of Eastern Amazon, Brazil. *Agroforestry Systems*, 94(5), 1781–1792. <https://doi.org/10.1007/s10457-020-00496-4>

Chazdon, R. L., & Guariguata, M. R. (2016). Natural regeneration as a tool for large-scale forest restoration in the tropics: prospects and challenges. *Biotropica*, 48(6), 716–730. <https://doi.org/10.1111/btp.12381>

Chazdon, R. L. (2013). Making Tropical Succession and Landscape Reforestation Successful. *Journal of Sustainable Forestry*, 32(7), 649–658. <https://doi.org/10.1080/10549811.2013.817340>

FAO. 2019. Restoring forest landscapes through assisted natural regeneration (ANR) – A practical manual. Bangkok. 52 pp. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

PACTO. (2013). PACTO Pela Restauração da Mata Atlântica. Atlantic Forest Restoration Pact. <https://www.pactomataatlantica.org.br>

### Anexo 1. Formulario de Descripción de Datos Recojidos

Cuadro en el que se detalla la información recogida durante el monitoreo de la vegetación. Los elementos resaltados en gris son opcionales. Los datos se recogen mediante KoboToolbox, al que se puede acceder en el IMP.

Datos recogidos	Opciones	Tipo de datos	Notas
<b>General Information</b>			
Fecha		Fecha	
Nombre de la organización		Seleccione uno de la lista	
Identificación (ID) del sitio		Seleccione uno de la lista	
Calendario de muestreo	año0 (año base), año2.5, año5, Otros	Seleccione uno de la lista	
Tipo de sitio	Control, Restauración	Seleccione uno de la lista	
Hora de inicio de la recogida de datos		Tiempo	
Hora de finalización de la recogida de datos		Tiempo	
<b>Información de la parcela</b>			
Identificación de la parcela		Texto	
Tipo de parcela	Control, restauración	Seleccione uno de la lista	Toda la restauración debería buscar la regeneración natural
Permanencia en la parcela	Permanente, aleatorio	Seleccione uno de la lista	
Strata		Texto	NA si sólo hay un estrato, si hay varios en la zona restaurada, la respuesta debe coincidir con los

			estratos identificados en el formulario de establecimiento del lugar
Número de remuestreos necesarios para una parcela de control de 30m x 30m	0, 1, 2	Seleccione uno de la lista	Se produce un remuestreo (reubicación de la parcela dentro de la misma hectárea) si no hay árboles >10cm DAP en la parcela. No se aplica a las parcelas permanentes, excepto en la año base
Descripción del patrón de plantación de árboles dentro de la parcela de monitoreo (si ya se ha realizado la plantación)		Texto	Espaciamiento de la rejilla, aglomeración, etc.
Sistema de coordenadas utilizado		Texto	
Esquina noreste de la parcela (30x30)		Coordenadas GPS	
Margen de error del dispositivo (esquina NE)			Incluido automáticamente en KoboToolbox
Esquina noroeste de la parcela (30x30)		Coordenadas GPS	
Margen de error del dispositivo (esquina noroeste)			Incluido automáticamente en KoboToolbox
Esquina sureste de la parcela (30x30)		Coordenadas GPS	
Margen de error del dispositivo (esquina SE)			Incluido automáticamente en KoboToolbox
Esquina suroeste de la parcela (30x30)		Coordenadas GPS	
Margen de error del dispositivo (esquina SW)			Incluido automáticamente en KoboToolbox
<b>Árboles en parcela de 30m X 30m</b>			

<p>Deben registrarse TODOS los árboles de más de 10 cm de DAP por especie y tipo. Por separado, también deben registrarse los árboles plantados que aún no hayan alcanzado los 10 cm de DAP.</p> <p><i>* Tenga en cuenta que no es necesario medir el DAP y la altura, sólo un recuento por clase de tamaño, desglosado por especie y tipo</i></p>			
Recuento de árboles (>10 cm DAP)	Disaggregated by species and type (naturally regenerating, planted by your project, already present prior to project, don't know)	Entero + especie + seleccionar uno de la lista (tipo)	Si utiliza esta hoja para la recogida de datos, repita esta línea para cada especie y tipo. Ejemplo: especie A, recuento de 2, y regeneración natural Especie A, cuenta de 3, plantada por su proyecto
Recuento de los árboles PLANTADOS (sólo los árboles de menos de 10 cm de DAP)	Desagregado por especies	Entero + especie	Si utiliza esta hoja para la recogida de datos, repita la línea para cada especie. Ej: especie A, recuento de 2
Notas		Texto	
3 fotos geoetiquetadas de las líneas de visión AB, AC y AD (en el protocolo de vigilancia de la vegetación) - especificar la esquina		Carga de imágenes + texto (esquina elegida)	Las fotos deben tomarse desde la esquina que ofrezca la mejor visión de la parcela (teniendo en cuenta la pendiente, los árboles existentes, etc.)
<p><b>Árboles en parcelas de 3m X 3m</b></p> <p>En las subparcelas anidadas de 3 m x 3 m se registran todos los árboles con un diámetro entre 1 y 9,9 cm de DAP</p> <p><i>* Tenga en cuenta que no es necesario medir el DAP y la altura, sólo un recuento por clase de tamaño, desglosado por especie y tipo</i></p>			
Número de remuestreos necesarios para una subparcela de 3m x 3m	0, 1, 2	Seleccione uno de la lista	Se realiza un remuestreo (reubicación de la subparcela dentro de la parcela de 30 m x 30 m) si no hay árboles de 1 a 9,9 cm de DAP en la subparcela
Recuento de árboles (1-9,9 cm DAP)	Desagregado por especie y tipo (regeneración natural, plantado por su proyecto, ya presente antes del proyecto, no lo sé)	Entero + especie + seleccionar uno de la lista (tipo)	Si utiliza esta hoja para la recogida de datos, repita esta línea para cada especie y tipo. Ejemplo: especie A, recuento de 2, y regeneración natural Especie A, cuenta de 3, plantada por su proyecto
Notas		Texto	

Centroide		Coordenadas GPS	
Descripción de la ubicación dentro de la parcela de 30m x 30m		Texto	
(Opcional) Fotos adicionales			
<b>Plantones en parcelas de 1m X 1m</b>			
En la parcela anidada más pequeña, de 1m x 1m (1 m <sup>2</sup> ) se registrarán todos los árboles jóvenes (regenerados) (<1 cm de DAP). En este tamaño, es importante distinguir entre árboles y arbustos			
(Opcional) Recuento de árboles jóvenes (<1cm DAP)	Desagregado por especies y tipos (de regeneración natural, plantado, no sé)	Entero + especie + seleccionar uno de la lista (tipo)	
(Opcional) Centroide		Coordenadas GPS	
(Opcional) Descripción de la ubicación dentro de la parcela de 3m x 3m		Texto	
<b>Información adicional</b>			
(Opcional) Carga de archivos		Carga de archivos	

<b>Circunstancia especial: El lugar de la restauración es demasiado pequeño para una parcela de 30m x 30m</b>			
En este escenario, se muestrea una subparcela de 3 m x 3 m. Se realiza un recuento de los árboles >1cm de DAP			
Recuento de árboles (>1cm DAP)	Desagregado por especie y tipo (regeneración natural, plantado por su proyecto, ya presente antes del proyecto, no lo sé)	Entero + especie + seleccionar uno de la lista (tipo)	Si utiliza esta hoja para la recogida de datos, repita esta línea para cada especie y tipo. Ejemplo: especie A, recuento de 2, y regeneración natural Especie A, cuenta de 3, plantada por su proyecto
Notas		Texto	
Centroide		Coordenadas GPS	
Descripción de la ubicación dentro de		Texto	

la parcela de 30m x 30m			
(Opcional) Fotos adicionales			

<p><b>Circunstancia especial: La sub-parcela se ha remuestreado 3 veces y sigue sin contener árboles de 1-9,9 cm de DAP</b></p> <p>En este caso, se realiza un censo de la parcela de 30 m x 30 m para los árboles de 1 a 9,9 cm de DAP, además de los árboles de &gt;10 cm de DAP. Por separado, también se deben registrar los árboles plantados dentro de la parcela que no sean &gt;1cm DAP</p>			
Recuento de árboles (1-9,9 cm DAP)	Desagregado por especie y tipo (regeneración natural, plantado por su proyecto, ya presente antes del proyecto, no lo sé)	Entero + especie + seleccionar uno de la lista (tipo)	
Notas		Texto	
(Opcional) Fotos adicionales			