



Servicio
Meteorológico
Nacional

Criterios generales sobre la selección de sitios de medición, instrumental e instalación de estaciones meteorológicas automáticas.

Nota Técnica SMN 2019-52

Lucas Stel, Natalí Giselle Aranda, Guillermo Halbrandt y Gastón Sanchez

Departamento Redes, Gerencia de Obtención de Datos

Enero 2019



Ministerio de Defensa
Presidencia de la Nación

Información sobre Copyright

Este reporte ha sido producido por empleados del Servicio Meteorológico Nacional con el fin de documentar sus actividades de investigación y desarrollo. El presente trabajo ha tenido cierto nivel de revisión por otros miembros de la institución, pero ninguno de los resultados o juicios expresados aquí presuponen un aval implícito o explícito del Servicio Meteorológico Nacional.

La información aquí presentada puede ser reproducida a condición que la fuente sea adecuadamente citada.

Resumen

Solo un correcto análisis de la elección de los sitios de medición e instrumental y de los procedimientos para la instalación de las estaciones meteorológicas automáticas, puede garantizar desde el inicio que los datos obtenidos por las mismas sean útiles y confiables a nivel meteorológico, y que también sean lo más representativos posibles. Los criterios para la selección de los sitios incluyen un análisis de los requerimientos básicos que debe contar un sitio estándar, el estudio de redes ya existentes, disponibilidad y búsqueda. Por otro lado la elección del instrumental debe guiarse por la necesidad meteorológica, las características de funcionamiento de los sensores, las características del entorno de los sitios de instalación, del mantenimiento y del presupuesto. Finalmente se debe proyectar y ejecutar la instalación de las estaciones en términos de los sitios de medición y tipo de sensores, además de la logística y coordinación necesarias.

Abstract

Only a correct analysis of the choice of instrumentation and measuring sites as well as the procedures for the installation of automatic meteorological stations, can guarantee from the beginning that the data obtained are useful, reliable and representative. The criteria for the selection of sites include an analysis of the basic requirements, the study of existing networks, availability and search. On the other hand, the choice of instruments must be guided by meteorological needs, operating characteristics of the sensors, characteristics of the environment of the installation sites, maintenance and budget. Finally, the installation of the stations should be planned and executed according to the measurement sites and type of sensors, as well as the necessary logistics and coordination.

Palabras clave: estaciones automáticas, puntos de medición, instrumental, instalación

Citar como:

Stel, L., N.G. Aranda, G. Haldbrandt y G. Sanchez, 2019: Criterios generales sobre la selección de sitios de medición, instrumental, e instalación de estaciones automáticas meteorológicas. Nota Técnica SMN 2019-52.

1. CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE SITIOS DE MEDICION

Respondiendo a la necesidad meteorológica que tengamos deberemos analizar que sitios físicos (áreas o lugares) tenemos disponibles para la instalación de instrumental.

Ante todo debemos tener presente lo indicado por la OMM en su guía N°488 (OMM, 2010) sobre la elección de sitios:

“Debe tenerse en cuenta que nada es más costoso y frustrante que una larga campaña de observaciones que más tarde se demuestra que es inútil.” Para concluir: “La norma de calidad debe ser lo más alta que se requiera y el costo el más bajo posible”.

Estas dos reflexiones, basadas en la experiencia, nos indican que debemos ser cuidadosos y consientes en el diseño de la red, la elección de los sitios y del instrumental, para que justifique la labor humana involucrada y la inversión económica requerida, respondiendo al mismo tiempo a la necesidad de medición de la mejor manera posible.

La elección de los sitios en primera instancia responde al diseño de la red y la medición que necesitemos realizar. A partir de aquí podremos encontrar divergencias, por lo que primero veremos los requisitos que debe cumplir un sitio para instalar una estación meteorológica automática, para así definir la situación ideal y a las posibles soluciones que podremos buscar en caso de apartarnos del mejor caso.

1.1 Requerimientos de un sitio estándar de instalación

Un sitio de instalación, para garantizar la operación plena de la estación, debe estar caracterizado por los siguientes puntos:

1 Representatividad de las mediciones

En términos generales, la OMM establece, en su Guía N°8 (OMM, 2014), que los sitios de instalación y exposición del instrumental de las estaciones meteorológicas automáticas deben cumplir con los requisitos mínimos indicados para las estaciones meteorológicas convencionales dotadas de personal, en términos de cada variable que deseemos medir. Para las variables meteorológicas básicas (temperatura, humedad, presión, radiación y viento) se debe tratar de cumplir las distancias mínimas a los obstáculos cercanos, además de buscar lugares para emplazamientos llanos y alejados convenientemente de cuerpos de agua (toda variación debe ser debidamente notificada en los metadatos) para que los datos medidos sean representativos del lugar y útiles para el estudio que deseemos realizar en términos meteorológicos.

2 Seguridad

La seguridad de la estación abarca medidas de seguridad contra rayos, inundaciones o protección contra vandalismo. Respecto del último punto, se puede evaluar, la presencia de personal permanente o el cercado del instrumental, también la instalación dentro del campo de observación de una estación meteorológica convencional o dentro de un predio privado o estatal.

3 Energía eléctrica

Si el instrumental requerirá energía eléctrica permanente para su funcionamiento, se deberá considerar que el sitio deberá de disponer de una conexión permanente de energía, debiendo prever si se deberá adaptarla para su uso (a través de fuentes, transformadores, etc).

4 Comunicaciones

Para cada lugar se deberá tener en cuenta el método de comunicaciones y transmisión de datos de la estación, por ejemplo: si la misma requiere internet se deberá prever la disponibilidad en sitio de cobertura satelital, el tendido de fibras o puerto necesario. También si la estación transmite por telefonía celular, se

deberá comprobar en sitio la cobertura de las distintas bandas de frecuencia para cada compañía que provea el servicio.

5 Acceso

Debe tenerse en cuenta los accesos físicos por caminos y rutas a los sitios, como también el estado de los mismos. En términos de acceso también nos referimos al ingreso garantizado durante todo el año al predio para poder realizar visitas de inspección o tareas técnicas.

6 Personal responsable

El personal responsable responde al encargado de realizar mantenimiento preventivo como también aquella persona o ente encargado del predio o sitio donde se instale la estación, a través del cual se realizara toda gestión para el acceso durante el año como también la notificación de novedades (deterioro del equipo, inundaciones, cambios de entorno, etc).

7 Convenios, acuerdos con externos o particulares

La posibilidad de realizar convenios, es otro punto para formalizar la instalación del instrumental y la permanencia del mismo a largo plazo. Se deberá analizar las posibilidades legales y administrativas con instituciones y particulares.

1.2 Disponibilidad, búsqueda, convenios y doble redundancia

Los sitios que normalmente cubren los puntos tratados en el apartado anterior son los campos de observación de estaciones meteorológicas convencionales y dependencias de los Servicios Meteorológicos, los cuales pueden ser tomados en cuenta en la planificación de la red, aunque muchas veces no podremos por diversas causas hacer uso de los mismos.

Para los demás casos, la búsqueda de sitios de instalación debe ser orientada bajo los puntos analizados, en términos de acuerdos con privados u organismos estatales a través de la realización de convenios y acuerdos de mutua cooperación, que permita el uso de instalaciones o sitios y además evite la duplicación de tareas y faciliten el intercambio de tecnologías y prácticas para garantizar la calidad.

También los proyectos conjuntos de investigación y desarrollo con universidades o institutos de investigación, permitirá alcanzar beneficios de las actividades de investigación y desarrollo, y la entidad investigadora se beneficia de la accesibilidad de los datos, de las instalaciones sobre terreno y de las oportunidades para futuros investigadores.

Otra posibilidad sería la elección de terrenos de propiedad pública o gubernamental ya que habrá menos posibilidades que la estación tenga que desplazarse, aunque estos casos no siempre son posibles. De todas formas, debe establecerse un contrato a largo plazo con las autoridades interesadas o con el propietario del terreno en donde se debe especificar la prohibición de modificaciones del terreno (como por ejemplo construcción de edificios en las cercanías de la estación) y se debe prever disposiciones para la instalación y funcionamiento de instrumentos. Además se deberá garantizar a los miembros de la red la capacitación correspondiente para asumir la responsabilidad del funcionamiento de cada estación instalada.



Figura 1: Campo tipo de una estación meteorológica convencional, en este caso Observatorio Buenos Aires, Argentina. Observar dimensiones del predio, perímetro, personal e instalaciones.

Evitar la doble redundancia será otro punto muy importante en la elección de los sitios; se debe investigar la presencia de estaciones de otras redes en las cercanías a las áreas de estudio para evitar colocar estaciones muy próximas unas de otras. Esto nos permitirá gestionar con mayor eficiencia el instrumental del que dispongamos como también de valernos de otros puntos de medición existentes que puedan complementar nuestra red.

2. ADQUISICIÓN DEL INSTRUMENTAL

El proceso para la adquisición de las estaciones que formaran parte de nuestra red debe estar guiado por los siguientes puntos:

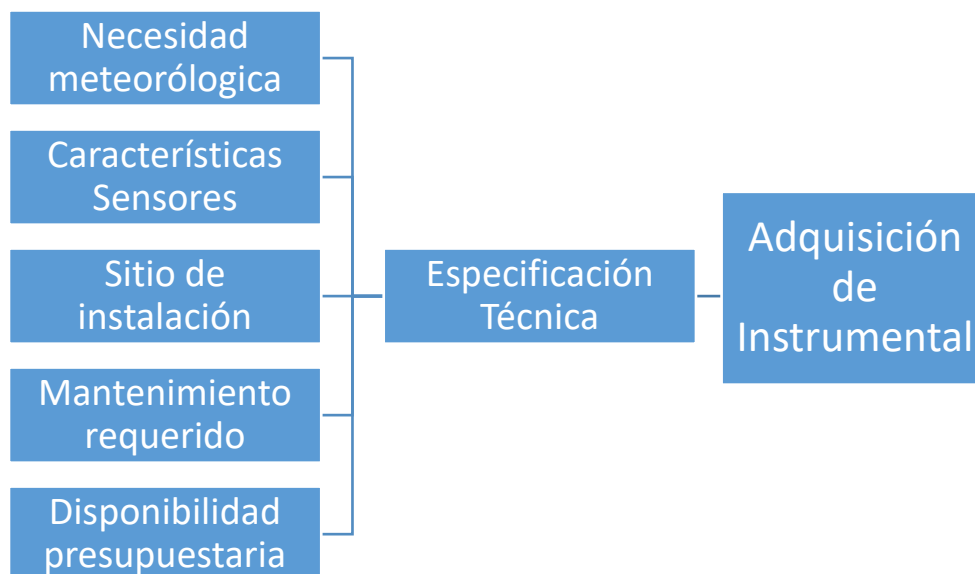


Figura 1: Elementos que guían la adquisición de instrumental.

A continuación veremos cada uno de estos puntos en detalle y como guían y determinarán el instrumental que formará parte de la red.

2.1 La necesidad meteorológica

En base a las necesidades analizadas se determinará a partir de cual instrumental se lograra suplirlas. Qué variables meteorológicas necesitamos medir será nuestra primera instancia para definir qué tipo de sensores necesitamos. Por ejemplo, si estamos planificando una red del tipo sinóptica meteorológica sabemos que la misma puede estar compuesta por sensores de viento, temperatura, humedad, radiación y precipitación; por lo cual deberemos encarar nuestro proceso de adquisición de instrumental orientada hacia sensores del tipo anemómetros, pluviómetros, piranómetros, etc.

El siguiente cuadro nos da una idea a nivel general de los sensores requeridos por distintos tipos de redes:

Tipo de red / Sensores	Temperatura	Humedad	Presión	Precipitación	Evaporación	Viento	Radiación
Sinóptica	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Climatológica	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Hídrica	-	-	-	✓	✓	-	-
Solarimétrica	-	-	-	-	-	-	✓

Tabla 1: Ejemplos de algunas redes y los sensores/variables generales que las pueden conformar.

Queda en evidencia las diferencias entre una red y otra, pero debemos considerar que un conjunto de sensores de una red pueden contribuir en parte a complementar otra red existente que dispongamos, por ejemplo si nos disponemos a diseñar una red sinóptica y la misma posee sensores de radiación estos últimos pueden complementar una red solarimétrica.

También se debe considerar la utilidad para redes mayores como la de los servicios meteorológicos y para ámbitos no puramente científicos o meteorológicos. Por ejemplo los datos pueden ser de interés para diversas industrias y actividades humanas: aviación, transporte terrestre, transporte marítimo, hidrología, agricultura, vigilancia medioambiental, reducción y prevención de desastres, energía, salud y seguridad.

Estas consideraciones justificaran la inversión económica y la labor humana involucrada, tanto para una como varias necesidades de medición.

2.2 Características de los sensores

Los sensores se caracterizan por parámetros tales como precisión, rango, sensibilidad, exactitud, tiempo de respuesta o tipo de elemento sensor, entre otros. Estas características definen la calidad del sensor y de los datos luego medidos.

Dependiendo que queramos medir y con qué *características*, nos condicionaremos a elegir un tipo o marca de sensor sobre otro de acuerdo a las prestaciones que ofrezcan los fabricantes.

En la guía de la OMM sobre el Sistema Mundial de Observación (OMM 2010), establece parámetros y guías sobre los requerimientos de medición estandarizados para cada variable (parte III).

Rendimiento		General	
HUMEDAD RELATIVA		Rango de temperatura de operación operativa	
Rango de mediciones	0 ... 100 %RH		-80 ... +60 °C (-112 ...
Precisión (no incluye linealidad, histéresis y repetibilidad) a		Rango de temperatura de almacenamiento	-80 ... +60 °C (-112 ...
+15 ... +25 °C (+59 ... +77 °F)	±1 %RH (0 ... 90 %RH)	Especificaciones Técnicas	
	±1,7 %RH (90 ... 100 %RH)	Temperatura Aire	
-20 ... +40 °C (-4 ... 104 °F)	±(1,0 + 0,008 x lectura) %RH	Rango de medición	-30 + +60 °C
-40 ... -20 °C (-40 ... -4 °F)	±(1,2 + 0,012 x lectura) %RH	Resolución	0,03 °C
+40 ... +60 °C (+104 ... +140 °F)	±(1,2 + 0,012 x lectura) %RH	Exactitud	± 0,3°C para T ≤ -40°C ± 0,1°C para -40°C < T ≤ +40°C ± 0,3°C para T > +40°C
-60 ... -40 °C (-76 ... -40 °F)	±(1,4 + 0,032 x lectura) %RH	Constante de tiempo	20 s
Incertidumbre de la calibración	±0,6 %RH (0 ... 40 %RH)*	Tipo de sensor	Resistencia de platino Pt100 Clase B
de fábrica (+20 °C /+68 °F)	±1,0 %RH (40 ... 97 %RH)*	Humedad relativa	
* Definido como límites de desviación estándar ±2. Puede haber pequeñas variaciones. Véase también el certificado de calibración.		Rango de medición	0 + 100 % RH
Sensor de humedad recomendado	HUMICAP®180R(C)	Resolución	± 0,5 % RH
Tiempo de respuesta a +20 °C sin viento con un filtro		Exactitud	± 2 % RH
PTFE sinterizado		Constante de tiempo	40 s
63 %	20 s	Sensor	Polímero capacitivo compensado en temperatura
90 %	60 s	Características comunes	
TEMPERATURA		Temperatura de funcionamiento	-30 + +60 °C
Rango de medición	-80 ... +60 °C (-112 ... +140 °F)	Ventilación	Natural
Precisión con salida de voltaje a		Protecciones	En contra de inversiones de polaridad y descargas atmosféricas
-80 ... +20 °C	±(0,226 - 0,0028 x temperatura) °C	Alimentación	+10 + +16 Vdc
+20 ... +60 °C	±(0,055 + 0,0057 x temperatura) °C	Interfaz de salida	SDI-12
salida pasiva (resistiva)		Consumo activo (mA) en medición	5 mA
según IEC 751	±(0,1 + 0,00167 x temperatura) °C	Tiempo de arranque	20 s
1/3 Class B		Tiempo de respuesta	10 s
salida RS485		Realizado en	ABS Material plástico y tornillería en acero INOX
-80 ... -20 °C	±(0,176 - 0,0028 x temperatura) °C	Peso	1,4 kg
		Dimensiones	ø = 240 mm ; h = 275 mm

Figura 2: Ejemplos de especificaciones técnicas dados por el fabricante para sus sensores de temperatura.

Por otro lado, en muchos casos si la red de estaciones automáticas cubren un área demasiado amplia donde el clima a lo largo del año es diferente entre una zona y otras, es recomendable la elección de instrumental que tenga la capacidad de medir en un amplio rango para que sea versátil tanto en uno como en otro lugar donde

los rangos de medición varían (sobre dimensionar). Esto también tendrá un impacto positivo a la hora de planificar y dar curso a un reemplazo de un sensor por un repuesto dado que los repuestos serán generales para toda la red, reduciendo la necesidad de sensores específicos con características particulares.

En términos generales, se recomienda que los instrumentos deben adquirirse como resultado de una serie de pruebas de comparación y de verificación. Una vez que se haya elegido el tipo de estación automática se deberán establecer procedimientos de verificación cuyo objetivo es averiguar la desviación en caso de ser necesario y verificar el funcionamiento del instrumental en el intervalo de la escala de medición posible. El Servicio Meteorológico Nacional de Argentina, SMN, es el autorizado por la OMM para llevar a cabo estos contrastes siendo el Centro Regional de Instrumentos de la región III (países de América del Sur).

Bajo una proyección a futuro, el sistema a elegir deber ser flexible para permitir la posibilidad de ampliar la red a partir de incorporar estaciones adicionales, nuevos sensores o equipo periférico. Las estaciones designadas para que funcionen sin personal durante un largo periodo de tiempo deben ser lo más sencillas posible, mientras que aquellas que pueden ser visitadas con mayor frecuencia pueden tener un sistema más complejo.

2.3 Sitio de instalación

Aunque el principio de funcionamiento nos permite determinar el tipo de sensor, muchas veces tendremos que evaluar los sitios en los que finalmente irán instalados dado que en muchos casos nos obligara a optar por distintos tipos de sensores.

- Incidencia de la climatología del lugar

El sitio nos fijará los extremos de los rangos de medición del instrumental. De acuerdo a la climatología del sitio deberemos sobre dimensionar la capacidad de medición en términos del rango para que sea capaz de medir con amplio margen los posibles extremos.

Por ejemplo, en la base Marambio en la Antártida, se han registrados temperaturas cercanas a los -30°C , entonces, a la hora de adquirir un sensor de temperatura el mismo debe ser capaz de medir varios grados por debajo de estos extremos históricos registrados (rango de sensores que miden hasta -40 y -60°C).

Este concepto es aplicable para todas las variables y sensores. Teniendo en cuenta esta consideración podremos ser capaces de medir extremos y no forzar el sensor en sus extremos lo cual reduce su vida útil y puede producir inestabilidad en la adquisición de los datos (trabajar en los extremos produce fallos totales y/o permanentes que conducen a un reemplazo o una recalibración).

- Incidencia del mantenimiento

En zonas donde tenemos deposición de grandes cantidades de polvo o tierra, los sensores de viento del tipo ultrasónico son más recomendables en contra posición con los del tipo coperolas y veleta que poseen más partes mecánicas y que son más susceptibles a desgaste y falla.



Figura 3: Deposición de polvo sobre sensor de precipitación y gabinete.

Otro ejemplo son las zonas costeras donde tenemos grandes niveles de salitre que se acumulan en las partes plásticas y corroen los elementos oxidables de los sensores, en estos casos es recomendable optar por instrumental cuya carcasa sea inoxidable permitiendo con un mínimo mantenimiento una vida útil más prolongada.

También debe ser considerado la flora y fauna del lugar como las plagas (hormigas, abejas, avispas, aves, etc) y las plantas y vegetación (crecida de pastos), inundaciones, derrumbes, lagunas, etc, que puedan afectar y reducir el tiempo de vida útil de los equipos.

- Incidencia de las comunicaciones

El sitio también puede comprometer las comunicaciones y la transmisión de datos. Se debe analizar la presencia de la señal requerida, si existe "cobertura" del método de transmisión que necesitemos, y si para ese lugar específico habrán cambios tecnológicos que puedan afectar a los equipos adquiridos (por ejemplo que compremos una estación que transmita por telefonía celular 2G y luego a futuro en el sitio solo halla señal 3G por un avance natural hacia nuevas tecnologías).

2.4 Mantenimiento requerido

Es de suma importancia la consideración del mantenimiento cuando encaramos la compra de instrumental dado que esto nos dará una idea a largo plazo de cada cuanto tiempo deberemos cambiar los sensores y su mantenimiento durante su tiempo de vida.

Previo a la compra debemos proveernos de la siguiente información para ponderar el mantenimiento que requerirá cada sensor y la estación en su conjunto:

Tiempo de vida útil que proyecta el fabricante, debemos saber según el fabricante cuanto tiempo proyecta que funcionara en el tiempo (u horas de servicio pleno) para proyectar a futuro cada cuanto deberemos cambiarlo o reemplazarlo para realizar las calibraciones o contrastes correspondientes.

Mantenimiento preventivo que requiere el sensor, cada cuanto hay que realizar limpieza, engrase, reemplazo de partes, cambio de silica, etc. Generalmente depende mucho del sitio donde instalemos los sensores, pero el fabricante debe entregar los elementos de las estaciones con estas indicaciones para guiarnos en el tipo de

mantenimiento preventivo a realizar, normalmente ya está estudiado qué partes fallaran sin un correcto mantenimiento preventivo.

2.5 Disponibilidad presupuestaria

Hasta ahora hemos analizado que la elección del instrumental depende fundamentalmente de la necesidad meteorológica que tengamos, de la precisión con la que queramos medir como también del mantenimiento requerido y sitio donde finalmente instalemos los sensores.

Otro punto a tener en cuenta a la hora de la adquisición del instrumental es la disponibilidad o limitación presupuestaria. Aunque la necesidad meteorológica y el compromiso científico deben primar nuestra búsqueda y elección, deberemos considerar también el presupuesto disponible o el costo final proyectado.

La disponibilidad presupuestaria puede dar origen a un atraso en la adquisición del instrumental, una disminución de los estándares en la medición, y la inevitable cancelación del proyecto por su inviabilidad económica.

Teniendo en cuenta estas posibilidades, es conveniente seguir sobre un borrador las siguientes pautas:

- En primera instancia proyectar hacia la mejor situación, los mejores sensores, la mayor cantidad de puntos de medición, la mayor frecuencia de transmisión, etc, según el caso para cumplir con la necesidad meteorológica que encare el proyecto.
- Realizar la investigación de los costos que requiere la mejor situación y realizar un sondeo previo de la posibilidad en términos monetarios para poder afrontarla.

En caso que debamos adaptar la propuesta, es sumamente recomendable reducir la cantidad de puntos de medición a fin de mantenernos dentro del presupuesto pero cumpliendo (lo más importante) con el objetivo científico de medición. En general, es recomendable garantizar la calidad de los datos y su continuidad a largo plazo, que adquirir un conjunto grande de estaciones y luego no poder afrontar el gasto operativo que ello involucra.

- Confección de la especificación técnica

Una vez definidas las características del instrumental en términos de la necesidad meteorológica, características de los sensores, sitio de instalación, mantenimiento y limitaciones presupuestarias debemos confeccionar una especificación o resumen técnico.

La adquisición del instrumental como un bien puede ser alcanzada a través de una compra directa, proceso licitatorio o por donación, por ejemplo. En cualquier caso, es sumamente recomendable contar con un documento formal del tipo especificación técnica que detalle todas las componentes y características individuales de la estación meteorológica, los sensores, comunicaciones, torre, datalogger, gabinetes, etc, detallando rangos de medición, rangos de operatividad, materiales de construcción, peso, durabilidad comprobada, protección contra polvo, agua, suciedad, etc.

Siendo que la especificación técnica junto con la adquisición del instrumental es el último paso; el máximo provecho y la operatividad plena de la red queda sujeto a un correcto análisis de las necesidades y del sitio de instalación *antes* de iniciar la compra.

La Organización Meteorológica Mundial ofrece lineamientos para la compra y confección de las especificaciones técnicas (OMM, 2018), que servirán de orientación y punto de partida (el SMN cuenta con los mismos para su análisis).

- Repuestos

Un punto sumamente importante que suele ser olvidado y que afectará plenamente la operación de la red en el mediano y largo plazo es la adquisición de repuestos. Estos deben ser previstos en la especificación técnica y la presupuestación final de la compra.

Es recomendable la inclusión en la compra de un conjunto de repuestos: sensores, datalogger, juego de cables, abrigos, encapsulados, etc. De esta manera podemos actuar con celeridad ante una falla y sin demoras hasta adquirir el remplazo.

Para evaluar cuantos repuestos necesitamos adquirir junto con la compra total podemos guiarnos por los siguientes parámetros:

- Vida útil indicada por el fabricante. El fabricante, como también el distribuidor, puede indicarnos cuales sensores suelen fallar, cada cuanto, y qué partes (para centrarnos en qué repuestos exactos comprar).
- Desgaste que provocará el entorno sobre cada tipo de sensor y cable. Zonas con polvo, radiación extrema, nieve, salitre o plagas por ejemplo, desgastaran partes específicas de los sensores (elemento sensor, encapsulados, conexiones eléctricas, rulemanes, fichas, cables, etc.).
- Protocolos de reemplazo, proyección de reemplazos programados periódicos cada cierto periodo de tiempo (1 año por ejemplo). Se reemplaza el sensor más allá que no presente fallas visibles por un repuesto contrastado y el replegado se lo prueba en laboratorio para volverlo a rotar. De esta manera se logra mantener confianza en las mediciones.

3. INSTALACIÓN DEL INSTRUMENTAL

Una vez que hemos determinado y adquirido el instrumental, y definido los sitios, el siguiente paso es la instalación final del instrumental.

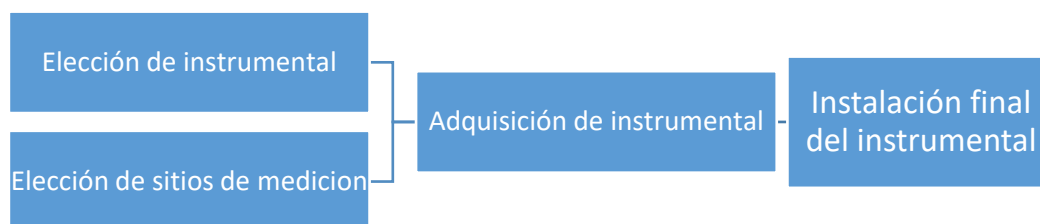


Figura 7: Pasos hasta la instalación de las estaciones automáticas.

La instalación del instrumental requiere de una planificación previa que abarca varios puntos a prever, y una correcta planificación permitirá un uso eficiente de los recursos y el tiempo demandado para toda la operación.

- Planificación

La planificación consiste en el diseño de un plan de trabajo en el que se detalle pasos, personal requerido, transporte necesario y todos los elementos adicionales necesarios para permitir dejar la estación o el conjunto de estaciones instaladas y operativas.

- Ubicación de cada sitio: el diseño del plan de trabajo debe contemplar, en principio, la ubicación de cada sitio donde se instalaran las estaciones para confeccionar la ruta (el derrotero) que se seguirá, permisos de acceso, contactos, etc.

- Días e Instrumental: cantidad de días y cantidad de instrumental a instalar también serán factores a determinar.

- Personal requerido: se debe evaluar el tipo y formación profesional del personal requerido para la instalación del instrumental, propio y/o externo.

- Transporte necesario: como toda logística se deberá prever el tipo de transporte necesario para el acarreo del equipo durante toda la comisión, teniendo en cuenta también el acceso a cada sitio y el estado y tipo de caminos donde se instalara las estaciones nos condicionará para determinar qué tipo de transporte necesitaremos. Otra solución alternativa probada en campo, es el despacho del instrumental por anticipación a cada sitio, logrando como ventaja que solo se planifique la movilidad del personal técnico y las herramientas y equipo adicional, aunque en estos casos se deberá ponderar el gasto del despacho.

- Personal: es recomendable que la tarea de instalar una nueva estación debe estar acompañada de un equipo formado por un inspector, un técnico y varios ayudantes. También que se detalle un informe sobre la instalación, incluyendo descripción del lugar y sus alrededores (acompañada de un esquema), detalles sobre los instrumentos, funcionamiento y resultado de pruebas. También incluirse fotografías tomadas en las 8 direcciones y videos, para tener una idea clara del entorno, y la exposición del instrumental en él.



Figura 8: Fotografía de una de las visitas de inspección llevadas a cabo por parte del SMN para verificar los lugares de emplazamiento y participar en la instalación de las estaciones automáticas dentro del Proyecto SINARAME-SMN para calibración de radares.

- Contraste

El contraste del instrumental *previo* a la instalación nos permite ponderar desde un principio la confianza en los datos medidos y reducir el riesgo asociado a fallos de los sensores u otras partes de las estaciones. Por ello, una vez adquirido el instrumental es recomendable seguir el proceso de contraste y calibración del mismo, para certificar el correcto funcionamiento de los sensores y aplicar las correcciones si es necesario.

El contraste y calibración de un sensor consiste en la comparación para todo el rango de medición del sensor a contrastar respecto de un sensor patrón. Este último es un sensor cuyas mediciones han sido certificadas por autoridades estatales o mundiales en materia de medición.

De un contraste positivo se obtiene un sensor certificado para una medición específica. Caso contrario el contraste puede relevar una falla eléctrica, electrónica, mecánica o estructural, que para el caso de sensores de estaciones automáticas permite una reprogramación o cambio y ajuste para subsanar el error, y realizar reiterativos contrastes hasta alcanzar una medición adecuada respecto del patrón.

Los contrastes pueden ser realizados en laboratorios de instituciones, universidades y organismos oficiales estatales o privados, con las correspondientes credenciales que avalen a dicha entidad en materia de medición y posesión de patrones para tales tareas. Muchos servicios meteorológicos poseen sus propios laboratorios para el contraste de instrumental (por ejemplo el SMN Argentino), que a través convenios de mutua colaboración se puede lograr contrastes con los patrones.

Otra buena práctica que nos permitirá dar una respuesta rápida ante una falla es el contraste también de los repuestos.

- Instalación final

La instalación final debe ser guiada por las prácticas habituales del SMN, aplicadas a las condiciones particulares, en términos meteorológicos y técnicos, de cada sitio. Estas prácticas se basan en lo indicado por la Guía N°8 de la OMM sobre instrumentos meteorológicos y la exposición de los mismos.

3. REFERENCIAS

OMM, 2010: Guía del Sistema Mundial de Observación, N° 488. Organización Meteorológica Mundial, Suiza.

OMM, 2014: Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos, OMM-N° 8. Organización Meteorológica Mundial, Suiza.

OMM, 2018: References to Automatic Weather Station (AWS) relevant WMO Technical Regulations. Organización Meteorológica Mundial, Suiza. Ver http://www.wmo.int/pages/prog/www/WIGOS-WIS/meetings/RA-I_AWS_Namibia-Nov2018/AWS_References_2018-11-08.docx

Instrucciones para publicar Notas Técnicas

En el SMN existieron y existen una importante cantidad de publicaciones periódicas dedicadas a informar a usuarios distintos aspectos de las actividades del servicio, en general asociados con observaciones o pronósticos meteorológicos.

Existe no obstante abundante material escrito de carácter técnico que no tiene un vehículo de comunicación adecuado ya que no se acomoda a las publicaciones arriba mencionadas ni es apropiado para revistas científicas. Este material, sin embargo, es fundamental para plasmar las actividades y desarrollos de la institución y que esta dé cuenta de su producción técnica. Es importante que las actividades de la institución puedan ser comprendidas con solo acercarse a sus diferentes publicaciones y la longitud de los documentos no debe ser un limitante.

Los interesados en transformar sus trabajos en Notas Técnicas pueden comunicarse con Ramón de Elía (rdelia@smn.gov.ar), Luciano Vidal (lvidal@smn.gov.ar) o Martín Rugna (mrugna@smn.gov.ar) de la Gerencia de Investigación, Desarrollo y Capacitación, para obtener la plantilla WORD que sirve de modelo para la escritura de la Nota Técnica. Una vez armado el documento deben enviarlo en formato PDF a los correos antes mencionados. Antes del envío final los autores deben informarse del número de serie que le corresponde a su trabajo e incluirlo en la portada.

La versión digital de la Nota Técnica quedará publicada en el Repositorio Digital del Servicio Meteorológico Nacional. Cualquier consulta o duda al respecto, comunicarse con Melisa Acevedo (macevedo@smn.gov.ar).