

SERVICIOS: Inventario forestal





1. Inventario forestal

Este servicio ofrece la realización del inventario de las existencias de un monte proporcionando los datos necesarios para la planificación de los aprovechamientos y mejoras que debe contener un Proyecto de Ordenación de Montes.

Un **inventario forestal** se divide en cuatro partes fundamentales:

1. **Diseño del inventario**
2. **Toma de datos**
3. **Procesado de datos**
4. **Presentación de resultados**

1.2. Diseño del inventario

En el proceso de definición o diseño del inventario forestal, se conforma las unidades inventariables mediante la agregación de teselas o estratos de vegetación con cubiertas de características similares, de acuerdo a las variables de interés a estimar, que permitan abordar una descripción cuantitativa detallada de forma óptima, tratando de reducir la varianza dentro de las mismas.

1. **División inventarial:** para la división inventarial se tienen en cuenta los siguientes criterios dependiendo del monte:
 - Formaciones vegetales.
 - Espesura del arbolado.
 - Estado de desarrollo.
 - Método de beneficio.
 - Forma principal o estructura de la masa.
 - Altura de la vegetación (LIDAR).
 - Fracción de cabida cubierta de la vegetación (LIDAR).
 - Información contenida en catastro y en el SIGPAC.
 - Aprovechamiento realizados o previstos.
 - Tratamientos realizados o previstos.
2. **Elección del tipo de inventario:** se justifica el método de inventario forestal elegido para cada unidad inventarial. Los tipos de inventario que se asocian a cada unidad inventarial son:
 - **Inventario clásico:** este tipo de inventario se realiza aplicando una metodología variable, de acuerdo a las características de las masas arbóreas o a los recursos vegetales que puedan ser de interés económico (madera, leñas, frutos, corcho, pastos, etc.) y la precisión requerida en la estimación.

Para ello se realiza una prospección sistemática sobre el terreno, apoyada en un diseño de muestreo estadístico debiendo adquirirse toda la información necesaria para la cuantificación de la variable o variables de interés definidas en la



unidad o unidades inventariables. La unidad de toma de datos del inventario por muestreo corresponde a una parcela desplegada en torno a un punto de muestreo. En este caso, la forma y el tamaño de la parcela se determina en función de la variable a estimar.

La intensidad de muestreo, que permite obtener el número de unidades de toma de datos (parcelas), se determina para cada unidad inventarial, en función de la variabilidad que presente la variable a estimar y las solicitudes de error fijadas (exigidas en función de la administración competente), aplicando la fórmula adecuada para el tipo de muestro adoptado en cada caso.

Para la caracterización de masas arboladas, la variable a estimar será el número de pies. El error máximo de muestreo admisible dependerá de las Instrucciones de ordenación de montes de la Comunidad Autónoma competente.

En general, las variables a medir en cada parcela son las siguientes:

- **Densidad y grado de mezcla:** se contarán todos los pies mayores de cada especie presentes en la parcela.
- **Estado de desarrollo de los pies mayores:** se tomará una medida del diámetro normal de cada pie mayor de la parcela, distinguiendo la especie. La amplitud de las clases diamétricas se determinará en función del tipo de masa.
- **Espesura de la masa:** se estima de visu la fracción de cabida cubierta o grado de cobertura de la zona en que se sitúa la parcela.
- **Pies menores y regeneración:** en una subparcela concéntrica de radio inferior (entre 1 a 8 m de radio), se contará el número de pies menores de cada especie arbórea presente, así como el número de pies que formen el regenerado de cada especie.
- **Estado fitosanitario:** presencia de daños en el arbolado. Identificación de los agentes causantes del daño.
- **Matorral:** en relación a la composición y estructura del sotobosque, se estimará para cada especie que lo componga, el grado de cobertura o fracción de cabida cubierta y la altura media.
- **Actuaciones previas:** se indica si ha habido actuaciones previas o no y el tipo de actuación.
- **Actuaciones previstas:** se indica la actuación que se prevé necesaria en función de la urgencia y el objetivo planteado.

En los montes bajos cuya producción principal sea la madera y otros productos leñosos, la toma de datos se completará con la incorporación de información relativa al número de cepas por hectárea y número de chirpiales, brotes o varas por cepa.

En cada parcela de muestreo se seleccionarán sistemáticamente hasta un máximo de 5 árboles (seleccionando al menos uno de cada especie de interés) que, junto con los seleccionados en el resto de parcelas, pasarán a formar parte de



una muestra extendida. La finalidad de la muestra extendida será proporcionar, para cada especie, calidad y clase tecnológica en su caso, la información necesaria para la cubicación, la estimación de los crecimientos, así como otras variables de interés dasométrico y selvícola. Cada clase diamétrica, dentro del rango diamétrico de la unidad inventarial/estrato, debe estar representada al menos por 3 árboles, debiendo haber al menos 30 árboles distribuidos por todas las clases diamétricas. Se justificará la validez estadística de los modelos obtenidos.

En las masas de alcornocal con aprovechamiento principal de corcho, la variable a estimar será la superficie de descorche. Además de las variables anteriores a medir, se medirá la altura de descorche, el número de ramas descorchadas y se diferenciará según se trate de pie bornizo, segundero, pie descorchado en tronco, pie descorchado en tronco y ramas y pie dañado (inviabile para la producción corchera).

- **Inventario apoyado en LIDAR:** en aquellas unidades inventariales que por sus características dendrométricas/dasométricas o ambientales, el recurso o recursos a cuantificar, la disponibilidad de información o los objetivos del inventario permiten el uso de datos procedentes de sensores remotos, se llevará a cabo un inventario forestal que combine información recabada en campo a través de mediciones en parcelas con información en formato digital procedente de sensores integrados en diferentes plataformas (espaciales o aerotransportados).

Este tipo de inventario únicamente se aplicará en aquellas superficies del monte que no hayan sufrido modificación sustancial de sus características selvícolas (asociada a cortas, daños por nieves, incendios, vendavales, plagas, etc.) desde la fecha de adquisición de datos por el sensor hasta el momento de la toma de datos de campo.

Se usará la información más reciente o de mayor resolución que se ajuste a los requerimientos del inventario.

Se levantarán parcelas de campo para la elaboración de los modelos locales necesarios para la estimación de las variables dendrométricas y para conocer su bondad estadística.

- **Inventario pericial:** este tipo de inventario va dirigido a unidades inventariales asociadas a masas cuyas especies principales son de crecimiento lento y los métodos de regeneración no incluyen la realización de cortas, así como en aquellas que no requieran un alto conocimiento a nivel cuantitativo, de baja intensidad de gestión, formaciones con elevada homogeneidad (replantaciones recientes con marco constante), o de escaso desarrollo o edad, etc., así como en formaciones vegetales de escasa representación superficial (inferiores a 50 ha).

Este método de inventario forestal consiste en la estimación directa de las variables de interés. Para ello, se recorre la unidad inventarial a caracterizar y en aque-



Los puntos que se consideren representativos, de cara a describir las variables definidas, se recogerán los datos necesarios. Se evitará por tanto la ubicación de estos puntos en lugares que presenten singularidades, como infraestructuras preventivas, claros, zonas de borde, etc.

El número de puntos de estimación necesarios en cada unidad inventarial dependerá de la homogeneidad y extensión que presenten las formaciones vegetales, así como de la intensidad de gestión prevista.

Los criterios para ubicar las parcelas de estimación dentro de cada unidad inventarial tienen en cuenta la variabilidad que puede existir en características como la composición específica, la espesura, la distribución diametral, la forma principal, la forma fundamental, etc.

1.2.1. Toma de datos

La toma de datos en campo se llevará a cabo por un equipo multidisciplinar apoyado con las herramientas necesarias.

En nuestro caso, cada operario llevará un smartphone con la App. Trifor instalada para la identificación de las parcelas mediante navegación con mapas offline y el empleo del GPS, y para el registro de los datos.

En cuanto a los aparatos y herramientas de medición se usará forcípula para la medición de los diámetros, barrena de pressler para la medición de los crecimientos e hipsómetro Vertex IV para la medición de alturas y distancias.

1.2.2. Procesado de datos

Los datos de campo procedentes del inventario se procesarán para obtener las variables definidas para la caracterización de la masa o del recurso de acuerdo a las decisiones que se tomen en la división territorial y el nivel de error que se determine como aceptable.

El proceso de datos se realiza con ayuda del software TRIFOR, el cual lleva incorporado de manera interna modelos matemáticos de cálculo. Partiendo de modelos estadísticos multivariantes (lineales, exponenciales y logarítmicos) calcula la altura a partir del diámetro por especie a nivel de parcela, unidad inventarial, monte, etc., permitiéndonos la elección del modelo que más se ajuste a la especie y la información tomada en campo. Además, calcula el número de pies y su distribución por clases diamétricas para todas las especies presentes en cada unidad inventarial.

Las existencias de aquellos productos susceptibles de aprovechamiento se obtienen aplicando las supertarifas del IFN3 e IFN4, para la provincia y especies correspondientes, a partir de las variables dasométricas tomadas en campo, cabiendo la posibilidad de utilizar tarifas propias.



En cuanto a la estimación de la biomasa, los cálculos se apoyan con la aplicación de los resultados obtenidos del estudio de Montero et al., 2005, publicado por el INIA, en el que se establece una estimación de la biomasa media por especie y clase diamétrica para las principales especies forestales de España.

Por último, con respecto al cálculo del CO₂ fijado se ha tomado de referencia el Inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero publicado por el Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente en el año 2018. En dicho documento, se hace presentación de los distintos inventarios de efecto invernadero realizados durante el período 1990-2016, incluyendo su metodología, resultados y conclusiones. Puesto que el documento de referencia no describe una metodología de cálculo de cantidad de carbono para el matorral y el pasto, se decide realizar una adaptación del modelo de emisiones de gases invernadero para este tipo de vegetación.

1.2.3. Presentación de resultados

La presentación de los resultados se estructura en dos partes: por un lado, se presentan una serie de informes en formato simplificado, donde se muestran los resultados del cálculo de las existencias a diferentes niveles en función del inventario y de la planificación y, por otro lado, se entrega un documento completo, que recoge todos los datos y los cálculos ofreciendo la posibilidad de realizar filtros por variables dasométricas, por especie, a nivel de estrato, etc. Dicho documento tiene como objetivo ayudar en la toma de decisiones para la planificación de los aprovechamientos y mejoras de un monte.

Los informes se organizan de la siguiente forma:

- 1. Informe de existencias por estrato:** se muestran los resultados del inventario de vegetación para cada unidad inventarial, estrato o tesela incluyendo la siguiente información:
 - Croquis de situación
 - Características generales: cabida total, descripción, tipo de masa, formas principal y fundamental de masa y FCC del arbolado, matorral y pasto.
 - Análisis de la fisiografía (datos representativos de altitud, pendiente y orientación).
 - Parámetros de inventario (tipo de inventario, número de parcelas, intensidad de muestreo y errores de muestreo de los principales parámetros).
 - Caracterización del matorral: altura dominante y porcentaje de ocupación para las especies más representativas.
 - Caracterización del arbolado: para cada especie inventariada y en total: porcentaje de ocupación, altura media (m), altura dominante (m), Diámetro medio cuadrático (cm), forma fundamental de masa, edad, espaciamiento medio (m) e índice de Hart-Becking.
 - Gráfico del porcentaje de ocupación por especie del arbolado.
 - Tabla de distribución diamétrica por especie y total.
 - Tabla de existencias por especie y total de los siguientes parámetros (valores por hectárea y totales en el estrato): número de pies, área basimétrica (m²/ha),



volumen con corteza (m³), volumen de leñas (m³), incremento anual del volumen con corteza (m³) y biomasa aérea total a humedad normal (tn).

- Representaciones gráficas de la distribución de pies y del volumen con corteza por clases diamétricas.

2. Informe de existencias por monte: se muestran los resultados del inventario para la totalidad del monte, incluyendo la siguiente información:

- Croquis de situación.
- Análisis de cabidas.
- Análisis de la fisiografía (datos representativos de altitud, pendiente y orientación).
- Parámetros de inventario (tipo de inventario, número de parcelas, intensidad de muestreo y errores de muestreo de los principales parámetros).
- Tabla de caracterización de estratos que componen el monte.
- Tabla de distribución diamétrica por especie y total.
- Tabla de existencias por especie y total de los siguientes parámetros (valores por hectárea y totales en el estrato): número de pies, área basimétrica (m²/ha), volumen con corteza (m³), volumen de leñas (m³), incremento anual del volumen con corteza (m³) y biomasa aérea total a humedad normal (tn).

3. Informe de existencias a nivel de cuartel, cantón y rodal: se muestran los resultados del inventario en función de la división dasocrática, incluyendo la siguiente información:

- Croquis de situación.
- Análisis de cabidas.
- Análisis de la fisiografía (datos representativos de altitud, pendiente y orientación).
- Parámetros de inventario (tipo de inventario, número de parcelas, intensidad de muestreo y errores de muestreo de los principales parámetros).
- Análisis del error de muestreo.
- Tabla de distribución diamétrica por especie y total.
- Tabla de existencias por especie y total de los siguientes parámetros (valores por hectárea y totales en el estrato): número de pies, área basimétrica (m²/ha), volumen con corteza (m³), volumen de leñas (m³), incremento anual del volumen con corteza (m³) y biomasa aérea total a humedad normal (tn).
- Análisis de la regeneración.
- Cuantificación y planificación de los aprovechamientos y mejoras previstos.



En la siguiente tabla se resumen los datos que se obtienen de cada parcela del inventario clásico:

Variable	Unidades	Observaciones
ID	-	Referencia única a la dasometría
Tipo	Clásico/pericial	Tipo de inventario
Parcela	-	Parcela a la que hace referencia
Especie (SP)	-	Especie objeto de la dasometría
Forma fundamental de la masa	-	Monte alto, medio y/o bajo
Número de pies mayores (N)	pies	Indicador de la competencia
Área basimétrica (AB)	m ² /ha	Indicador de la competencia
Diámetro medio cuadrático (Dg)	cm	-
Altura media (Hm)	m	-
Altura dominante de Assmann (Ho)	m	-
Altura dominante (HM)	m	Percentil 95 de alturas
Altura de Lorey (H_LOREY)	m	-
Índice de Hart-Becking (S)	%	Indicador de la competencia
Separación entre individuos (L)	m	Indicador de la competencia
Fracción de cabida cubierta del arbolado (FCC)	%	-
Volumen con corteza (VCC)	m ³ /ha	-
Volumen sin corteza (VSC)	m ³ /ha	-
Volumen de leñas (VLC)	m ³ /ha	-
Incremento anual del volumen con corteza (IAVC)	m ³ /ha-año	-
Biomasa aérea total (BAT)	tn/ha	-
Capacidad de fijación de CO ₂	mg/ha	-
Peso bruto de corcho (PC)	Kg/ha	En el caso de masas de alcornocal
Peso bruto de corcho bornizo (PCB)	Kg/ha	En el caso de masas de alcornocal

En la siguiente tabla se resume los datos que se obtienen de cada parcela del inventario pericial:

Variable	Unidades	Observaciones
Tipo	Clásico/pericial	Tipo de inventario
Especie (SP)	-	Especie a describir
Ocupación	1-10	Ocupación proporcional de la especie, de visu
Forma fundamental de la masa	-	Monte alto, medio y/o bajo
Diámetro medio (Dm)	cm	-
Altura media (Hm)	m	-
Distancia media entre individuos maduros (L_MA)	m	Monte alto en caso de quercíneas
Distancia entre cepas de monte bajo (L_MB)	m	-
Número de varas por cepa en monte bajo (N_V)	ud	-



Trifor es una marca de H·Cero Ingeniería y Obras S.L.
Tlf: 926 678 249 | info@hcero.com