

**COMISIÓN ECONÓMICA PARA EUROPA DE NACIONES UNIDAS
CONVENIO MARCO DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA TRANSFRONTERIZA**

PROGRAMA INTERNACIONAL DE COOPERACIÓN PARA EL SEGUIMIENTO
Y LA EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LOS BOSQUES

MANUAL RED CE DE NIVEL II

RED DE PARCELAS PERMANENTES PARA EL SEGUIMIENTO INTENSIVO Y CONTINUO DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES.

MÉTODOS Y CRITERIOS PARA HOMOGENEIZAR LA EVALUACIÓN, TOMA DE MUESTRAS, SEGUIMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA Y OTROS FACTORES DE DECAIMIENTO SOBRE LOS BOSQUES.

PARTE XIV MUESTREO DE DEPOSICIÓN



GOBIERNO
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Área de Inventario y Estadística Forestal (AIEF)

INDICE

1	Introducción	1
	1.1.-Alcance y aplicación	1
	1.2.-Objetivos	2
2	Diseño del muestreo y toma de muestras	2
	2.1.- Definición de los diferentes tipos de deposición.....	2
	2.2.- Diseño del muestreo.....	4
	2.2.1.- Información sobre las parcelas	4
	2.2.2.- Localización de los colectores de deposición	4
	2.2.3.- Características técnicas de los colectores	5
	2.2.4.- Frecuencia de los muestreos.....	6
3	Toma de muestras	6
	3.1.- Procedimiento general.....	6
	3.2.- Previo a la toma de muestra	7
	3.3.- Recogida de muestra.....	7
	3.4.- Agrupación de muestras del mismo periodo	7
	3.5.- Transporte de muestras.....	8
	3.6.- Recepción y almacenamiento en laboratorio	8
4	Mediciones	9
	4.1.- Selección variables.....	9
	4.2.- Análisis laboratorio	9
	4.3.- Procedimientos analíticos	10
5	Garantía y control de calidad	10
	5.1.- Calidad campo.....	10
	5.2.- Calidad laboratorio	11
	5.2.1.- Límites de plausibilidad	11
	5.2.2.- Completitud de datos.....	11
6	Manual de referencia y Base de datos ICP-Forests	12

Anexos:

Anexo I: Estructura de los archivos, descripción de campo y códigos empleados

1.- Introducción

El ciclo de nutrientes y la acidez del suelo son factores importantes que influyen en la distribución de los bosques, su crecimiento y su estado fitosanitario. Durante la década de los 80 se determinó que la deposición de contaminantes era uno de los factores que podían desestabilizar los ecosistemas forestales; los estudios realizados se focalizaron en los efectos de la acidez de la deposición atmosférica sobre la funcionalidad de las hojas, el intercambio iónico entre la deposición y la superficie foliar y el aporte externo de nutrientes sobre el suelo, especialmente el nitrógeno.

La preocupación por el evidente deterioro que manifestaban muy diferentes ecosistemas y formaciones forestales, junto con su amplia distribución geográfica en toda Europa, así como el incremento de la actividad industrial y urbana a lo largo de todo el siglo XX hicieron pensar en la contaminación atmosférica como uno de los factores desencadenantes o al menos coadyuvantes en la profusión de daños observados sobre el arbolado (defoliaciones o pérdida exagerada de hojas, decoloraciones respecto a la coloración normal que venía presentando el arbolado, envejecimiento del arbolado,... en un conjunto de síntomas que recibió el nombre de “muerte de los bosques”), que no obedecían a una causa clara de daños o atribuible a uno de los agentes considerados “clásicos” hasta el momento, tal como una plaga o enfermedad forestal.

Esta preocupación dio lugar a la Convención Internacional sobre Transporte de la Contaminación Atmosférica a Larga Distancia (LRTAP), a través de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (UNECE), que desarrolló, entre otros programas de cooperación internacional, el Programa Internacional de Cooperación sobre Bosques, ICP-Forests (1985), que estableció una metodología común para estudiar y evaluar los daños en la superficie forestal de los 41 países signatarios entre los que se encontraba España.

Entre las metodologías de evaluación desarrolladas se encuentra la determinación de la deposición atmosférica en las áreas forestales, mediante la determinación analítica de una serie de parámetros, regulados por los Reglamentos Comunitarios 3528/86 de Protección de los Bosques de la Comunidad contra la Contaminación Atmosférica y 1091/94 de aplicación del Reglamento 3528/86, plasmados en su vertiente ejecutiva y actual en el Manual (*Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on Forests, Part XIV-Sampling and Analysis of Deposition*).

1.1.-Alcance y aplicación

El objetivo de esta parte del Manual es proporcionar procedimientos para la medición de iones y concentraciones de elementos en el agua que se recoge bajo dosel arbóreo, a cielo abierto, o por escurrimiento, con el objetivo de armonizar las estimaciones de deposición dentro de los bosques. La armonización es necesaria para permitir estudios transnacionales sobre el estado y las tendencias de la atmósfera.

1.2.-Objetivos

El objetivo de los muestreos de deposición en las parcelas de Nivel II es estimar la deposición atmosférica (concentraciones, cantidad de deposición, flujos) y cargas de suelo, y contribuir a la comprensión y cuantificación de la deposición en los ecosistemas forestales. Los objetivos específicos son los siguientes:

- Cuantificación de la deposición anual de acidez, todas las formas de nitrógeno con una precisión de $\pm 30\%$ (nivel de significación del 95%)
- Detección de una tendencia temporal de la deposición por parcela. Detectar un cambio de $+ -30\%$ (3% por año) dentro de 10 años (nivel de significación del 95%)

2.-Diseño del muestreo y toma de muestras

2.1.-Definición de los diferentes tipos de deposición

La deposición atmosférica es un conjunto de procesos que conducen al depósito de materiales ajenos (a través de hidrometeoros, aerosoles o movimiento de gases) sobre la superficie descubierta del suelo o sobre la superficie exterior de árboles y plantas (troncos, ramas y hojas).

La cantidad de materiales recibidos por unidad de superficie en un periodo de tiempo determinado se denomina tasa de deposición. La deposición depende de la concentración de contaminantes en una estación y momento determinados, lo que a su vez depende de la situación y actividad de las fuentes de emisión (grandes núcleos urbanos, centrales térmicas o industrias) así como de las condiciones atmosféricas, que determinan no sólo el movimiento de los contaminantes sino la reactividad entre los mismos. Asimismo en la deposición se consideran tres componentes:

- Deposición seca: Los gases y aerosoles pasan directamente de la atmósfera a la superficie del suelo, del agua o de la vegetación. La tasa de deposición seca es función de la concentración de contaminantes en la atmósfera, la naturaleza físico-química de la sustancia que se deposita, la capacidad de la superficie receptora de capturar o absorber gases y partículas y de la capacidad de transporte turbulento de la capa límite. Es el tipo de deposición más abundante en las zonas próximas a los focos de emisión.
- Deposición húmeda: Es aquella que es arrastrada por la lluvia o por la nieve. En ella, el arrastre por precipitación va precedido de un proceso de lavado en virtud del cual las sustancias contaminantes se unen a las nubes o gotas de precipitación. Es el tipo de deposición más abundante en las zonas alejadas de los focos de emisión.
- Deposición por nubes, niebla y oculta: la vegetación intercepta directamente el agua y los contaminantes de las nubes, de la niebla, el rocío y la escarcha.

Además, tanto en la deposición seca como en la húmeda se diferencian dos componentes en función de si dependen o no de las características de la superficie receptora. Son independientes de la misma el arrastre por precipitación de lluvia o nieve en la deposición húmeda y el polvo en la deposición seca; mientras que dependen de la superficie receptora la deposición oculta y recogida en nieblas en la deposición húmeda y los gases adsorbidos y absorbidos y el polvo acumulado en la deposición seca.

Los procesos físico-químicos que se desarrollan en la superficie de la cubierta vegetal son además enormemente complejos. En la superficie de las copas se produce la acumulación de polvo y la absorción y adsorción de gases de la deposición seca, la entrada de deposición húmeda y el lavado por la lluvia de la deposición seca acumulada durante los periodos sin precipitación. Se produce además una concentración de los elementos disueltos o en suspensión por efecto de evaporación del agua interceptada y tiene lugar también un flujo de doble sentido entre el interior y el exterior de la vegetación que origina el intercambio de sustancias a través de los poros de las hojas con adsorción de fuera hacia adentro y lixiviación de dentro hacia fuera. La complejidad de estos procesos dificulta la determinación del origen de los contaminantes y la cuantificación de las fracciones que entran por diferentes vías y en distintas formas.

Para desarrollar un programa de seguimiento de los efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud de los bosques, es necesario disponer de una estimación de la cantidad de contaminantes que entran periódicamente por unidad de superficie. La enorme dificultad en gestionar áreas forestales de considerable extensión, junto con la necesidad de disponer de datos de forma casi continua, así como la necesidad de desarrollar sistemas de medición lo más económicos posible, que permitan el seguimiento de la deposición durante periodos de tiempo largos, representativos de los ecosistemas, han llevado al desarrollo del método de trascolación, que permiten la estimación de la deposición total midiendo el volumen de precipitación a través de tres vías de entrada al ecosistema junto con la concentración de iones en esos flujos, de forma que se pueda:

- Calcular la deposición húmeda
- Estimar la deposición seca
- Caracterizar los procesos de interacción que tienen lugar en las copas

Como vías de entrada al ecosistema se tomarán:

- Precipitación bajo dosel arbóreo (denominada *trascolación o throughfall*) en la que se recoge el agua que llega al suelo tras atravesar el follaje de la masa forestal, tras mojar la superficie de las copas e interactuar con ellas, arrastrando parte de la deposición seca previamente depositada
- Precipitación en campo abierto (denominada *precipitación incidente o bulk deposition*) que llega al suelo sin atravesar el dosel arbóreo y que se correspondería con la anteriormente denominada deposición húmeda.

- Escurrimiento a través de los troncos, de parte de la *precipitación de trascolación*, que en la práctica resulta ser de escasa entidad, sólo de cierta importancia en especies de corteza lisa tal como las hayas.

2.2.-Diseño del muestreo

2.2.1.-Información sobre las parcelas

Las parcelas en las que se lleva a cabo muestreos de deposición deben estar descritas al detalle. Gran parte de la información está incluida en los archivos descriptivos de la parcela (ver Manual Parte I), y otro tipo de información necesita ser recopilada *ex profeso* para los muestreos de deposición, como por ejemplo exposición a pequeñas fuentes locales o regionales de emisión, o bien uso de la tierra en zonas cercanas a la masa forestal. Para el entendimiento e interpretación de los resultados de deposición, información sobre aspectos como estructura del dosel arbóreo, altura de los árboles, índice de área foliar, densidad y evolución de la masa, vitalidad, agentes dañinos, parámetros meteorológicos...son de gran valor.

2.2.2.-Localización de los colectores de deposición

Las mediciones bajo cubierta se deberían llevar a cabo de tal manera que los resultados sean lo más representativos posibles de la zona donde está ubicada la parcela, para lo que es aconsejable utilizar un número suficiente de colectores, ubicados dentro de la parcela de tal manera que provean de la mayor cobertura espacial posible. Se debe evitar cualquier tipo de obstáculo alrededor del colector, de tal manera que la distancia a cualquier hipotético obstáculo deberá ser dos veces la altura del colector.

En el Manual de Referencia de ICP-Forests¹ recomienda densidades de un colector cada 75-125 m², dependiendo de las características de la masa forestal.

En cuanto a la distribución espacial de los mismos, la red de colectores debería ser suficientemente representativa de la parcela completa, no sólo de la subparcela. La distribución no necesariamente será sistemática ni aleatoria. Se pueden usar ambas, o incluso una combinación de las dos: dividiendo el área en cuadrículas, y eligiendo posteriormente de manera aleatoria en punto dentro de cada cuadrícula (Ver figura 1)

¹ https://www.icp-forests.org/pdf/manual/2016/ICP_Manual_2016_01_part14.pdf

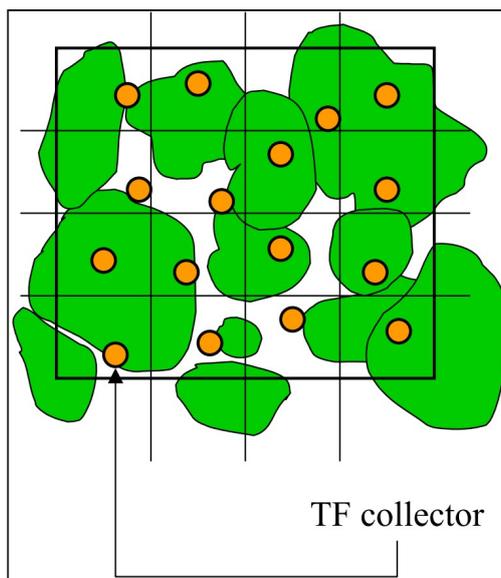


Figura 1: Distribución espacial de los colectores de deposición

En España, se encuentran instalados en la actualidad 4 colectores en la parcela exterior (deposición en campo abierto), y 6 en la interior (precipitación bajo dosel arbóreo). En aquellas parcelas donde es frecuente la **precipitación en forma de nieve**, hay instalados también acumuladores de nieve, uno en la subparcela exterior y otro en la subparcela interior.

2.2.3.-Características técnicas de los colectores

El Manual de Referencia de ICP-Forests aporta información muy detallada sobre los colectores y los elementos que los componen. Los acumuladores normalizados instalados en las parcelas de Nivel II en España están formados por la unión de dos botellas de 2000 cc cada una, con uno de los fondos abiertos, y los tapones perforados con diámetro normalizado, unidos mediante una junta de goma y un filtro inerte. Los equipos que realizan la recogida de muestra deberán llevar acumuladores de repuesto por si es necesaria la reposición de material para ir sustituyéndolo y mantenerlo siempre operativo.

Los dispositivos para recogida de agua están situados a aproximadamente 1, 30 m y los de nieve a 1 m del suelo y la superficie de recogida de muestra de agua es de 100 cm².



Figura 2: Dispositivos de acumulación de deposición y nieve

Los colectores deben que llevar un dispositivo anti pájaros, que puede consistir en un anillo metálico para que los pájaros no se posen en las botellas y de esta manera evitar que los excrementos contaminen las muestras.

2.2.4.-Frecuencia de los muestreos

De forma ideal, las muestras de deposición deberían recogerse tras periodos lo más cortos posibles, para minimizar las alteraciones de la muestra debidas a evaporación, crecimiento de microorganismos...El Manual de Referencia de ICP-Forests recomienda recolecciones semanales, y si no es posible analizar las muestras con esa frecuencia, sugiere acumularlas en muestras compuestas que representen un periodo de tiempo de un mes, como máximo. Si la recogida semanal no es posible, se llevará a cabo en periodos de dos, tres semanas, como máximo un mes, dependiendo del clima y accesibilidad a la parcela. La frecuencia de vaciado de los colectores será la misma para la precipitación a cielo abierto y bajo cubierta.

3.- Toma de muestras

3.1.-Procedimiento general

Es una precaución general no tocar nunca la superficie del equipo que entra en contacto directo con la solución de muestra para evitar la contaminación de las muestras y equipos, también pueden usarse guantes desechables de polietileno sin talco. Todos los incidentes y las observaciones realizadas durante el muestreo y el manejo de la muestra deben registrarse en los formularios que acompañan a las muestras que se remiten al laboratorio.

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

3.2.-Previo a la toma de muestra

Los acumuladores que se instalan en campo para recogida de muestra y los botes donde se recoge la muestra para su análisis en laboratorio, deben ser lavados con agua desionizada; para evitar la contaminación de futuros análisis.

De manera opcional, debido a la cantidad de tiempo que los acumuladores se encuentran en campo y principalmente por causa de las altas temperaturas, podría ser necesario tener que añadir en los acumuladores, un conservante eficaz, no volátil, que no interfiera con el análisis, para que la muestra no se descomponga. El laboratorio será el responsable de decidir si es necesario añadirlo y validar el conservante a utilizar (ejemplo: Timol) y en ese caso sería necesario anotar su presencia en el campo de observaciones.

3.3.-Recogida de muestra

Al laboratorio se remite una parte alícuota de la muestra, por lo que el volumen recogido en cada colector debe determinarse en el campo utilizando una probeta. Por lo tanto, se toma el volumen de cada colector, y se recoge una parte de la muestra en botellas numeradas para su análisis en laboratorio, de tal manera que se puede trazar con la entrada y registro de muestras.

En el caso de las muestras de nieve se recogen de la misma manera, pesando el cubo con la muestra de nieve y restando el peso del cubo vacío. Se recoge una parte alícuota de la muestra en un bote numerado, para su remisión al laboratorio

En la recogida de muestra, se deben tomar todas las precauciones para evitar contaminación y anotar las incidencias en el campo de observaciones. Los datos quedan registrados en la tabla 1.

Las muestras una vez recogidas en campo se guardan en nevera portátil hasta su traslado al laboratorio, que se hará lo antes posible.

3.4.- Agrupación de muestras del mismo período de muestreo

La agrupación o mezcla de muestras se llevar a cabo en el laboratorio porque hay más precisión en la medida.

Cuando la agrupación se realiza en campo, puede ocurrir que alguno de los colectores esté contaminado y al agruparlo contaminemos toda la muestra, para evitar este problema se puede remitir al laboratorio una parte alícuota de cada uno de los acumuladores (anotando el volumen de cada uno de ellos), en el laboratorio se procede a analizar el Ph y conductividad de cada colector y en caso de que en alguna de las muestras se vean valores significativamente diferentes al resto, se analiza por separado, si los resultados obtenidos confirman que la muestra está contaminada, no se incluirá con el resto de las submuestras para evitar que modifiquen el valor real.

Una vez que en laboratorio ha comprobado la ausencia de contaminación, las muestras se mezclan de modo proporcional al volumen de muestra inicial, para obtener una muestra ponderada que será la muestra a analizar.

3.5.-Transporte de muestras

La remisión de muestras al laboratorio debe de ir acompañado del formulario de campo que figura en la tabla 1. Si la distancia de transporte es larga, se recomienda utilizar correo urgente o un servicio de mensajería que puede garantizar la entrega dentro de las 24 horas.

Código del colector	Nº acumulador anterior	Nº acumulador actual	Nº de bote muestra	Volumen (ml)	Observaciones
1					
2					
3					
4					
5					
6					

Muestras de nieve:

Nº de bote muestra	Peso total	Peso cubo	Observaciones
1			
2			
3			

Tabla 1: Tabla de Registro de recogida en campo de muestras de deposición, se utilizará tanto para la parcela interior como la exterior

3.6.-Recepción y almacenamiento en laboratorio

A su entrada en el laboratorio, las muestras se registrarán rellenando el siguiente estadillo:

Parcela	Laboratorio	Fecha de entrega	Tipo	Muestras (Nº bote)	Registro	Fecha prevista análisis
			COLECTOR BAJO CUBIERTA	1	Fecha- Parcela- Interior	Inmediato; pH+ COND+ ANIONES+ AMONIO) A lo largo del año: CATIONES
				2		
				3		
				4		
				5		
				6		
			CIELO ABIERTO	1	Fecha- Parcela-	
				2		

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Parcela	Laboratorio	Fecha de entrega	Tipo	Muestras (N° bote)	Registro	Fecha prevista análisis
				3	Exterior	
				4		
			NIEVE	1		
				2		

Tabla 2: Estadillo de recepción de muestras en laboratorio

El código del campo de la tabla anterior “Muestras” coincide con el de “N° de bote muestra” de la tabla 1, por lo que se consigue así la trazabilidad entre campo y laboratorio.

En cuanto al almacenamiento de muestras en laboratorio para su posterior análisis, éstas deben mantenerse en un refrigerador (0-4 °C) antes del pretratamiento, ya que esto ralentizará la degradación de la muestra química y biológica. El período de almacenamiento debe ser lo más corto posible, esto es especialmente importante para ciertos parámetros como el carbono orgánico.

4. Mediciones

4.1.-Selección de variables

Los parámetros obligatorios son aquellos que se consideran esenciales para las actividades del Programa de ICP-Forests. En la tabla 5 se detallan los parámetros obligatorios y opcionales.

Los países y laboratorios participantes son libres de seleccionar los métodos analíticos siempre que se realice de acuerdo con las directrices (ver tabla 3).

4.2.-Análisis de laboratorio

Las procedimientos de pretratamiento y análisis se llevarán a cabo conforme a las especificaciones del Manual de ICP-Forests *Part XIV-Sampling and Analysis of Deposition*² y *Part XVI- Quality Assurance and Control in Laboratories*³. En la fecha de revisión del presente Manual, el proceso de laboratorio se está llevando a cabo de la siguiente manera:

Al realizar la recepción de las muestras, los primeros análisis que se realizan en el laboratorio son el PH y la conductividad de cada muestra y una vez que se ha comprobado la ausencia de contaminación, se procede a realizar la agrupación de muestras (ver punto 3.4) para obtener una muestra ponderada que será la muestra a analizar. La muestra se filtra con filtro de membrana 0,45 µm y se divide en tres submuestras, cada una de las cuales se acondicionan de diferente manera para realizar las determinaciones analíticas requeridas.

² https://www.icp-forests.org/pdf/manual/2016/ICP_Manual_2016_01_part14.pdf

³ https://www.icp-forests.org/pdf/manual/2016/ICP_Manual_2016_01_part16.pdf

4.3.- Procedimientos analíticos recomendados

Los países y laboratorios participantes son libres de seleccionar los métodos analíticos, siempre que estos sean métodos estandarizados.

Los procedimientos analíticos utilizados figuran en la tabla 3

En la actualidad en la Red II se están llevando a cabo los análisis de los parámetros pH, Conductividad ($\mu\text{S/cm}$), K (mg/l), Ca (mg/l), Mg (mg/l), Na (mg/l), N_{NH4} (mg N/l), Cl (mg/l), N_{NO3} (mg N/l), S_{SO4} (mg S/l) y Alcalinidad ($\mu\text{eq/l}$).

Parámetro	BBDD ICP-Forests
pH	Potenciómetro
Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)	Conductometrico medido (25 °C);
K (mg/l)	ICP-MS; Absorción atómica o Espectroscopía de emisión
Ca (mg/l)	
Mg (mg/l)	
Na (mg/l)	
N _{NH4} (mg N/l)	Cromatografía iónica con supresión electrolítica.
Cl (mg/l)	Métodos de cromatografía iónica: Cromatografía iónica con supresión electrolítica.
N _{NO3} (mg N/l)	
S _{SO4} (mg S/l)	
Alcalinidad ($\mu\text{eq/l}$)	Métodos electroquímicos: Valoración potenciométrica,

Tabla 3: Procedimientos analíticos en laboratorio

5.- Garantía y control de calidad

Es necesario que los participantes mantengan un nivel de garantía de calidad, tanto en el campo como en el laboratorio. Este nivel debería permitir la producción de datos a nivel europeo con errores analíticos conocidos que permitan un uso más óptimo para todo tipo de cálculos a nivel europeo.

5.1.-Calidad en campo

Para evitar la contaminación de la muestra durante todo el proceso de recogida de muestras, es necesario lavar los acumuladores y los botes de toma de muestra, con agua desionizada, para ello se necesita un lavavajillas unido a una columna de producción de agua desionizada DAFA junto con un detergente especial de baja mineralización. Una vez lavados pasan a mesa de secado y son posteriormente guardados en bolsas de plástico de un solo uso para mantener el conjunto inerte.

Al manipular los acumuladores se debe realizar con cuidado para no tocar la parte interior del acumulador que pueda estar en contacto con la muestra, siendo preferible la utilización de guantes.

Es necesario disponer de juegos de repuesto de todas las piezas del dispositivo de recolección, para proceder a su sustitución en campo en caso de que se encuentre dañado, lo hayan robado, o se haya visto afectado por actos de vandalismo

5.2.-Calidad en laboratorio

Ver Part XVI- *Quality Assurance and Control in Laboratories*

5.2.1.- Límites de plausibilidad

Los límites de plausibilidad para las muestras de deposición se dan en la Tabla 4.

Parámetro	Unidad	Límite Inferior	Límite superior
Cantidad de muestra	mm	0	1845
Alcalinidad	µeq/l	-50	10000
Conductivity	µS/cm	1	10000
K	mg/l	0,002	250
Ca	mg/l	0,001	275
Mg	mg/l	0,0025	100
Na	mg/l	0,003	500
NH4 –N	mg N/l	0,002	175
Cl	mg/l	0,002	800
NO3-N	mg N/l	0,002	175
SO4-S	mg S/l	0,01	500
Ph		2,5	9,4
N (total)	mg N/l	0,003	350
Al	mg/l	0,01	8
Mn	mg/l	0	15,5
Fe	mg/l	0	25
PO4-P	mg/l	0,0017	1000
Cu	µg/l	0,06	850
Zn	µg/l	0,005	4500
Hg	µg/l	0,02	100
Pb	µg/l	0,012	200
Co	µg/l	0,008	100
Mo	µg/l	0,008	100
S (total)	mg/l	0,17	500
N (organic)	mg N/l)	0,0003	100

Tabla 4: Límites de plausibilidad

5.2.2.-Compleitud de datos

En el punto 6 figuran los parámetros obligatorios y opcionales, si un país decide reportar parámetros opcionales, estos deben cumplir también con los requisitos de calidad de datos exigidos en los parámetros obligatorios.

6.- Manual de referencia y Base de datos ICP-Forests

El Manual de referencia de ICP-Forests es Part XIV-Sampling and analysis of deposition. El código o abreviatura del muestreo en la base de datos “DP” (*Analysis of Deposition*) y la descripción de los archivos que componen la base, y sus correspondientes registros⁴, son los siguientes:

	Nivel II ICP-Forests	Nivel II España	Frecuencia	Unidades
Muestras recogidas bajo dosel arbóreo, a cielo abierto y por escorrentía				
Cantidad de precipitación (1)	M	√	Mensual	mm
PH y conductividad a 25° C	M	√	Mensual	pH unit/ (μS / cm)
Na, K, Mg, Ca, N_NH4	M	√	Mensual	mg / l
Al, Mn, Fe, y otros metales pesados,	O		Mensual	mg / l
Cu, Zn, Hg, Pb, Cd, Co, Ni, Cr	O			μg / l
Cl, N_NO3 , S_SO4	M	√	Mensual	mg / l
Ptotal, PO4 3- (2), NO2	O			mg / l
Alcalinidad (3)	M	√	Mensual	μeq / l
DOC, Ntotal (4)	M	√	Mensual	mg / l
Stotal, HCO3 (5), Norg, Ctotal	O			mg / l
Muestras de Nieve				
PH y conductividad	O	√	Mensual	pH unit/ (μS / cm)
Na, K, Mg, Ca, NH4	O	√	Mensual	mg / l
Cl, NO3, NO2, SO4, Ptotal	O	√	Mensual	mg / l
Alcalinidad	O	√	Mensual	μeq / l
P Al, Mn, Fe, y otros metales pesados,	O		Mensual	mg / l
Cu, Zn, Hg, Pb, Cd, Co, Cr, Ni	O			μg / l

Tabla 5. Listado de parámetros de variables opcionales y obligatorios (O – optional, M – mandatory)

- (1) Es esencial y debe medirse con la máxima precisión
- (2) El fosfato indica contaminación por excrementos de ave. Sin embargo, Ptotal es un parámetro más estable de medida para este propósito.
- (3) Alcalinidad obligatorio para muestras individuales si pH > 5
- (4) N total no es obligatorio a cielo abierto pero es altamente recomendable, los datos de DOC y Ntotal se incorporan desde abril de 2020
- (5) HCO3 Puede ser obtenido por cálculo o por medición directa

⁴ Para más información sobre la descripción de cada campo, consultar: <https://icp-forests.org/documentation/>

**COMISIÓN ECONÓMICA PARA EUROPA DE NACIONES UNIDAS
CONVENIO MARCO DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA TRANSFRONTERIZA**

PROGRAMA INTERNACIONAL DE COOPERACIÓN PARA EL SEGUIMIENTO
Y LA EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LOS BOSQUES

MANUAL RED CE DE NIVEL II

RED DE PARCELAS PERMANENTES PARA EL SEGUIMIENTO INTENSIVO Y CONTINUO DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES.

MÉTODOS Y CRITERIOS PARA HOMOGENEIZAR LA EVALUACIÓN, TOMA DE MUESTRAS, SEGUIMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA Y OTROS FACTORES DE DECAIMIENTO SOBRE LOS BOSQUES.

PARTE XIV

MUESTREO Y ANÁLISIS DE DEPOSICIÓN

ANEXOS



Área de Inventario y Estadística Forestal (AIEF)

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Anexo I: Estructura de los archivos, descripción de campo y códigos empleados

PLD: Información de la parcela

- **Código de país** El código identificador de España en el 11
- **Nº de Parcela:** El código de cada parcela está formado por un número y la abreviatura de la especie que caracteriza la parcela Qi (*Quercus ilex*), Ppa (*Pinus pinea*), Ps (*Pinus sylvestris*), Qpy (*Quercus pyrenaica*), etc.
- **Tipo de muestreo**

Código	Descripción
1	Bajo cubierta (Throughfall)
2	A cielo abierto (Bulk deposition)
3	Deposición húmeda
4	Escorrentía cortical (Stemflow)
5	Niebla
6	Niebla congelada
9	Otros (nieve)

- **Tipo del colector:** Para identificar el tipo y ubicación del conjunto de colectores empleados en el análisis:

0001 para deposición bajo cubierta y a cielo abierto

0001 para nieve bajo cubierta

0002 para nieve a cielo abierto (porque el código 9 de nieve no discrimina entre zona arbolada y rasa)

- **Latitud y Longitud:** Se anotarán seis dígitos completos las coordenadas geográficas de latitud y longitud correspondientes al centro de la parcela de observación, medidos con GPS o restituidas en plano (foto aérea de gran detalle). Ejemplo:

	+/-	Grados		Minutos		Segundos	
Latitud	+	5	0	2	0	2	7
Longitud	-	0	1	1	5	3	2

- **Altitud:** Ver Parte I, Archivo PLT
- **Fecha de comienzo del periodo de seguimiento (año):** Formato (DDMMYY)
- **Fecha de fin del periodo de seguimiento (año):** Formato (DDMMYY)

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

- **Nº de periodos al año** (12 si es mensual)
- **Modelo de colector** (1: Nacional; 2: Armonizado)
- **Altura del colector** (m): Altura de la superficie colectora sobre el nivel del suelo
- **Superficie de recolección por colector** (m²): Área de la superficie de recolección para una muestra
- **Nº de colectores de cada tipo**: Indica el número de acumuladores individuales
- **Observaciones**

DEM: Mediciones

- **Parcela**: Ídem anterior
- **Fecha de comienzo del muestreo (mensual)**: Formato (DDMMYY)
- **Fecha de fin del muestreo (mensual)**: Formato (DDMMYY)
- **Nº de periodos al año** (del 1 al 12 si es mensual)
- **Tipo de muestreo**: Ídem anterior
- **Tipo del colector**: Ídem anterior
- **Código de identificación de la muestra**: Identificación de la muestra en la cual se integran, generalmente, muestras recogidas en colectores del mismo tipo: 0001, 0002, 0003... (para deposición bajo cubierta y a cielo abierto)

Para el muestreo 9, tipo de colector 001 (colector de nieve bajo cubierta) se numera con 0021, 0022, 0023...

Para el muestreo 9, tipo de colector 002 (colector de nieve a cielo abierto) se numera con 0031, 0032, 0033...

De esta manera se asigna un código identificativo (ID) a cada muestra que se analiza en el laboratorio.

La combinación del código de identificación de la muestra junto con el código de la parcela, tipo de colector, fecha de inicio y periodo debe dar un código de identificación único para cada muestra analizada.

- **Características de la muestra: Descripción de la muestra**
 - 1: Normal
 - 2: Contaminación (sospechada o confirmada, ya sea realizado análisis o no)

3: Muestra destruida

4: Muestreo no realizado

5: Desbordamiento, la precipitación derivada del volumen de muestra dada en 'cantidad' es un valor mínimo

6: Desbordamiento, precipitación estimada en "Observaciones"

7: Muestreo normal, pero muy poco volumen para cualquier análisis (incluida la precipitación cero)

8: Muestreo normal, pero ALGUNOS análisis no se han realizado (por ejemplo, debido a un volumen demasiado pequeño)

9: Muestra agrupada en el laboratorio para análisis con el siguiente período de muestra (por ejemplo, debido a un volumen demasiado pequeño)

- **Cantidad de muestra** (mm): Cantidad del total de la muestra recolectada
- **pH**
- **Conductividad** ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
- **K** (mg/l)
- **Ca** (mg/l)
- **Mg** (mg/l)
- **Na** (mg/l)
- **N_NH4** (mg N/l)
- **Cl** (mg/l)
- **N_NO3** (mg N/l)
- **S_SO4** (mg S/l)
- **Alcalinidad** ($\mu\text{eq}/\text{l}$): obligatorio para muestras individuales si $\text{pH} > 5$
- **N_total**; (mg N/l)
- **DOC** (mg/l)
- **Observaciones**

LQA: Información de control de calidad / control de laboratorio

- **País:** Ídem anterior
- **Nº de Parcela:** Ídem anterior
- **Fecha de comienzo del periodo de seguimiento (año):** Formato (DDMMYY)
- **Fecha de fin del periodo de seguimiento:** Formato (DDMMYY)**Parámetro:** Código de parámetro (N, S, P...) figura en el documentador: https://icp-forests.org/documentation/Dictionary/d_parameter_dp.html

Código	Descripción	UNIT
Al	Aluminio	mg/l
Alkalin	Alcalinidad	µeq/l
Ca	Calcio	mg/l
Cd	Cadmio	µg/l
Cl	Cloro	mg/l
Co	Cobalto	µg/l
Cond	Conductividad	µS/cm
C total	Carbono total	mg/l
Cu	Cobre	µg/l
DOC	Carbono orgánico disuelto	mg/l
Fe	Hierro	mg/l
Hg	Mercurio	mg/l
K	Potasio	mg/l
Mg	Magnesio	mg/l
Mn	Manganeso	mg/l
Mo	Molibdeno	µg/l
Na	Sodio	mg/l
Ni	Niquel	µg/l

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Código	Descripción	UNIT
N_NH4	Amonio – N	mg/l
N_NO3	Nitrato-N	mg/l
N_total	Total Nitrógeno	mg/l
Pb	Plomo	µg/l
pH	pH	
P_PO4	Fosfato	mg/l
S_SO4	Sulfato-S	mg/l
S_total	Azufre total	mg/l
Zn	Zinc	µg/l

- **Preparación de muestra:** Método de preparación de la muestra: En el caso de España: MB02 - Filtración con filtro de membrana de 0,45 µm

Código	Descripción
MB01	Sin filtración
MB02	Filtrado con membrane 0,45 µm
MB03	Filtrado con membrana 0,45 µm y prefiltrado con filtro de fibra de vidrio
MB04	Filtración con filtros de papel (Schwarzband)
MB99	Otro tipo de método de filtrado

- **Determinación:** Método de determinación de la concentración del parámetro

Consultar en:

(https://icp-forests.org/documentation/Dictionaries/d_determination_dp_ss.html)

En España los métodos más utilizados son:

Código	Descripción	Categoría
DB10	ICP-MS	Atomic Absorption or Emission Spectroscopy

ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICA FORESTAL (AIEF)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN.
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Código	Descripción	Categoría
DC01	Ion chromatography with eluent suppression	Ionchromatographic methods
DF02	pH-Electrode (Low ionic strength electrode)	Electrochemical methods
DF04	Potentiometric titration, Gran method for alkalinity	Electrochemical methods
DF09	Conductometric Measurement (25 °C)	Electrochemical methods

- **Límite de cuantificación:** Para cada parámetro, el laboratorio debe evaluar el límite de cuantificación (en unidad de parámetro) y utilizar un cuadro de control durante el año.
- **Gráfico de media de control:** la media del gráfico de control
- **Desviación estándar**
- **Identificación del laboratorio:** Código identificativo para cada laboratorio
- **Otras observaciones**