

**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 IX**

# **TOMA DE DATOS METEOROLÓGICOS**



**Servicio de Sanidad Forestal  
y Equilibrios Biológicos (SSF)**

## INDICE

1	Objetivos.....	3
2	Aspectos técnicos de las medidas meteorológicas.....	4
2.1	Variables a considerar.....	4
2.2	Localización de la estación meteorológica.....	4
2.3	Recomendaciones técnicas.....	4
3	Características técnicas de las medidas meteorológicas.....	5
3.1	Ubicación.....	5
3.2	Elementos de la estación.....	5
3.2.1	Antena de 14.5 m.....	5
3.2.2	Sensores de dirección y velocidad del viento.....	7
3.2.3	Radiación.....	7
3.2.4	Humedad relativa y Temperatura del aire.....	8
3.2.5	Pluviómetro automático.....	8
3.2.6	Panel solar.....	9
3.2.7	Estación de medida.....	9
3.3	Ejemplo de configuración de una estación.....	10
4	Extracción de los datos.....	11
4.1	Programa antiguo:.....	11
4.2	Programa nuevo.....	11
4.3	Problemas en la extracción de los datos.....	12
4.4	Ejemplo de tabla de datos de una estación.....	13
4.5	Envío de datos.....	14

## 1 Objetivos.

Los datos meteorológicos permiten conocer la naturaleza y cuantía de factores externos que son entradas fundamentales de materia y energía en el ecosistema (radiación, precipitación, etc.), así como las características ambientales de carácter climático (temperatura, humedad, iluminación, velocidad del viento,...) derivados, que son factores determinantes del funcionamiento y evolución de los ecosistemas.

A partir de los datos meteorológicos se elaboran diferentes parámetros significativos para explicar los procesos de utilización de la energía y de los materiales (agua, nutrientes) por los ecosistemas, y, por tanto, son de gran interés para el Seguimiento Intensivo y Continuo de los Ecosistemas.

Las condiciones meteorológicas proyectan su influencia directa sobre el desarrollo de plagas y enfermedades, sobre la disponibilidad y circulación del agua y sobre todos los procesos ecofisiológicos que tienen lugar en la cubierta vegetal y sobre el suelo. Su influencia se transmite a todos los procesos edáficos: disponibilidad y movilidad de nutrientes, absorción por las raíces, descomposición de los restos de biomasa desprendidos, etc, etc.

Por otra parte los valores extremos de las variables meteorológicas permiten definir factores de estrés que contribuyen o son causa principal de los daños producidos en las masas forestales. La imposibilidad de aislar sus efectos de otros factores como la contaminación, hace necesario su incorporación al estudio de Nivel II.

Los factores de estrés meteorológicos incluyen el estrés por sequía, temperatura (frío, helada, calor), radiación (bajo nivel de radiación global respecto a la potencial) y mecánicas (tormentas, nevadas, vendavales,...)

En el complejo suelo-planta-atmósfera, el suelo y la atmósfera son los medios físicos en los que las plantas y animales crecen y se desarrollan. Las condiciones especiales que se presentan en las capas de aire próximas al suelo son de importancia primordial para las plantas. Las variables meteorológicas comprenden los más decisivos parámetros que afectan a la estructura, crecimiento, estado y estabilidad de la masa forestal.

Los elementos del clima actúan sobre las plantas no aislada, sino conjuntamente. Los de mayor importancia desde este punto de vista son: luz, calor y humedad.

La información de las estaciones meteorológicas nacionales son, en la mayoría de los casos insuficientes para evaluar con exactitud las condiciones meteorológicas de las áreas forestales con poca homogeneidad en la superficie subyacente, y características muy variables de topografía y de relieve.

Nuestro objetivo en la monitorización meteorológica de las parcelas de nivel II es contribuir al conocimiento del microclima en que se encuentra y sus cambios en el tiempo con el propósito de:

- Describir las características climatológicas de las parcelas de nivel II.
- Investigar las condiciones meteorológicas y su relación con el estado, crecimiento y desarrollo del bosque.

- Identificar los factores de estrés en los árboles de la parcela.
- Contribuir a la determinación de variables necesarias para el desarrollo de modelos de respuesta de los ecosistemas(Ej.: Balance de agua, agua disponible en el suelo...)

## 2 Aspectos técnicos de las medidas meteorológicas.

### 2.1 Variables a considerar.

Obligatorias	Opcionales
Precipitación.	LTV b radiación.
Temperatura del aire.	Temperatura del suelo.
Humedad del aire.	Agua en el suelo.
Velocidad del viento.	Transcolación y escorretía cortical.
Dirección del viento.	
Radiación solar.	

### 2.2 Localización de la estación meteorológica.

Para representar las condiciones específicas climáticas en la masa forestal y evitar errores debidos a la variabilidad espacial de los datos meteorológicos, se debe instalar la estación dentro del área forestal sometida a estudio.

En general, las medidas (con excepción de la temperatura del suelo, humedad del suelo y precipitación) pueden ser recogidas por encima del dosel de la masa circundante o en zona descubierta y próxima a la parcela (en general menos de 2 Km) y con las mismas condiciones de orientación, altitud y pendiente.

La zona deforestada tendrá un radio igual o mayor que el doble de la altura de la masa circundante. La temperatura del suelo, la humedad del suelo y la precipitación debe ser medida en la parcela.

### 2.3 Recomendaciones técnicas.

El equipo y los sensores deben estar en concordancia con la Organización Meteorológica Mundial (W.H.O.) y a ser posible compatible con las redes del servicio Meteorológico Nacional.

Las estaciones son casi continuas en la adquisición de datos, y el almacenamiento de variables no será de mas de una hora.

### **3 Características técnicas de las medidas meteorológicas.**

#### **3.1 Ubicación.**

Las estaciones meteorológicas están situadas dentro de la subparcela de medición de la deposición en el exterior porque este emplazamiento cumple con los requisitos de cercanía y lugar abierto descritos anteriormente.

#### **3.2 Elementos de la estación.**

- 1 Antena de 14.5 m.
- 2 Sensores de: Dirección del viento.
- 3 Velocidad del viento.
- 4 Radiación.
- 5 Humedad relativa y Temperatura del aire.
- 6 Pluviómetro automático.
- 7 Panel solar.
- 8 Estación de medida:
  - 8.1 Módulo de distribución y protecciones.
  - 8.2 Módulo de alimentación.
  - 8.3 Caja con Sistema de adquisición de datos.
- 9 Toma de tierra.

##### **3.2.1 Antena de 14.5 m.**

Se viene utilizando el modelo Televés 180 de base arriostable.

El mantenimiento es mínimo pero conviene no dejar que la base se inunde o se destensen los vientos, en el caso de observar alguna anomalía conviene avisar inmediatamente. (Ver Figura 1)



**Figura 1. Detalle de la antena y sensores meteorológicos.**

### 3.2.2 Sensores de dirección y velocidad del viento.

Situados en la parte superior de la antena, pueden ser combinados en un solo cuerpo giratorio o cumplir su misión de forma separada.

La dirección del viento se mide en grados sexagesimales y la velocidad en m/seg.

Rangos: 0 - 50m/s velocidad; 0 - 360° dirección

Precisión:  $\pm 0.5$ m/s velocidad;  $\pm 5^\circ$  dirección



Figura 2. Sensores de dirección y velocidad de viento.

### 3.2.3 Radiación.

La medida de la intensidad de radiación se realiza por medio de piranómetros termoeléctrico (Ver Figura 3); estos miden la radiación global, la incidente y la reflejada en un ángulo de 180' .

La medición se realiza en W/m<sup>2</sup>. Es de Clase 1 según OMM. Incluye nivel de burbuja para colocarlo horizontalmente.

En su instalación debe orientarse al sur para evitar que la propia antena le dé sombra.



Figura 3. Piranómetro termoeléctrico.

### 3.2.4 Humedad relativa y Temperatura del aire.

Los sensores a utilizar vienen de forma combinada dentro de un protector de radiación directa y difusa del sol por medio de un dispositivo de apantallamiento múltiple.

La humedad relativa se mide en % y la temperatura en °C.

#### ***Temperatura:***

Rango: -10 a +60°C

Precisión: ± 0.6°C

#### ***Humedad Relativa:***

Rango: 0 - 100%

Precisión: ± 4% (10 - 90% R.H.)

Los sensores se sitúan dentro de una carcasa con ventilación natural para protegerlo de la luz



**Figura 4. Sensor de Humedad relativa y Temperatura del aire.**

### 3.2.5 Pluviómetro automático.

Es un pluviómetro de cazoletas basculantes destinados a la medida del volumen de precipitación, la intensidad y la duración del aguacero. (Ver Figura 5)

En su instalación se debe tener en cuenta la perturbación que puede producir la antena en la recepción de la lluvia; se instala sobre un pie independiente de la antena y suficientemente alejado de esta, aunque conectado a la estación.

La lluvia caída se mide en mm.

Resolución: 0.1mm.

Precisión: 2% hasta 25 mm/h; 3% hasta 50 mm/h.

Superficie colectora: 200 cm<sup>2</sup>



**Figura 5. Pluviómetro automático.**

### **3.2.6 Panel solar.**

Su misión es cargar el módulo de alimentación de la estación y sus características vienen determinadas en función del consumo de la estación y la situación geográfica (latitud y longitud).

### **3.2.7 Estación de medida.**

Consta de tres módulos (Ver Figura 6):

- 1 Módulo de distribución y protecciones.
- 2 Módulo de alimentación.
- 3 Data Logger.

#### **3.2.7.1 Módulo de distribución y protecciones.**

Todos los cables de los sensores se conectan al módulo de distribución, siguiendo el esquema de la estación meteorológica, en ella se conecta también la toma de tierra de la estación.

#### **3.2.7.2 Módulo de alimentación.**

Las estaciones se pueden alimentar con pilas alcalinas no recargables, pilas alcalinas recargables, baterías externas o red eléctricas.

En nuestras estaciones se ha optado por instalar paneles solares conectados a baterías o a pilas alcalinas recargables. Se necesita un regulador de carga conectado entre el panel solar y el módulo de alimentación para conseguir un mayor rendimiento energético.

#### **3.2.7.3 Caja con Sistema de adquisición de datos.**

Es el aparato que lleva a cabo la adquisición, tratamiento y almacenamiento de los datos de los distintos sensores sobre soporte magnético.

La unidad va muestreando todas las señales de modo secuencias, midiendo sus valores instantáneos y calculando los máximos, mínimos, medios, acumulables, etc., periódicamente a intervalos de tiempo programables.

Los datos están protegidos de la pérdida de carga por una batería de litio.

La recuperación de datos se puede hacer de múltiples formas: mediante cartuchos de memoria externa, ordenador portátil a través de internase RS232, vía radio, internet, etc.

Los periodos de almacenaje, muestreo y calentamiento definen la forma de funcionamiento.

- Período de almacenaje: cada cuanto tiempo se almacena en la base de datos.
- Período de muestreo: Cada cuanto tiempo se realiza una lectura del parámetro. Con estas lecturas (valores instantáneos) se realizan los cálculos.
- Período de calentamiento: tiempo que tardan los sensores en estabilizarse desde el momento en que reciben la alimentación.



Figura 6. Estación de medida.

### 3.3 Ejemplo de configuración de una estación.

CANALES DE ENTRADA:

CANAL	PARAMETRO	UNIDAD	RANGO	RESOLUCION
1	Vel. Viento	m/s	0 a 50	0.1
2	Dir. Viento	°Sexag	0 a 360	1
3	Temp. Aire	°C	-50 a 50	0.1
4	Hum. Relativa	%	0 a 100	1
5	Radiación gloval	W/m2	0 a 1500	1
6	Lluvia	mm	1	0.1
7	Batería Externa	V	0 15	0.1

## 4 Extracción de los datos.

Se realiza una vez al mes aunque es necesario un chequeo de la estación cada vez que se visite la parcela.

Para la extracción de los datos es necesario un ordenador portátil y el cable de comunicación entre ordenador y estación.

Pasos a seguir:

### 4.1 Programa antiguo:

- 1 Conecte el ordenador al meteodata.
- 2 Entre en el directorio teletx y de a Teletrans.
- 3 Pedir datos instantáneos teniendo en cuenta el número de estación.
- 4 Pedir datos medios.
- 5 Comprobar que están todos los archivos en la carpeta data. Los datos se guardan diariamente en archivos con la siguiente nomenclatura: EEAAMMDD.ASC y EEAAMMDD.DAT.

EE: N° estación

AA: Año

MM: mes

DD: día

### 4.2 Programa nuevo

- 1 Conecte el ordenador al meteodata.
- 2 Entre en el directorio y de a autoexec
- 3 Pedir datos instantáneos teniendo en cuenta el número de estación
- 4 Pedir datos medios
- 5 Comprobar que están todos los archivos en la carpeta database. Para ello se ejecuta la aplicación datagraph y se ven las lecturas diarias.

Los datos se archivan en Access con el nombre de Meteostation.

- 6 Exportar los datos (aplicación del datagraph)de modo completo a otra base de datos y guardar.

### 4.3 Problemas en la extracción de los datos.

Problema	Que hacer
Display apagado	Comprobar si le llega energía a del Panel solar (problema del panel) Comprobar todo el cableado desde el panel al meteodata Probara conectar con la estación (puede ser solo problema del display)
El display no nos da los distintos parámetros al tocarlos	Comprobar si los datos instantaneos salen correctamente en el ordenador. (fallo en display)
Hay signos raros en el display	Intentar conectar con la estación para sacarle los datos antes de reconfigurar la estación
Los datos de un sensor no son correctos	Comprobar el cableado de ese sensor.
El ordenador no conecta con la estación	Comprobar el nº estación Comprobar e puerto de conexión Comprobar si el cable es el correcto, si está seco (problemas con la lluvia)
No hemos volcado todos los datos	Pedir "Recuperación de datos" en el programa y pedirles los días que falten
Hay agua dentro del meteodata o problemas de corrosión en cables	Buscar la entrada de agua y tapparla

#### 4.4 Ejemplo de tabla de datos de una estación.

Fecha	Hora	V viento med	V viento max	V vientos	D viento med	D viento max	D vientos	T med	T max	T min	HR %	Rad med	Rad max	Lluvia (decmm)	Bat Ext
01/07/2002	00.00	20	43	9	77	68	26	94	95	94	91	0	0	0	130
01/07/2002	00.10	32	62	11	78	56	25	92	95	90	91	0	0	0	130
01/07/2002	00.20	25	51	10	95	109	32	88	91	86	95	0	0	0	130
01/07/2002	00.30	30	66	10	83	69	22	85	87	82	95	0	0	0	130
01/07/2002	00.40	36	66	11	80	85	24	81	83	80	97	0	0	0	130
01/07/2002	00.50	31	70	12	89	66	68	83	84	83	91	0	0	0	130
01/07/2002	01.00	37	85	13	66	47	25	83	84	82	91	0	0	0	129
01/07/2002	01.10	27	62	9	77	118	23	82	84	80	93	0	0	0	130
01/07/2002	01.20	22	51	9	85	105	24	78	80	77	95	0	0	0	130
01/07/2002	01.30	27	58	10	80	79	24	75	77	75	96	0	0	0	130
01/07/2002	01.40	28	55	10	100	93	31	77	79	76	93	0	0	0	130
01/07/2002	01.50	31	66	11	94	94	28	78	79	78	91	0	0	0	130
01/07/2002	02.00	27	55	9	105	94	30	79	80	79	89	0	0	0	130
01/07/2002	02.10	31	51	9	98	74	28	79	80	79	88	0	0	0	130
01/07/2002	02.20	26	55	9	99	98	28	79	80	78	88	0	0	0	130
01/07/2002	02.30	23	47	8	102	96	23	79	80	79	85	0	0	0	130
01/07/2002	02.40	21	40	7	104	108	18	80	81	80	82	0	0	0	130
01/07/2002	02.50	16	25	3	100	89	12	80	81	80	79	0	0	0	129
01/07/2002	03.00	15	36	5	102	115	19	80	82	79	77	0	0	0	129
01/07/2002	03.10	11	21	4	133	113	14	78	81	75	77	0	0	0	129
01/07/2002	03.20	5	21	5	165	147	27	74	76	74	77	0	0	0	129
01/07/2002	03.30	8	17	3	151	184	17	77	79	76	76	0	0	0	129
01/07/2002	03.40	0	10	1	161	155	18	77	79	76	77	0	0	0	130
01/07/2002	03.50	1	17	3	253	242	61	76	77	75	79	0	0	0	129

#### 4.5 Envío de datos.

Tipos de archivo:

- **Data Accompanying Report on meteorology monitoring:** explica los datos obtenidos y las características de las estaciones.
- Archivo **plm** con los datos generales de la parcela,

#### SPXXXX.PLM

Nº secuencial	Código nacional	Código de la parcela	Lugar instalación	Latitud geográfica ±GMMSS	Longitud geográfica ±GMMSS	Altitud	Variable	Posición vertical	Código funcionamiento	Tiempo medición	Tiempo almacenaje	Fecha comienzo	Fecha final	Nº días	Descripción instrumentos	Observaciones
1 . . . 53	11															

- 1-4 Secuencia
- 6-7 País
- 9-15 Nº parcela e instrumento
- 17 lugar de instalación
- 19-25 Latitud
- 27-33 Longitud
- 35-36 Altitud
- 38-39 Variable
- 41-46 Posición vertical (m)
- 48-49 Código de funcionamiento (manual, mecánico, registro en papel)
- 51-53 Tiempo de medición
- 55-57 Tiempo de almacenaje
- 59-64 Fecha comienzo periodo almacenaje
- 66-71 Fecha final periodo almacenaje
- 73-75 Nº días
- 77-87 Descripción de los instrumentos
- 89-100 Comentarios

- Archivo **mem** con los datos obligatorios:

**SPXXXX.MEM**

Nº secuencial	Código de la parcela e instrumento	Código instrumento	Fecha	Media diaria	Mínima diaria	Máxima diaria	Porcentaje datos diarios	Observaciones
1 . . . 53								

1-6 Secuencia  
 8-14 Nº parcela e instrumento  
 16-17 Código del instrumento  
 19-24 Fecha  
 26-31 Media diaria  
 33-38 Mínima diaria  
 40-45 Máxima diaria  
 47 49 Porcentaje de datos diario %  
 51-62 Observaciones

Las variables son:  
 PR: Precipitación (mm)  
 AT: Temperatura (°C)  
 RH: Humedad relativa (%)  
 WS: velocidad del viento (m/s)  
 WD: Dirección viento (°)  
 SR: Radiación solar (W/m2)