

Directrices sobre mejores prácticas para el rescate de datos climáticos

Edición de 2016

TIEMPO CLIMA AGUA



ORGANIZACIÓN
METEOROLÓGICA
MUNDIAL

OMM-N° 1182

Directrices sobre mejores prácticas para el rescate de datos climáticos

Edición de 2016



ORGANIZACIÓN
METEOROLÓGICA
MUNDIAL

OMM-N° 1182

NOTA DE LA EDICIÓN

Las abreviaciones utilizadas en el presente informe figuran en METEOTERM, la base terminológica de la OMM, disponible en la página web <http://public.wmo.int/es/recursos/meteoterm>.

Conviene informar al lector de que cuando copie un hipervínculo seleccionándolo del texto aparecerán espacios adicionales inmediatamente después de <http://>, <https://>, <ftp://>, <mailto:>, y después de las barras (/), los guiones (-) y las secuencias ininterrumpidas de caracteres (letras y números). Es necesario suprimir esos espacios de la dirección URL copiada. La dirección URL correcta aparece cuando se pone el cursor sobre el enlace o cuando se hace clic en el enlace y luego se copia en el navegador.

En el portal internacional de rescate de datos I-DARE (www.idare-portal.org) puede encontrarse información complementaria sobre las mejores prácticas para el rescate de datos climáticos, así como ilustraciones y fotografías, prácticas y especificaciones de los equipos más detalladas, experiencias positivas de rescate de datos, enlaces a sitios web, información de contacto, etc. Toda información adicional deberá solicitarse a través del portal I-DARE.

AGRADECIMIENTO

Quisiéramos expresar nuestro agradecimiento a la señora Nancy Westcott, jubilada del Midwestern Regional Climate Center, Illinois State Water Survey, Universidad de Illinois (Estados Unidos de América), por su destacada contribución a la presente publicación.

OMM-N° 1182

© Organización Meteorológica Mundial, 2016

La OMM se reserva el derecho de publicación en forma impresa, electrónica o de otro tipo y en cualquier idioma. Pueden reproducirse pasajes breves de las publicaciones de la OMM sin autorización siempre que se indique claramente la fuente completa. La correspondencia editorial, así como todas las solicitudes para publicar, reproducir o traducir la presente publicación parcial o totalmente deberán dirigirse al:

Presidente de la Junta de publicaciones
Organización Meteorológica Mundial (OMM)
7 bis, avenue de la Paix
Case postale 2300
CH-1211 Genève 2, Suiza

Tel.: +41 (0) 22 730 84 03
Fax: +41 (0) 22 730 81 17
Correo electrónico: publications@wmo.int

ISBN 978-92-63-31182-5

NOTA

Las denominaciones empleadas en las publicaciones de la OMM y la forma en que aparecen presentados los datos que contienen no entrañan, de parte de la Organización, juicio alguno sobre la condición jurídica de ninguno de los países, territorios, ciudades o zonas citados o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

La mención de determinados productos o sociedades mercantiles no implica que la OMM los favorezca o recomiende con preferencia a otros análogos que no se mencionan ni se anuncian.

ÍNDICE

	<i>Página</i>
ÁMBITO.....	v
1. INTRODUCCIÓN: IMPORTANCIA CIENTÍFICA DEL RESCATE DE DATOS CLIMÁTICOS.....	1
2. PANORAMA GENERAL DEL RESCATE DE DATOS CLIMÁTICOS: ARCHIVO, OBTENCIÓN DE IMÁGENES Y DIGITALIZACIÓN.....	2
3. ARCHIVO DE SOPORTES EN PAPEL	2
3.1 Búsqueda y localización	2
3.2 Conservación y almacenamiento.....	4
3.3 Creación de inventarios electrónicos de imágenes y repertorios en papel o microfilm	5
4. OBTENCIÓN DE IMÁGENES DE LOS SOPORTES ORIGINALES	7
4.1 Fases básicas del proceso de obtención de imágenes.....	7
4.2 Validación y almacenamiento de archivos de imágenes.....	8
5. DIGITALIZACIÓN DE VALORES DE DATOS	9
5.1 Reducción al mínimo de los errores de teclado	10
5.2 Comparación con bases de datos internacionales.....	10
6. ARCHIVO DE SOPORTES DIGITALES (IMÁGENES Y VALORES DE DATOS)	11
6.1 Cotejo de soportes impresos, imágenes y conjuntos de datos digitales.....	11
6.2 Actualización del soporte	11
6.3 Recomendaciones para el archivo de soportes digitales	12
APÉNDICE 1. ACTIVIDAD MUNDIAL	13
APÉNDICE 2. EVALUACIÓN DEL RESCATE DE DATOS.....	15
APÉNDICE 3. INFRAESTRUCTURA, EQUIPOS, SUMINISTROS Y PERSONAL	16
APÉNDICE 4. ORIENTACIONES SOBRE EL MANTENIMIENTO DE ARCHIVOS EN PAPEL.....	18
APÉNDICE 5. CONSIDERACIONES RELATIVAS AL ESTABLECIMIENTO DE PRIORIDADES PARA LA OBTENCIÓN DE IMÁGENES Y LA DIGITALIZACIÓN DE DATOS	19
APÉNDICE 6. TÉCNICAS DE OBTENCIÓN DE IMÁGENES ELECTRÓNICAS.....	21
APÉNDICE 7. OTROS MÉTODOS DE DIGITALIZACIÓN.....	24
APÉNDICE 8. ERRORES DE DIGITALIZACIÓN Y PROCESO DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	26
APÉNDICE 9. ENSEÑANZAS EXTRAÍDAS.....	28
APÉNDICE 10. APLICACIONES QUE MUESTRAN EL VALOR DE LOS DATOS	30
APÉNDICE 11. LISTAS DE VERIFICACIÓN PARA EL RESCATE DE DATOS CLIMÁTICOS	32
APÉNDICE 12. GLOSARIO.....	34
APÉNDICE 13. REFERENCIAS.....	36

ÁMBITO

El presente documento técnico es una actualización de la publicación WMO/TD-No. 1210, WCDMP-55, *Guidelines on Climate Data Rescue* (2004) (Directrices sobre el rescate de datos climáticos). Se basa en las directrices originales, pero, al mismo tiempo, en él se tienen en cuenta tanto los cambios tecnológicos surgidos a lo largo de los 12 años transcurridos como las enseñanzas extraídas de actividades de rescate de datos climáticos más recientes llevadas a cabo en todo el mundo. Se presenta un panorama general del rescate de datos, y en los diversos capítulos se abordan cuestiones como su importancia, el archivo de soportes originales, la obtención de imágenes, la digitalización y el archivo de imágenes y datos digitales. En los doce apéndices se facilita información complementaria.

Las presentes directrices sobre el rescate de datos climáticos se han concebido para servir de guía mediante la presentación de mejores prácticas recomendadas. Habida cuenta de la diversidad de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN) en cuanto a tamaño y fase de desarrollo tecnológico, y dada la variabilidad de los tipos de fenómenos meteorológicos y climas, cabe la posibilidad de que algunas prácticas no resulten de utilidad para todos los Miembros de la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Dicho esto, conviene señalar que las directrices ofrecen asesoramiento sobre una amplia gama de cuestiones que deberían ayudar a todos los Miembros a organizar y poner en práctica el rescate de datos, además de proporcionarles soluciones tecnológicas de carácter general. En el [portal internacional de rescate de datos \(I-DARE\)](#), que mantiene la OMM con la ayuda del Instituto Real de Meteorología de los Países Bajos y el Equipo de expertos sobre rescate de datos de la Comisión de Climatología de la OMM, puede encontrarse información tecnológica más específica, así como ilustraciones y fotografías de índole informativa.

Aunque se trata de mejores prácticas específicas para datos climáticos y meteorológicos, también se podrían aplicar al rescate de datos en otros ámbitos científicos, tanto en la esfera de competencia de la OMM como fuera de ella. En particular, el rescate de datos hidrológicos y marinos, así como de otros datos medioambientales, se rige por unos principios y prácticas generales similares y, en esencia, se considera que se circunscribe al ámbito de las presentes directrices. Sin embargo, conviene identificar y tener en cuenta las especificidades de estos datos en estrecha colaboración con las comunidades correspondientes, con inclusión, a modo de ejemplo, de la Comisión de Hidrología de la OMM y la Comisión Técnica Mixta OMM-Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) sobre Oceanografía y Meteorología Marina.

DIRECTRICES SOBRE MEJORES PRÁCTICAS PARA EL RESCATE DE DATOS CLIMÁTICOS

1. INTRODUCCIÓN: IMPORTANCIA CIENTÍFICA DEL RESCATE DE DATOS CLIMÁTICOS

El rescate de datos climáticos conlleva la organización y la conservación de datos climáticos y observaciones instrumentales registrados que corren el riesgo de perderse. La importancia del rescate de datos es trascendental porque garantiza que las generaciones futuras de científicos y otros usuarios de datos tendrán acceso a toda la información necesaria para evaluar la variabilidad del clima y el cambio climático. Permite, asimismo, la prestación de diversos servicios climáticos. Estos datos ayudan a llenar el vacío existente entre los datos paleoclimáticos y las observaciones actuales. Muchos de los conjuntos de datos climáticos del mundo contienen datos digitales que se remontan a los decenios de 1940 y 1950, pero muchas de las observaciones del siglo XIX y de principios del XX solo existen en formularios en papel y deben rescatarse y digitalizarse. Algunas áreas del mundo están bien representadas desde el siglo XIX, pero muchas otras no. La validez de los modelos climáticos y las observaciones de datos paleoclimáticos (por ejemplo, anillos arbóreos, núcleos de hielo o polen) se beneficiaría en gran medida de la existencia de largas series temporales instrumentales en todas las regiones del mundo.

En el siglo XXI todavía existen regiones sobre las que se dispone de pocos datos. Por consiguiente, la obtención de los registros más recientes y su verificación son tareas cruciales. La ubicación y el emplazamiento de la estación, así como el control de calidad de las observaciones, pueden tener una gran repercusión en la fiabilidad de las observaciones meteorológicas. La comparación de los datos de la estación con los de emplazamientos cercanos y la posibilidad de ver la documentación original de la observación, así como la información original sobre las prácticas de observación, facultarán a los climatólogos para realizar una mejor verificación de los regímenes meteorológicos y climáticos pasados y presentes.

Las ventajas de la ampliación retrospectiva de los registros climáticos y la subsanación de las deficiencias espaciales y temporales son múltiples:

- a) Ayudan a incrementar la credibilidad de las representaciones de modelos numéricos climatológicos e hidrológicos, agrometeorológicos y de vectorización de enfermedades, y permiten elaborar mejores proyecciones del clima futuro.
- b) La combinación de los datos rescatados con datos ya disponibles permite una mejor contextualización del tiempo y del clima actuales en una perspectiva histórica.
- c) Constituyen una base para la evaluación de las sensibilidades históricas de sistemas naturales y antropógenos ante la variabilidad del clima y el cambio climático, de modo que es más sencillo obtener evaluaciones exactas de las consecuencias del cambio climático y la variabilidad del clima en el futuro.

Las instancias normativas pueden utilizar estas evaluaciones para mitigar las pérdidas provocadas por desastres debidos a fenómenos meteorológicos, evaluaciones que proporcionarán más información en pro del desarrollo económico.

Para que sean accesibles a investigadores y proveedores de servicios climáticos de forma práctica, los datos deben estar disponibles en formato digital (tanto imágenes como valores numéricos). Asimismo, todos los datos actuales también deben conservarse y ponerse a disposición de los usuarios en formato digital, puesto que estas observaciones son los datos históricos del futuro. La documentación original es fundamental para la verificación de valores digitales.

2. **PANORAMA GENERAL DEL RESCATE DE DATOS CLIMÁTICOS: ARCHIVO, OBTENCIÓN DE IMÁGENES Y DIGITALIZACIÓN**

El rescate de datos climáticos conlleva la organización y la conservación de datos climáticos que corren el riesgo de perderse por causa de deterioro, destrucción, desatención, obsolescencia técnica o simple dispersión de los datos climáticos con el paso del tiempo. Los datos no digitalizados corren peligro por la vulnerabilidad del registro original en papel. El rescate de datos supone la organización de los registros en papel, microfilm y microficha y la correspondiente obtención de imágenes; el tecleo de datos numéricos y textuales y la digitalización de datos de bandas en un formato utilizable, y el archivo tanto de datos y metadatos como de los procedimientos y los resultados del control de calidad. En el cuadro 1 se proporciona un panorama general de los componentes de las actividades de rescate de datos climáticos.

La mayoría de los países han realizado observaciones rigurosas del tiempo, las han registrado de forma manual o automática, las han transcrito en formularios en papel o bien han creado copias en microfilm y, con el tiempo, las han introducido en algún tipo de soporte informático (en el mejor de los casos, en un sistema de gestión de datos climáticos (CDMS)) a fin de facilitar el acceso a las mismas y su ulterior análisis. Desafortunadamente, en ocasiones estos datos no se transcribieron de los formularios en papel, ya fuera por falta de fondos, por escasez de personal o porque los datos se guardaban en otro lugar, a veces en el extranjero. Muchos de los formularios en papel y copias en microfilm o microficha corren el peligro de perderse a causa del rápido deterioro del soporte o por falta de documentación sobre reubicaciones de parte de los archivos.

La finalidad de las presentes directrices consiste en brindar asesoramiento sobre las fases necesarias para la organización, la obtención de imágenes, la digitalización y la conservación de estos datos climáticos.

3. **ARCHIVO DE SOPORTES EN PAPEL**

3.1 **Búsqueda y localización**

Para rescatar los datos, lo primero que debe hacerse es localizarlos. Antes de iniciar los procedimientos de conservación, la identificación de los conjuntos de datos históricos y su reconocimiento como datos climatológicos significativos son actuaciones de suma importancia. Estos pueden guardarse en servicios y archivos nacionales, estaciones de observación o colecciones privadas, de los que la comunidad meteorológica no siempre tiene conocimiento. Incluso puede que algunos datos se encuentren en archivos ubicados en el extranjero, en especial en el caso de aquellos países con pasado colonial. Sin esta búsqueda, cabe la posibilidad de que numerosos conjuntos de datos de gran valor potencial no se identifiquen y queden inaccesibles sin que nadie tenga conocimiento de ello. Las búsquedas en las ubicaciones y las fuentes siguientes pueden sacar a la luz datos climáticos valiosos que podrían haber quedado olvidados, aparte de los datos ya organizados, digitalizados y bien gestionados en un sistema existente de gestión de datos en el seno de la organización o SMHN:

- a) Los SMHN y otros departamentos u organismos a menudo cuentan con repertorios de datos.
- b) Universidades, facultades, institutos y personas (por ejemplo, funcionarios con una amplia trayectoria de servicio en organizaciones meteorológicas y de ámbitos conexos).
- c) Centros de datos internacionales.
- d) Las bibliotecas o los historiadores locales también pueden guardar ejemplares con datos en papel, microfilm o microficha, o incluso en formato digital.

Cuadro 1. Componentes de las actividades de rescate de datos climáticos

<i>Componentes del rescate de datos</i>	<i>Actividades</i>	<i>Palabras clave</i>
Archivo de soportes en papel y microfilm o microficha (sección 3)	Búsqueda y localización	SMHN, emplazamientos de observación, universidades, organismos aeronáuticos y marítimos, organizaciones agrícolas, bases de datos y bibliotecas internacionales, archivos nacionales
	Conservación y almacenamiento	Limpieza de soportes; colocación en cajas de archivo etiquetadas, exentas de ácido, y a prueba de polvo, humedad y plagas
	Creación de inventarios electrónicos de repertorios en papel o microfilm	Catalogación de todos los soportes en papel; estimación del alcance de las medidas destinadas a la obtención de imágenes y la digitalización
Obtención de imágenes de los soportes (sección 4)	Creación del inventario maestro de imágenes	
	Obtención de imágenes y validación Actualización del inventario maestro de imágenes Creación de inventarios de archivos de imágenes en cada disco compacto o DVD, o en cada directorio informático	Actualización del inventario maestro de imágenes tras la validación de la legibilidad de las imágenes, incluidos los metadatos Cotejo de los inventarios de archivos en disco compacto o DVD con el inventario maestro de imágenes
Digitalización de valores de los datos (sección 5)	Creación del inventario de datos digitales	
	Tecleado de entradas, trazado de mapas	Introducción de datos en el CDMS
	Control de calidad de los datos	Actualización del inventario de datos digitales a medida que los datos se digitalizan y superan las diversas pruebas de control de calidad
Archivo de soportes digitales (sección 6)	Cotejo de soportes impresos, imágenes y datos digitales	Comparación de inventarios de imágenes y datos digitales con los inventarios electrónicos originales de repertorios en papel o microfilm
	Realización de copias de seguridad del contenido de los soportes electrónicos	A diario
	Traslado de múltiples copias de los archivos de datos digitales e imágenes	A diversas ubicaciones
	Actualización de los soportes y migración tecnológica	Cada 5 o 10 años

- e) Las organizaciones agrícolas, como las grandes corporaciones alimentarias, han mantenido plantaciones en todo el mundo y los correspondientes registros meteorológicos con centenares de años de antigüedad.
- f) Los organismos militares también pueden disponer de registros a los que se pueda acceder; lo mismo puede suceder con los registros de meteorología aeronáutica y marítima de ministerios de transporte.

- g) Organizaciones religiosas, en particular aquellas interesadas en la ciencia o las observaciones, como las congregaciones dedicadas a la enseñanza, y clérigos concretos.
- h) Sociedades científicas, en especial organizaciones que estudian el pasado (sociedades de historia natural).
- i) Museos.
- j) Los diarios de a bordo de barcos, los periódicos antiguos y los diarios personales también constituyen fuentes valiosas de información meteorológica y climática.

En el proceso de búsqueda convendría cotejar los registros digitales disponibles a fin de determinar si ya se han digitalizado, identificar lagunas significativas, y proporcionar indicaciones sobre las fechas del posible inicio de programas de observación en regiones determinadas. Esto incluye la comprobación de bases de datos internacionales como las siguientes:

- a) Red climática histórica mundial.
- b) Banco internacional de datos sobre la presión en superficie.
- c) Base de datos de superficie integrada.

Además, las bibliotecas nacionales contienen conjuntos de datos de gran valor (utilícense los enlaces del [portal I-DARE](#) a estas bibliotecas).

3.2 Conservación y almacenamiento

Los repertorios en papel y microfilm o microficha deberían seguir una organización lógica y almacenarse en cajas de archivo exentas de ácido, en estanterías robustas o en archivadores:

- a) En función de la ubicación anterior y del estado de los mapas o los formularios en papel, puede que los ejemplares en papel deban desempolvarse o aspirarse antes del almacenamiento.
- b) Es necesario seguir los procedimientos correctos en materia laboral y de seguridad y salud al manipular registros posiblemente contaminados.
- c) Se requieren equipos especializados y formación para retirar polvo de registros frágiles.
- d) Conviene dedicar una atención especial a la seguridad del operador en caso de registros enmohecidos o tratados con pesticidas o inhibidores de moho.
- e) Los documentos frágiles deberían manipularse con guantes.
- f) En función de la cantidad de polvo, puede que sea necesario el uso de ropa protectora y máscaras.

Con frecuencia se designan salas especiales para el almacenamiento de papel archivado y datos guardados en microfilm:

- a) En una situación idónea, debería regularse la temperatura y la humedad de las salas.
- b) Los datos deben estar protegidos de insectos, roedores, moho, incendios, inundaciones, polvo, robo y todos los demás peligros.
- c) Debe evitarse la presencia de madera en la sala a fin de reducir al mínimo los peligros de incendio y plagas de insectos.

- d) Un archivero profesional podría ofrecer orientación en este proceso, y debería designarse a un responsable para la realización de una inspección periódica de la sala.

Por lo general, los datos se almacenan en cajas de archivo exentas de ácido o en archivadores por tipo (por ejemplo, tipo de mapa o formulario) y por estación, año y mes:

- a) La cantidad de años de datos y la cantidad de estaciones pueden determinar el método de organización más lógico de los ejemplares en papel, bien por año, bien por estación.
- b) Las cajas de archivo o los archivadores deben etiquetarse, y debe añadirse la ubicación de almacenamiento (el número de caja o archivador), así como también la estación/año/mes, el tipo de soporte y el tipo de formulario, al inventario electrónico de repertorios en papel o microfilm, de modo que los datos puedan localizarse fácilmente para eventuales tareas de digitalización y obtención de imágenes.

Para el almacenamiento a largo plazo convendría plantear la adopción de las medidas siguientes:

- a) Tras la obtención de imágenes de datos esenciales, los documentos originales no deben desecharse. Si los recursos no permiten un almacenamiento continuado, puede solicitarse el almacenamiento de estos documentos a archivos nacionales, bibliotecas de servicios u organismos, o bibliotecas universitarias. Si estas instituciones no están en disposición de almacenar los archivos y, en caso de que el archivo nacional lo permita, convendría acudir a bibliotecas internacionales o instituciones dedicadas al almacenamiento (para obtener más información al respecto, véase el apéndice 4).
- b) El microfilm no es un formato adecuado para un archivo permanente, puesto que se deteriorará a menos que se guarde en salas especiales climatizadas y dotadas de deshumidificadores.
- c) Las imágenes digitales tampoco son un archivo permanente (véase la sección 6.2).

En el apéndice 3 se proporcionan datos adicionales sobre la infraestructura, los suministros y el personal necesarios. En el apéndice 4 se ofrecen sugerencias relativas al mantenimiento de los archivos en papel.

3.3 **Creación de inventarios electrónicos de imágenes y repertorios en papel o microfilm**

Durante el proceso de organización y almacenamiento de los soportes en papel, conviene establecer una serie de inventarios con objeto de facilitar la transición de ejemplares en papel a imágenes electrónicas y a datos digitales. Se trata de una acción necesaria para que, tras la identificación y la organización de los datos en papel, pueda accederse a ellos para obtener las imágenes correspondientes. Cuando se hayan obtenido las imágenes, estas podrán localizarse para su digitalización, tras la cual, tanto los datos originales en papel como las imágenes electrónicas podrán recuperarse fácilmente para realizar el control de calidad de los valores digitalizados. En una situación idónea, el protocolo de denominación de cada fase debería conservar la mayor cantidad posible de información. En el cuadro 2 se resumen las fases necesarias para el establecimiento de un archivo de repertorios de soportes originales (papel y microfilm o microficha) y para el paso a la obtención de imágenes, la contabilización de las mismas y la localización de los archivos de imágenes.

Cuadro 2. Fases para el establecimiento y el mantenimiento de inventarios electrónicos

Recopilación de todos los registros y metadatos para su almacenamiento	
Organización de los registros según un plan de archivo lógico	Por estación/tipo de formulario/año Por tipo de formulario/estación/año Por año/estación Si se trata de datos en forma de mapa, también por elemento meteorológico (viento, precipitación, etcétera)
Creación de un inventario electrónico de repertorios en papel o microfilm	Con inclusión de estación, año y ubicación de la caja o archivador, tipo de soporte, tipo de formulario Con inclusión de tipos de variables Definición de períodos faltantes Estimación de la cantidad de tipos de soporte, tipos de formulario y volumen de imágenes a fin de determinar un plan de trabajo
Creación de inventarios maestros de obtención de imágenes a partir del inventario electrónico de repertorios	Identificación de la estación, el año, el mes, el tipo de soporte, el tipo de formulario o el número Definición de períodos de registro Estimación de la cantidad de páginas de las que deben obtenerse imágenes
Creación de inventarios de archivos de imágenes a medida que se crean imágenes en cada disco compacto o DVD para facilitar la localización de archivos de imágenes o a medida que se crean en cada directorio informático	
Inclusión de páginas que contengan únicamente metadatos (información en redes, prácticas de observación, etcétera)	
Mantenimiento del inventario maestro de obtención de imágenes a medida que avanza la obtención de imágenes	Introducción de la cantidad de páginas en imagen a medida que se validan las imágenes Introducción de la ubicación de los discos compactos o DVD o de la ubicación en el sistema informático
Cotejo del inventario maestro de obtención de imágenes con los inventarios de archivos de imágenes para comprobar la cantidad de imágenes en discos compactos u otros soportes de almacenamiento	

En resumen, a medida que se encuentren datos climáticos, deberían incorporarse en un inventario electrónico de repertorios en papel o microfilm para determinar los datos disponibles, las iniciativas de rescate llevadas a cabo y las acciones pendientes de realizar. Los inventarios electrónicos de repertorios incluyen la estación, el año, el mes, el tipo de soporte, el tipo o número de formulario, el tipo de elemento, la cantidad de páginas (con inclusión de las páginas de metadatos) y, en particular, la ubicación de la caja o archivador y los identificadores exclusivos que se emplean para hacer referencia a los documentos. También debería incluirse el tipo de variable.

Tras la creación de un inventario electrónico de los registros climáticos históricos de una nación, este debería mantenerse y actualizarse a medida que se reciban datos nuevos, y deberían añadirse nuevas ubicaciones de imágenes al inventario maestro de imágenes a medida que avanza la obtención de imágenes. El inventario maestro de imágenes puede utilizarse para calcular el progreso de la tarea de obtención de imágenes. En el capítulo 4 se abordan otros pormenores de esta fase.

4. **OBTENCIÓN DE IMÁGENES DE LOS SOPORTES ORIGINALES**

Tras la recopilación y la catalogación de los ejemplares en papel y microfilm, puede empezar la planificación con objeto de determinar el orden que debe seguirse para la obtención de imágenes y la digitalización. El punto de inicio y el proceso que se seguirá para llevar a cabo estas tareas se basará en las necesidades de cada SMHN específico. Probablemente, las prioridades que se establecerán para la obtención de imágenes y para la digitalización serán distintas. En el apéndice 5 se facilita información adicional sobre los aspectos que conviene tener en cuenta para el establecimiento de prioridades respecto del orden que debe seguirse para la obtención de imágenes y la digitalización.

Las páginas en papel o microfilm se fotografían o escanean para obtener una imagen o una imagen digital protegida de posteriores deterioros y susceptible de amplia difusión. Debería utilizarse una cámara digital o un escáner óptico para la obtención de imágenes de todas las páginas de documentos meteorológicos originales. De este modo, se garantiza el rescate de todos los metadatos disponibles (por ejemplo, descripciones de datos, emplazamientos y prácticas de observación). En el apéndice 6 se recoge más información sobre las ventajas de los escáneres y cámaras digitales, así como también sobre las características recomendadas de las cámaras.

En todos los casos, los metadatos (descripción de los datos y las prácticas de observación, ubicación y características del emplazamiento) deben rescatarse y digitalizarse junto con las imágenes y los valores digitales.

4.1 **Fases básicas del proceso de obtención de imágenes**

Las prácticas y las técnicas de obtención de imágenes pueden presentar diferencias, pero todas requieren documentación y localización de archivos. A continuación se señalan algunos procedimientos básicos cuya aplicación se recomienda encarecidamente:

- a) Tal y como se indica en el cuadro 2, debe crearse un inventario maestro de imágenes a partir del inventario electrónico de repertorios en papel o microfilm, y es necesario incluir la cantidad de páginas de las cuales deben obtenerse imágenes. Es imprescindible actualizar el inventario maestro de imágenes tras la obtención de imágenes y su validación, para lo que se añadirá la cantidad de páginas en imagen y validadas y se indicará la ubicación en el directorio informático, disco compacto o DVD (debe facilitarse una plantilla).
- b) Debe validarse la legibilidad de los archivos en imagen a medida que avanza la obtención de imágenes para garantizar que son legibles y que los nombres de los archivos y las imágenes que contienen concuerdan.
- c) Se creará una gran cantidad de archivos de imágenes con un escáner o una cámara digital. Cada vez que se obtenga una imagen y se descargue en el ordenador, el programa informático de la cámara o escáner generará un nombre de archivo para cada imagen. Puede que estos nombres no guarden relación con el contenido del archivo. Algunos nombres de archivo pueden repetirse en caso de que las imágenes se descarguen en diversas ocasiones en un ordenador un mismo día. Se recomienda emplear un programa informático para la generación de nombres de archivo que guarden relación con las imágenes contenidas (véase el ejemplo recogido en el apartado d) a continuación). Algunas cámaras y escáneres incluyen un programa informático para realizar esta tarea o bien puede adquirirse por separado. Consúltese el [portal I-DARE](#) y el apéndice 6.
- d) El nombre del archivo de imagen debería incluir el número de identificación de estación (NIE), un acrónimo del tipo de formato (ACR), la fecha (AAAmmDD) y el número de página (PPP). Suelen ser archivos .png, .jpg o .tif, por ejemplo: NIE_ACR_AAAmmDD_PPP.png.

- e) Las imágenes deben guardarse en una estructura de directorio estación/año/mes. Para poderlas localizar y recuperar, debe mantenerse una lista maestra de nombres de archivo incluida en el directorio principal y listas de archivos similares en directorios, discos compactos o DVD individuales.
- f) El inventario maestro de imágenes debe actualizarse con la cantidad de páginas en imagen, y debe compararse la cantidad de páginas originalmente contadas con la cantidad de imágenes realmente generadas y guardadas en discos compactos, DVD o unidades de disco duro. La cantidad de páginas contadas e introducidas en los inventarios debería equivaler a la cantidad de imágenes generadas. Debe introducirse la ubicación de las imágenes (nombre del directorio, disco compacto o DVD).
- g) La documentación del proceso de obtención de imágenes, incluida la convención de denominación de archivos, es crucial, puesto que el personal implicado en la obtención de imágenes puede cambiar con el paso del tiempo.

4.2 **Validación y almacenamiento de archivos de imágenes**

Los archivos de imágenes deben visualizarse y comprobarse antes de guardarlos en un disco compacto, DVD o unidad de disco duro, o antes de almacenarlos en un CDMS:

- a) Las imágenes pueden estar desenfocadas a causa de la posición de la cámara.
- b) Las imágenes pueden ser demasiado claras y cabe la posibilidad de que las correcciones realizadas con lápiz o bolígrafo no sean visibles.
- c) Puede que las imágenes sean demasiado oscuras a causa de la configuración de la cámara o del escáner.
- d) Algunas partes de los datos en imagen pueden quedar ocultas por un haz de luz brillante. El uso de iluminación directa, bien mediante el flash de la cámara, bien mediante un foco en un soporte, puede reflejar la luz hasta la lente de la cámara, dejando ocultos algunos datos en imagen, en especial cuando el soporte es papel satinado.

Un método eficaz de aseguramiento de la calidad consiste en la verificación periódica (por ejemplo, cada 300 páginas) de algunas imágenes a fin de garantizar su legibilidad. También es adecuado comprobar algunas páginas de imágenes y compararlas con el archivo en papel a fin de verificar que no faltan páginas de datos. Es importante confirmar, como mínimo una vez al mes, al año o por estación, la coincidencia entre el nombre del archivo de imágenes y las imágenes contenidas.

Si se emplean discos compactos o DVD, deben etiquetarse.

- a) Cuando se utilizan estos soportes, los nombres de archivo de los documentos de imágenes deben especificarse en un inventario de archivos, junto con diversos metadatos identificativos (nombre y número de estación, año, mes, tipo de formulario, cantidad de páginas) y la etiqueta del disco compacto o DVD.
- b) En cada disco compacto o DVD, así como en el directorio maestro, debería incluirse una copia de los nombres de archivo asociados con cada disco compacto o DVD.
- c) En el inventario maestro de imágenes debería indicarse la etiqueta del disco compacto.

La creación de duplicados del archivo de imágenes en disco compacto o DVD, así como en unidades externas de disco duro o en un CDMS, es de suma importancia. Si se copian discos compactos en unidades de disco duro o CDMS, cada disco compacto o DVD debería contar con un directorio, y también deben copiarse todos los inventarios de archivos. Por su mayor capacidad de almacenamiento, se recomienda el uso de DVD en lugar de discos compactos.

Un requisito fundamental para una buena gestión de los datos consiste en el almacenamiento de copias de seguridad de datos y metadatos en ubicaciones externas como medida de seguridad frente a la pérdida en caso de daños en edificios y ordenadores por causa de desastres de origen natural o antropógeno.

- a) La distribución de copias del conjunto del archivo electrónico de imágenes y del inventario maestro de imágenes es importante.
- b) Si el proceso de datos se lleva a cabo en un centro regional o multinacional, además de mantenerse en el centro regional, deberían distribuirse copias de los datos a los países de origen. Al planificar el proceso de datos en un centro regional, debe aprobarse un acuerdo previo suscrito entre los países en el cual se estipulen las acciones que se llevarán a cabo en caso de que desastres de origen natural o antropógeno dañen edificios u ordenadores. La Secretaría de la OMM puede ayudar con este tipo de acuerdos.

5. **DIGITALIZACIÓN DE VALORES DE DATOS**

Por digitalización se entiende tanto la representación de bandas autográficas como la transcripción de datos textuales en un formulario digital que pueda guardarse en forma de cifras legibles por ordenadores. La última forma de digitalización antes señalada se aborda en el apéndice 7; en esta sección se trata la digitalización de registros alfanuméricos mediante teclado. Con frecuencia, la digitalización se lleva a cabo en SMHN, pero a veces también es una tarea que empresas o personas en el marco de iniciativas de ciencia ciudadana realizan en centros regionales. Su dirección suele estar a cargo de expertos en la materia, por ejemplo, climatólogos. En caso de que los datos impresos se encuentren en un archivo nacional, es probable que el teclado deba realizarse en esa ubicación. Al planificar el proceso de datos fuera de los SMHN, o incluso fuera del país, es necesario aprobar previamente un acuerdo suscrito entre las partes. Como se ha mencionado antes, puede realizarse con la ayuda de la Secretaría de la OMM.

La digitalización mediante teclado suele conllevar mucho más tiempo que la obtención de imágenes, quizá 20 horas de digitalización frente a una hora de obtención de imágenes. Puesto que el proceso de digitalización es tan largo, la limitación de recursos puede impedir la digitalización de todos los datos. El establecimiento de prioridades para la digitalización de los datos debería basarse en consideraciones de carácter científico, técnico y socioeconómico. Cuando resulte imposible la captura de toda la información en un formulario digital, será especialmente importante conservar tanto los formularios originales como copias de los mismos. En el apéndice 5 se facilita información adicional sobre las prioridades para la digitalización.

En algunos casos, ante la falta de fondos para el teclado de grandes cantidades de datos, se recurre a la externalización en masa, de modo que voluntarios teclean los datos en un formulario electrónico o representan gráficamente las series temporales a partir de bandas en sitios web diseñados específicamente a tal efecto. Otro planteamiento se basa en el uso de programas informáticos de reconocimiento óptico de caracteres para la digitalización de material impreso. Actualmente esta opción es objeto de prueba, y puede que en el futuro gane en eficacia y su uso se generalice. En estos momentos, el valor del reconocimiento óptico de caracteres es limitado, porque requiere formularios especializados para garantizar la legibilidad. Para obtener más información sobre la externalización en masa, las bandas y el reconocimiento óptico de caracteres, véase el apéndice 7 y consúltese el [portal I-DARE](#).

Una fase inicial del proceso de digitalización consiste en la elaboración de un inventario de datos digitales similar al creado para la obtención de imágenes con objeto de seguir el progreso de la digitalización. Los datos deberían organizarse por estación, año, mes y tipo de datos.

5.1 Reducción al mínimo de los errores de teclado

Se dispone de diversas técnicas que permiten reducir al mínimo los errores de digitalización. En la primera de ellas, los datos se teclean por duplicado o triplicado, esto es, dos o más personas teclean los mismos datos. Para ello, puede recurrirse a varias personas para que tecleen exactamente los mismos datos y, luego, comparen sus valores. Una alternativa consiste en hacer que la persona o personas encargadas del teclado introduzcan los datos diarios, otra persona o personas hagan lo propio con los datos mensuales y, finalmente, se evalúe la coherencia de los valores mensuales totales y medios. El teclado de datos por duplicado puede realizarse al margen de un CDMS para luego importar los datos después de la comparación. De este modo, los datos pueden teclearse directamente en el CDMS.

Una segunda técnica para la reducción de los errores de teclado se basa en la creación de una plantilla del formulario objeto de teclado. Al utilizar una plantilla, la persona encargada del teclado conoce con exactitud la ubicación de los datos en una página, con la consiguiente reducción de la cantidad de errores. Los datos tecleados en una plantilla pueden importarse directamente a una base de datos. Incluso aunque se teclee solo una parte de un formulario, se recomienda la creación de una plantilla de teclado para cada tipo de formulario.

En tercer lugar, transcribir los datos según su impresión exacta es una cuestión trascendental (es decir, debe realizarse una transcripción literal). Este procedimiento se denomina *"key as you see"* en Australia y *"saisir ce que l'on voit"* en Francia. Deben evitarse todas las formas de cifrado "sobre la marcha" o de conversión de unidades. La eficiencia de los ordenadores para la modificación del cifrado, la conversión de unidades, el cálculo de medias e incluso una nueva modificación del cifrado es sumamente elevada. El teclado de datos según aparecen impresos puede garantizar un registro definitivo de las fórmulas empleadas para modificar el cifrado de los datos. En caso de que deba recurrirse al cifrado, conviene velar por su correcta documentación, y es imprescindible garantizar su reversión, es decir, que puedan recuperarse los datos originales. Los datos deben teclearse exactamente como aparecen en el formulario de observación original, incluso aunque resulte evidente que el observador cometió un error. Estos datos se utilizan ocasionalmente en casos jurídicos y la conservación de los datos originales es importante. Evidentemente, los valores erróneos también deben marcarse y corregirse.

El teclado por duplicado o triplicado, la creación de una plantilla y la transcripción literal reducirán en gran medida los errores. Tras el teclado de los datos o su importación al CDMS como datos provisionales, debe realizarse el control de calidad (véase el apéndice 8). Se trata de un proceso de gran importancia.

Por último, se recomienda teclear todos los datos en una página dada, principalmente porque es poco probable que haya otra oportunidad para regresar a esa página y teclear eventuales datos pasados por alto (por ejemplo, latitud, longitud, nombre del observador, hora de la observación, otras variables meteorológicas y todos los datos numéricos y textuales). La digitalización de todas las variables también facilita un mejor control de calidad del registro.

5.2 Comparación con bases de datos internacionales

La adquisición de datos climáticos en formato digital almacenados en bases de datos internacionales obtenidos a partir de claves SYNOP o METAR puede resultar atractiva para un SMHN. Con frecuencia, estos datos digitales no se almacenaron internamente en el momento de su generación, y puede que resulte complicado acceder a ellos por problemas con el ancho de banda necesario para la descarga de archivos de datos muy grandes. Es conveniente disponer de estos datos, puesto que ya se han digitalizado y pueden contener más épocas y variables que los almacenados en una base de datos climáticos interna. Sin embargo, en muchos casos puede que estén repletos de errores de teclado, cifrado y transmisión. También es probable que hayan sido objeto de procesos de aseguramiento de la calidad. No obstante, si existen dudas respecto de un valor en los formularios originales en papel, puede recuperarse mediante la clave SYNOP. La digitalización de soportes originales y la comparación con datos de bases de datos

internacionales supondrá una versión más completa y exacta de los datos climáticos. Además, se garantiza el origen de los datos al disponer de los datos de bases de datos internacionales, los datos recién digitalizados y las imágenes, siempre que sea posible.

6. ARCHIVO DE SOPORTES DIGITALES (IMÁGENES Y VALORES DE DATOS)

6.1 Cotejo de soportes impresos, imágenes y conjuntos de datos digitales

Mientras se lleva a cabo el trabajo, es útil registrar el progreso del proyecto. Esta medida consiste en cotejar la cantidad de meses de imágenes y datos digitales creados, por un lado, con la cantidad prevista a partir de la cantidad de páginas en imagen y de páginas cuyas imágenes están pendientes de obtenerse y, por otro, con el período de registro de cada estación. Al inicio del proceso de rescate de datos, un inventario electrónico de repertorios en papel o microfilm contenía los datos originales en papel o microfilm. Al final del proceso, la cantidad de datos digitales creados (hallados en los inventarios de imágenes y de digitalización) se compara con el inventario electrónico de repertorios inicial a fin de determinar eventuales omisiones de datos.

6.2 Actualización del soporte

El rescate de datos es importante para datos digitales y datos en papel por igual, puesto que el soporte en el que se plasman no es permanente. A modo de ejemplo, las cintas magnéticas pierden su magnetismo con el paso del tiempo, en particular en entornos calurosos o húmedos. El papel empieza a desintegrarse al cabo de siglos, pero las cintas magnéticas y otros soportes informáticos son ilegibles en cuestión de decenios. Por lo general, las cintas magnéticas, los discos ópticos y las cintas de casete de ocho milímetros han quedado obsoletos. Si todavía se guardan datos digitales en estos soportes, convendría ponerse en contacto con los archivos nacionales o universidades a fin de migrar esos datos a soportes actuales, como DVD o unidades de disco duro. En caso contrario, podría generarse una cadena de cifras y caracteres ininteligible.

A medida que evoluciona la tecnología informática, los ordenadores, los sistemas operativos, los lenguajes y los programas informáticos utilizados para la lectura de soportes antiguos también quedan obsoletos. Y el problema de la obsolescencia es permanente. Así pues, se recomienda encarecidamente que, en el futuro, tanto los datos climáticos en imágenes como los digitales se migren al siguiente soporte nuevo de uso consolidado (por ejemplo, discos compactos o unidades de disco duro). Actualmente, el uso de discos compactos o DVD se ha generalizado, pero cabe la posibilidad de que dejen de emplearse en el futuro cercano. Además, es recomendable mantener múltiples copias de seguridad, dado que los ordenadores, al igual que sucede con los discos compactos y las unidades de disco duro, ocasionalmente sufren errores irreuperables.

Conviene insistir en que los programas informáticos para la grabación, el almacenamiento, la lectura y la interpretación de datos climáticos deben migrarse de los ordenadores y la tecnología informática más antiguos, y también deben ser objeto de actualización. Si estas operaciones se realizan con suficiente frecuencia, el rescate de los datos se produce antes de que surja un problema y estos se pierdan. La decisión que conlleva la migración de un soporte debería examinarse tal vez cada período de dos a cinco años, y la actualización de ordenadores y programas informáticos debería plantearse tal vez cada período de cinco a siete años.

Por último, los archivos de datos en texto ASCII simple son el formato preferente para lograr una lectura sencilla de datos digitales y para su traslado de un ordenador a otro. En caso de utilizarse bases de datos, la exportación de los datos a un formato ASCII (por ejemplo, un archivo .csv) debe resultar sencilla. Para facilitar la migración, también es importante que la clave digital en la que se guarden los archivos esté documentada y sea sencilla, es decir, que no requiera descifrado alguno.

6.3 **Recomendaciones para el archivo de soportes digitales**

- a) Los archivos con datos e imágenes digitales deben preservarse. Los archivos de imágenes pueden tener la consideración de registros oficiales y, por consiguiente, deberían protegerse.
 - b) Los datos deben organizarse para facilitar su acceso en el futuro, de tal modo que pueda accederse a ellos datos a través de un disco compacto o una estructura de directorio (estación, año, mes). Debe mantenerse un inventario de archivos en cada disco compacto y en el directorio maestro.
 - c) Deben realizarse copias de seguridad del contenido del CDMS a diario.
 - d) Los datos y las imágenes digitales deben guardarse en soportes adecuados para garantizar su disponibilidad a largo plazo, y deberá realizarse la migración de los conjuntos de datos según resulte necesario para mitigar los riesgos de obsolescencia y deterioro.
 - e) Debe recurrirse al almacenamiento externo de los soportes digitales para conservar las imágenes electrónicas y los datos digitales. El almacenamiento de copias de todos estos datos en múltiples ubicaciones, con inclusión de un Centro Regional del Clima multinacional ubicado fuera de la región inmediata, permitirá protegerlos en caso de desastre de origen natural o antropógeno.
-

APÉNDICE 1. ACTIVIDAD MUNDIAL

1. ENCARGADOS DEL RESCATE DE DATOS

Todo grupo o persona que se encuentre en posesión de datos (en papel, microfilm o en formato digital) debería tratar de facilitar el rescate de datos climáticos. Los responsables de la gestión de un registro climático nacional deberían desempeñar un cometido especial en el rescate de datos, puesto que están en mejor disposición para comprender y valorar los datos rescatados y saber cuáles revisten mayor importancia. Con frecuencia, este personal trabaja en los departamentos de climatología de SMHN y el rescate de datos es un componente de sus responsabilidades de conservación, habida cuenta de su condición de gestores de datos climáticos. Sin embargo, los impulsores del rescate de datos pueden hallarse en muchas instituciones, de carácter tanto público (departamentos de agricultura) como privado (universidades, plantaciones, empresas agrarias). Además, se han creado organizaciones voluntarias, como la Organización internacional para el rescate de datos medioambientales (IEDRO) y el Proyecto internacional de reconstrucción de la circulación atmosférica sobre la Tierra (ACRE), con objeto de promover el rescate de datos. Otras partes interesadas en contribuir a las actividades de rescate de datos son los climatólogos en activo y jubilados, bibliotecarios, historiadores y estudiantes. La aportación de estas personas a la ejecución de actividades de externalización en masa sería de gran valor.

2. LUGAR DE REALIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE RESCATE DE DATOS

Existen diversas estrategias para seleccionar la ubicación en la que se llevará a cabo el rescate de datos. Una de ellas podría consistir en elegir una ubicación en el país en el que se guardan los datos que van a ser rescatados. Puede ser en la sede del SMHN o en diversas oficinas provinciales. La mejor estrategia puede pasar por la recopilación de los datos que se van a rescatar en una ubicación o, si se dispone de las competencias necesarias o bien estas pueden perfeccionarse en cada región, puede optarse por la realización de las tareas de obtención de imágenes y conservación en oficinas provinciales. Otra posibilidad consiste en trabajar en centros climáticos multinacionales regionales, como los Centros Regionales sobre el Clima de la OMM. En este caso, la ventaja reside en que estas oficinas permiten aprovechar competencias y equipos superiores a los que naciones individuales pueden permitirse. La obtención de imágenes o la digitalización fuera del país o región a cargo de un tercero y la posterior devolución de todos los documentos al país de origen es una alternativa. La mejor opción dependerá de las circunstancias específicas. Antes de transferir los datos a un tercero, la Secretaría de la OMM estará a su disposición para contribuir a la planificación de la ubicación en la que se llevarán a cabo las actividades de rescate de datos.

3. PORTAL INTERNACIONAL DE RESCATE DE DATOS (I-DARE)

El [portal I-DARE](#) es un recurso basado en Internet destinado a personas interesadas en la conservación, el rescate y la digitalización de datos. Brinda un único punto de entrada para la consulta de información sobre la situación de proyectos de rescate de datos, tanto pasados como actuales, realizados en todo el mundo, los datos que deben rescatarse, y métodos y tecnologías aplicados. Se trata de una vía para el intercambio de información sobre todos los aspectos del rescate de datos, con inclusión de las tecnologías de rescate consolidadas y aquellas de nueva aparición. Esta información también puede aplicarse a otras disciplinas científicas.

Puesto que sus objetivos son el incremento de la visibilidad de las acciones de rescate de datos existentes, el fomento de actividades nuevas y una mejor coordinación de las iniciativas internacionales de rescate de datos, el [portal I-DARE](#) es una herramienta de comunicación útil. Cada uno de los proyectos que en él se enumeran permite ver el excelente trabajo de cada país a otros actores con intereses similares. El hecho de que el [portal I-DARE](#) se centre en informar a la

comunidad sobre las actividades de rescate de datos pasadas y existentes también contribuirá a identificar carencias y oportunidades, ayudará a priorizar el rescate de datos en regiones en las que esta actividad sea más perentoria y favorecerá la obtención de fondos para los proyectos.

APÉNDICE 2. EVALUACIÓN DEL RESCATE DE DATOS

En el cuadro 3 se proporciona una guía de carácter general destinada a los participantes en la evaluación del rescate de datos en el marco de nuevos programas de rescate de datos climáticos.

Cuadro 3. Lista de verificación para la evaluación del rescate de datos

1.	Consulta del portal I-DARE en busca de recursos técnicos y mejores prácticas relacionadas con el rescate de datos
2.	Descarga de inventarios de datos conocidos de bases de datos internacionales, bibliotecas o publicaciones a fin de evaluar los activos conocidos del país en materia de datos meteorológicos
3.	Determinación de la situación actual del rescate de datos en el país
4.	Visita y evaluación de las salas de archivo existentes
5.	Conversación con el responsable y el personal para conocer la importancia que el rescate de datos tiene para el SMHN así como sus prioridades en esta materia
6.	Asesoramiento sobre el establecimiento de un inventario de fuentes, datos y metadatos originales, en caso necesario
7.	Asesoramiento sobre necesidades de almacenamiento y suministro de documentos en papel, espacio necesario, y consideraciones en materia laboral y de salud y seguridad
8.	Asesoramiento sobre métodos y equipos necesarios para la obtención de imágenes
9.	Evaluación de las capacidades y la infraestructura del CDMS pertinentes para la gestión de datos (antigüedad, copias de seguridad, contenido)
10.	Examen de los procesos actuales de digitalización y aseguramiento de la calidad para determinar métodos de integración de los datos recién digitalizados en esa esfera de trabajo y proceso de control de calidad, o establecer la necesidad de revisar los procesos actuales de digitalización y control de calidad
11.	Asesoramiento sobre métodos y equipos necesarios para la digitalización
12.	Asesoramiento sobre la obtención de imágenes y la digitalización del inventario
13.	Asesoramiento sobre recopilación, archivo y obtención de imágenes de los metadatos (WMO/TD-No. 1186)
14.	Asesoramiento sobre la introducción de datos mediante teclado
15.	Asesoramiento sobre el uso potencial de datos rescatados para mostrar su valor a donantes o SMHN
16.	Asesoramiento sobre el personal necesario para las fases de obtención de imágenes y digitalización
17.	Estimación del cronograma de cada componente del rescate de datos en función del alcance de la tarea y la cantidad de personal
18.	Elaboración de un plan de rescate de datos basado en las prioridades del SMHN
19.	Adición de información sobre la misión de rescate de datos al portal I-DARE

APÉNDICE 3. INFRAESTRUCTURA, EQUIPOS, SUMINISTROS Y PERSONAL

En todos los casos, el almacenamiento, la obtención de imágenes y la digitalización deberían llevarse a cabo en un entorno seguro, bien iluminado, libre de polvo y climatizado (los requisitos mínimos en materia de climatización son un equipo de aire acondicionado y un deshumidificador). La compra de equipos y suministros presentará diferencias en función de las necesidades de cada país en materia de rescate de datos y los métodos seleccionados. El cuadro 4 puede emplearse como punto de partida para la planificación de los pormenores de un proyecto de rescate de datos climáticos.

La elección del personal adecuado es una cuestión trascendental para el éxito de un proyecto de rescate de datos. Un climatólogo es la persona idónea para la búsqueda de datos climáticos y la toma de decisiones sobre la organización de un archivo. La persona más indicada para determinar los procedimientos de obtención de imágenes es alguien interesado en la conservación, posiblemente alguien con interés en la fotografía. Las personas cuidadosas y meticulosas consiguen los mejores resultados en labores de obtención de imágenes y digitalización, puesto que en estas tareas la velocidad y la exactitud son cuestiones importantes. Diversas personas pueden alternarse en las tareas de obtención de imágenes y de teclado para reducir el aburrimiento asociado al trabajo repetitivo y eliminar la dependencia de una única persona. Tanto la obtención de imágenes como la digitalización ganan en eficiencia cuando el personal está familiarizado con la tecnología informática y el proceso se lleva a cabo en parejas: una persona obtiene las imágenes y otra verifica su calidad, y dos personas introducen o localizan la misma página para su digitalización (teclado por duplicado). Se recomienda encarecidamente que las labores de obtención de imágenes y digitalización se realicen en media jornada o en períodos de cuatro horas, dado que ambas tareas exigen plena concentración.

La forma de presentación de los datos, es decir, en libros encuadernados o no encuadernados, determinará la cantidad de cámaras y el tipo de columna de reproducción requeridos. Cuando las fotografías se tomen página a página, se sugiere el uso de dos cámaras, una de las cuales se utilizará únicamente como equipo de reserva. Una columna de reproducción permite colocar la cámara y los focos. Sin embargo, para fotografiar datos de un volumen encuadernado se emplean dos cámaras instaladas en un soporte. Con este sistema, el encargado de la toma de imágenes puede fotografiar dos páginas simultáneamente sin dañar la encuadernación. En el apéndice 6 y en el [portal I-DARE](#) puede hallarse información sobre los soportes de cámaras.

Cuadro 4. Consideraciones para la planificación de misiones de rescate de datos

	<i>Organización</i>	<i>Obtención de imágenes</i>	<i>Digitalización</i>
Infraestructura	Sala bien iluminada, climatizada y con seguridad	Sala con una cantidad suficiente de iluminación y tomas eléctricas, así como una cantidad suficiente de mesas para la clasificación de los formularios en papel	Sala con una cantidad suficiente de iluminación y tomas eléctricas
Equipos	Cajas de archivo exentas de ácido Estanterías con doble espacio (estantes de 2 m de ancho y 2,5 m de alto) Escalera de mano	Dos o más cámaras (véase el apéndice 6 para conocer las características y los accesorios) Columna de reproducción Ordenador Soporte para libro Escritorio Manuales técnicos	CDMS
Suministros	Guantes, guardapolvos, mascarillas, paños para polvo	Discos compactos, DVD o dos de las unidades de disco duro externas de mayor capacidad Cable USB o WIFI	

	<i>Organización</i>	<i>Obtención de imágenes</i>	<i>Digitalización</i>
Personal para el rescate de datos	Dos personas para la limpieza de documentos, la organización y el establecimiento de un archivo, y el establecimiento de inventarios	Dos personas para la toma de fotografías y el control de calidad, el almacenamiento y la actualización del inventario	Dos personas para la digitalización y la actualización del inventario
	Formación en gestión de cuestiones laborales y de salud y seguridad en caso de registros contaminados		
Personal para fines de seguimiento	Una persona cualificada para la actualización de inventarios y la supervisión de las condiciones de la sala	Un climatólogo para la supervisión de la integración de datos y metadatos nuevos	Un climatólogo para el control de calidad y la elaboración de productos

APÉNDICE 4. ORIENTACIONES SOBRE EL MANTENIMIENTO DE ARCHIVOS EN PAPEL

Los archivos en papel deberían guardarse en una sala de almacenamiento destinada específicamente a tal efecto que, preferiblemente, no se encuentre en un sótano ni en un ático. La sala debería mantenerse libre de polvo, suciedad, moho y plagas. A fin de mantener los documentos por encima del nivel del suelo, deberían utilizarse estanterías robustas y cajas de archivo exentas de ácido. La sala debería estar bien iluminada, las cajas deberían etiquetarse, y el acceso a las mismas debería ser sencillo. Debería designarse a una persona para la verificación periódica del estado de la sala de archivo.

Todos los documentos en papel deben conservarse como mínimo hasta que se den las circunstancias siguientes: a) se ha completado la obtención de imágenes; b) se ha verificado la calidad y la integridad de todas las imágenes, y c) las imágenes se han duplicado. Es importante realizar múltiples copias electrónicas de los inventarios y del conjunto del archivo de imágenes, así como también almacenarlas en diversas ubicaciones externas diferentes.

Es preferible guardar siempre los ejemplares en papel por los motivos siguientes:

- a) Los ejemplares en papel pueden contener indicaciones de errores de medición o del instrumento (barras oblicuas anotadas con lápiz o bolígrafo) que no puedan leerse en las copias electrónicas.
- b) Los ejemplares originales con notas y marcas de corrección son importantes para la verificación de los valores.
- c) Las copias electrónicas pueden perderse a causa de fallos informáticos.
- d) La vida útil de los ejemplares en papel es, de lejos, mucho mayor que la de los soportes electrónicos y digitales.

El mantenimiento del archivo en papel en calidad de copia de seguridad es una medida prudente.

Si se dispone del espacio suficiente, el archivo en papel debe mantenerse en el SMHN. Sin embargo, si los recursos no permiten un almacenamiento continuado de los archivos en papel, convendría ponerse en contacto con bibliotecas y archivos nacionales o de universidades. Los archivos nacionales de un país pueden establecer normas jurídicamente vinculantes sobre los períodos de mantenimiento de los registros de datos (tanto electrónicos como en papel). En caso de que estas instituciones nacionales no muestren interés, debería preguntarse al respecto a los archivos internacionales.

APÉNDICE 5. CONSIDERACIONES RELATIVAS AL ESTABLECIMIENTO DE PRIORIDADES PARA LA OBTENCIÓN DE IMÁGENES Y LA DIGITALIZACIÓN DE DATOS

Aunque en una situación idónea, el teclado y la obtención de imágenes de todos los datos se realizarían de forma simultánea, la realidad es que el proceso de archivo conlleva tiempo y debe marcarse un punto de inicio del proceso, por ejemplo, colmar las lagunas presentes en las series temporales existentes. En la reunión internacional sobre el rescate de datos (Ginebra, 11 a 13 de septiembre de 2001) se estableció que la máxima prioridad para el rescate de datos climáticos, tanto históricos como actuales, debería ser:

- a) que los datos fueran de alta calidad;
- b) que fueran de importancia a nivel nacional, regional o mundial, y que estuvieran en riesgo de pérdida;
- c) que colmaran lagunas en conjuntos de datos establecidos.

1. OBTENCIÓN DE IMÁGENES

Al obtener imágenes de documentos en papel, parece lógico empezar por los documentos más antiguos, excepcionales o frágiles, estación por estación. Sin embargo, dada la merma en la calidad de la tinta y el papel en los últimos años, puede que también deban obtenerse pronto imágenes de los documentos más nuevos. Al establecerse prioridades para la obtención de imágenes de mapas, podría empezarse por los mapas de mayor relevancia para el SMHN (tal vez mapas de precipitación, presión, viento o insolación). Deberían obtenerse imágenes de todas las páginas de un libro (por ejemplo, un registro mensual) con objeto de garantizar el rescate de todos los metadatos disponibles (incluidas las fotografías y las descripciones de emplazamientos y datos, información acerca de los instrumentos, calibraciones, prácticas de observación y procedimientos de control de calidad).

2. DIGITALIZACIÓN

Puesto que la digitalización de datos es una tarea que requiere tiempo, el establecimiento de prioridades es importante. A la hora de digitalizar observaciones en superficie, conviene tener en cuenta los factores que se indican a continuación:

- a) A fin de mostrar una validación conceptual a potenciales órganos de financiación, seleccionar la estación con los registros ininterrumpidos más prolongados o concentrarse en un año excepcional que ponga de manifiesto una característica climática que entrañe un interés particular (como una sequía o una crecida) puede ser un punto de partida útil.
- b) Una medida prudente podría consistir en teclear en primer lugar los datos de estaciones que ya tienen algunos datos digitalizados, que todavía están operativas o cuyos períodos de registro son los más prolongados.
- c) Para el período anterior al decenio de 1950 se dispone de menos datos en todo el mundo. Sin embargo, en países concretos los datos anteriores a 1990 pueden ser trascendentales.
- d) La ubicación es otro factor que debe tenerse en cuenta, es decir, podría resultar beneficioso seleccionar estaciones que representen diferentes regiones climáticas de un país o ubicaciones socioeconómicamente relevantes.

- e) La disponibilidad de los datos podría ser otro factor al que debería prestarse atención. Podría seleccionarse en primer lugar una estación con los datos más fiables y la cantidad mínima de datos faltantes.
- f) Sin embargo, las estaciones aledañas, incluso aquellas con un historial de funcionamiento breve, son importantes para corroborar las mediciones.
- g) Para los datos actuales o históricos, la resolución temporal de los datos (mensuales, diarios o inferiores a un día) o la necesidad de parámetros meteorológicos particulares podrían definir las prioridades establecidas para la digitalización de datos.
- h) En caso de desearse una climatología de cambios diurnos en temperatura, precipitación o viento, entonces los datos de mapas o las observaciones horarias (inferiores a un día) son cruciales.
- i) Para examinar variables climáticas esenciales, deben seleccionarse variables meteorológicas susceptibles de convertirse en valores mensuales, por ejemplo, temperatura y precipitación (Bojinski y otros, 2014).
- j) Para aquellas áreas en las que existe una deficiencia espacial en los datos, podrían seleccionarse estaciones individuales.
- k) Para climatologías de tormentas, granizo, tornados, tempestades de polvo, niebla y tormentas de hielo, se requieren observaciones meteorológicas visuales no instrumentales.

Para la obtención de imágenes y la digitalización suelen tenerse en cuenta las observaciones en superficie, pero la importancia de los sondeos en altitud, los mapas de superficie y en altitud, y las observaciones marinas también es muy destacada.

- a) Los sondeos individuales proporcionan información valiosa sobre cambios de temperatura, presión y humedad con la altura.
- b) Puesto que los datos de sondeos individuales pueden perderse, esta información solo podría obtenerse de mapas en altitud.
- c) Los mapas de superficie también pueden ser bastante importantes, puesto que los formularios originales en ocasiones se han perdido tras la representación de los datos de la estación de superficie.

Estas son las directrices y las consideraciones generales para el establecimiento de prioridades para el rescate de datos. Sin embargo, cada país o centro debe decidir sus propias prioridades en función de las necesidades primarias del país y el estado de los registros de datos climáticos. Una vez que se ha seleccionado una estación y un año, sería aconsejable evaluar los procedimientos de obtención de imágenes y digitalización. Esto ayudará a determinar las necesidades de personal y modos de racionalizar el proceso.

Cabe señalar un último recordatorio sobre la digitalización de formularios: es preferible teclear todos los datos en una página dada, con inclusión de los metadatos, puesto que es poco probable que se presente otra oportunidad para regresar a esa página y teclear cualquier dato que se haya pasado por alto. Para ello, la mejor opción consiste en crear una plantilla para la digitalización de los diversos tipos de formularios. En todos los casos, los metadatos, la descripción de los datos y las prácticas de observación (nombre del observador, hora de la observación), la ubicación (latitud, longitud) y las características del emplazamiento deben rescatarse y digitalizarse junto con los valores digitales o en imagen.

APÉNDICE 6. TÉCNICAS DE OBTENCIÓN DE IMÁGENES ELECTRÓNICAS

La creación de una imagen electrónica es muy recomendable, porque reduce la manipulación del soporte en papel o microfilm. También permite mejorar la imagen y modificar su tamaño para que la grabación sea más legible al teclear los datos. Por lo general, las imágenes en formato JPEG son adecuadas. Algunas fuentes sugieren que una imagen con un tamaño de 1 600 x 1 200 píxeles es suficiente.

1. ESCÁNERES

A menudo, los escáneres son la opción elegida para obtener imágenes de documentos en papel. Existen dos tipos generales: escáneres planos (utilizados con frecuencia para libros) y escáneres de alimentación (utilizados con frecuencia para páginas individuales, por ejemplo, mapas). Los escáneres son una alternativa atractiva a las cámaras, puesto que pueden reducir la cantidad de equipos necesarios para la obtención de imágenes. Sin embargo, el escaneo conlleva una serie de inconvenientes:

- a) Un escáner plano puede dañar la encuadernación de los libros o, en ocasiones, los datos más cercanos a la encuadernación pueden quedar desenfocados o no escanearse. El uso de una cámara podría evitar estos inconvenientes.
- b) Se requieren escáneres especialmente diseñados para microfilms y microfichas.
- c) Los escáneres cuentan con multitud de piezas móviles y, por lo general, necesitan mantenimiento y una licencia.
- d) En el caso de los dispositivos de escaneado más complejos, a menudo se requiere formación especializada. Por este motivo, los cambios en el personal han supuesto el abandono del escaneo en algunos proyectos. En otros casos, una formación insuficiente y problemas con las licencias han impedido la obtención de imágenes mediante escáneres.
- e) Los escáneres suelen ser lentos y poco prácticos, excepto en el caso de sistemas muy costosos.

2. CÁMARAS

Las cámaras se utilizan con mayor frecuencia para la generación de imágenes digitales. Son eficaces con ejemplares en papel, tanto sueltos como encuadernados, así como también con documentos de gran tamaño, por ejemplo, mapas. Las cámaras digitales son de uso generalizado, e incluso las cámaras automáticas pueden proporcionar imágenes fiables, en especial con una fuente constante de buena iluminación. Si se dispone de un soporte fijo para la cámara y un sistema de iluminación, un control remoto para la toma de imágenes y un adaptador para corriente alterna, poco hay que hacer, excepto pasar páginas, por lo que se trata de un proceso rápido y eficiente. Además, actualmente se dispone de programas informáticos económicos que permiten modificar el título de las imágenes digitales e importarlas a un ordenador. El archivo de imágenes también es muy rápido.

3. CARACTERÍSTICAS DE LAS CÁMARAS

En el cuadro 5 se resumen los equipos necesarios para montar una estación de trabajo para la obtención de imágenes fotográficas. En primer lugar, debe proporcionarse una mesa con un ordenador y la instalación de la cámara (incluido un trípode y un soporte para la cámara). Una cuestión fundamental es disponer de una cantidad suficiente de tomas eléctricas conectadas

Cuadro 5. Requisitos básicos para la infraestructura de la cámara

1	Mesa
2.	Tomas eléctricas
3.	Trípode/soporte para la cámara
4.	Focos
5.	Cámara y accesorios
6.	Ordenador

a tierra. A pesar de que la iluminación natural o la luz solar son idóneas para la obtención de imágenes —velando por una correcta difusión de la luz y evitando sombras—, no siempre se dispone de una sala con iluminación natural. Por consiguiente, una instalación de cámara con frecuencia incluye dos o cuatro focos. El uso de un trípode o un soporte para la cámara junto con los focos permite mantener la cámara fija y, así, obtener múltiples imágenes rápidamente. Es importante comprobar la iluminación con frecuencia, puesto que algunos soportes en papel son satinados y reflejan la luz a la lente de la cámara, de modo que ocultan parte de los datos en imagen. Una función de control remoto permite la toma de imágenes sin que el fotógrafo tenga que situarse junto a la cámara, y también reduce las probabilidades de que el cuerpo de la cámara se mueva. El ordenador en el que se guardarán las imágenes digitales es fundamental.

Por lo general, las baterías de las cámaras se agotan en un período de tiempo relativamente breve. Un adaptador de corriente alterna permite la toma de una cantidad ilimitada de imágenes y ahorra una cantidad de tiempo y dinero considerable que, de otro modo, se dedicaría a la compra y la sustitución de baterías. En caso de no poderse utilizar un adaptador de corriente alterna con la cámara disponible, se recomienda el uso de baterías recargables de repuesto y un cargador de batería. Es importante señalar que, si no se dispone de un adaptador de este tipo y deben utilizarse baterías, el diseño de la cámara debería permitir la sustitución de las baterías sin tener que retirar la cámara del soporte. La mayoría de las cámaras digitales cuentan con roscas de plástico para su fijación al soporte. Estas roscas se desgastan tras una docena de retiradas de la cámara para la sustitución de baterías.

Se necesita un programa informático y un cable USB o acceso a una red de comunicación inalámbrica (WIFI) para transmitir automáticamente la imagen de la cámara al ordenador. Si dicho programa informático permite la activación del obturador con el ratón, puede que no sea necesario un cable de control remoto. Si no se dispone de WIFI ni de puerto USB, debería utilizarse la tarjeta de memoria de mayor capacidad que se pueda conseguir. Las cámaras digitales a menudo incluyen programas informáticos para la generación de nombres de archivo para cada imagen y la transmisión de fotografías directamente a un ordenador. Un programa informático de este tipo permite ahorrar una cantidad considerable de tiempo al fotógrafo y al archivero. En función de la cámara disponible, resulta de utilidad el uso de una lente de zoom y la posibilidad de cambiar la configuración de la cámara. En el cuadro 6 se facilita un resumen de los accesorios de la cámara recomendados para lograr un proceso eficiente.

Es importante tener en cuenta el tamaño de la imagen, en particular al utilizar una tarjeta de memoria. En función de su calidad, es probable que no se requiera la imagen del mayor tamaño posible y que baste con una de tamaño medio. Se ha comprobado que incluso una cámara de cuatro megapíxeles es suficiente para generar archivos JPEG con una resolución suficiente que ofrezcan valores legibles de parámetros alfanuméricos. En la actualidad, incluso las cámaras de teléfonos móviles proporcionan valores de aproximadamente 12 megapíxeles. Conviene recordar que una resolución excesivamente alta, aunque no se necesita para la recuperación de datos alfanuméricos, puede requerirse para el uso de programas informáticos de digitalización automática. Por lo general, las fotografías se toman en color, no en blanco y negro, dado que el color permite leer con mayor facilidad las correcciones y otras anotaciones añadidas a cuadernos originales.

Otras características habituales de las cámaras que conviene tener en cuenta son la posibilidad de disparar sin flash, un modo macro para la toma de fotografías en primer plano, la posibilidad

de ajustar la sensibilidad de la velocidad de la película, y la posibilidad de ajustar el balance de blancos. En el cuadro 7 se resumen las características habituales de las cámaras que garantizan imágenes de calidad.

Cuadro 6. Accesorios de cámara para facilitar un proceso eficiente

1.	Columna de reproducción que sostiene una cámara y de dos a cuatro focos
2.	Adaptador de corriente alterna para la alimentación de la cámara
3.	Control remoto para la toma de imágenes o programa informático de la cámara, como en el punto 4
4.	Programa informático de la cámara para la toma de fotografías y su transferencia directa a un ordenador con un cable USB o mediante una red WIFI
5.	Como alternativa, la tarjeta de memoria con la mayor capacidad disponible
6.	Posibilidad de cambiar el nombre de los archivos de imagen y programa informático para ello
7.	Una lente de zoom, si se dispone de ella, y lente macro para la toma de primeros planos
8.	Posibilidad de cambiar la configuración de la cámara (mediante la propia cámara o el ordenador)
9.	Vidrio antideslumbrante para aplanar con cuidado los registros encuadrados

Cuadro 7. Características habituales de las cámaras que garantizan imágenes de calidad

1.	Posibilidad de seleccionar el tamaño de las imágenes
2.	Posibilidad de disparar sin flash
3.	Modo macro para la toma de fotografías en primer plano
4.	Posibilidad de ajustar la sensibilidad de la velocidad de la película
5.	Posibilidad de ajustar el balance de blancos

APÉNDICE 7. OTROS MÉTODOS DE DIGITALIZACIÓN

A continuación se exponen de forma general otros métodos de digitalización distintos al teclado a cargo de personas. Todos ellos requieren control de calidad, puesto que cualquier transcripción es susceptible de contener errores.

1. RECONOCIMIENTO ÓPTICO DE CARACTERES, RECONOCIMIENTO INTELIGENTE DE CARACTERES Y RECONOCIMIENTO INTELIGENTE DE PALABRAS

El reconocimiento óptico de caracteres es una tecnología de programas informáticos disponible normalmente que permite digitalizar texto mecanografiado, pero, en cambio, no admite las observaciones manuscritas. El reconocimiento inteligente de caracteres captura caracteres individuales manuscritos en formato impreso y permite diferentes fuentes y estilos de impresión. El uso más indicado de esta tecnología es la lectura de formularios estructurados, una tarea para la que puede alcanzar una exactitud superior al 97%. El reconocimiento inteligente de palabras convierte términos manuscritos íntegros, bien en formato impreso, bien escritos a mano. Sin embargo, los formularios históricos no suelen ser aptos para las tecnologías de reconocimiento inteligente de caracteres o reconocimiento óptico de caracteres y, por tanto, las modalidades actuales de estas tecnologías no podrán aplicarse a este tipo de documentos. Estos dos métodos se sirven de la tecnología de aprendizaje automático para actualizar automáticamente las bases de datos de reconocimiento con nuevos patrones de escritura manuscrita.

En el momento de la escritura, el coste económico de estas tecnologías era prohibitivo y, como sucede con todos los procesos de digitalización, requerían control de calidad para garantizar una conversión adecuada. Estas tecnologías todavía se encuentran en fase de desarrollo y es probable que su fiabilidad aumente con el paso del tiempo. En la actualidad, la digitalización mediante teclado es la técnica empleada con mayor frecuencia porque se considera que la mente humana puede convertir mejor los materiales manuscritos.

2. EXTERNALIZACIÓN EN MASA

La externalización en masa conlleva el proceso de información por parte de voluntarios en línea, a menudo denominados “científicos ciudadanos”. Diversos programas relacionados con el clima, consolidados y exitosos, recurren a la externalización en masa, y cabe destacar iniciativas como OldWeather y Community Collaborative Rain, Hail & Snow (CoCoRAHS). Los voluntarios del proyecto OldWeather teclean texto de diarios de a bordo de barcos (principalmente de los primeros años del siglo XX) en un formulario en línea. Tres personas teclean cada diario de a bordo y los resultados se comparan para obtener el producto final (consúltese el [portal I-DARE](#) para acceder a un enlace a OldWeather). Los voluntarios del programa CoCoRAHS miden la precipitación mediante un pluviómetro de diez centímetros (cuatro pulgadas), normalmente ubicado cerca de su domicilio, y teclean estas cantidades diarias de precipitación en un formulario en línea. Estos se guardan en una base de datos y se elaboran mapas de los mismos.

Aunque la externalización en masa utiliza voluntarios para el teclado, este proceso no está exento de costes. Se necesita tiempo, talento y recursos financieros para el establecimiento y el mantenimiento de la infraestructura para la introducción de datos a través de Internet, la elaboración de bases de datos, el control de calidad, la preparación de instrucciones de formación para los encargados del teclado o los observadores, y la divulgación para atraer a voluntarios potenciales. Como sucede con el resto de tecnologías, la externalización en masa requiere control de calidad.

3. **DIGITALIZACIÓN DE MAPAS**

Para digitalizar mapas, los observadores suelen transcribir valores del mapa en forma de tabla, una tarea aburrida, en especial cuando los mapas representan fluctuaciones rápidas, como anemógrafos, o múltiples líneas en un único mapa. Aunque un mapa permite leer resoluciones temporales elevadas, con frecuencia se notifican únicamente valores diarios o máximos. Sin embargo, con los programas informáticos de digitalización de mapas, una persona traza una línea, marca puntos de un mapa, y los puntos se convierten en cifras digitales. Así se consigue una resolución temporal de los valores de datos de minutos a horas. En el decenio de 1990, grupos de personas elaboraron diversos programas para la digitalización de datos de precipitación (pluviógrafo), pero solo pueden utilizarse con determinados ordenadores y sistemas operativos. El código fuente de este programa informático está disponible, pero no es objeto de mantenimiento (por ejemplo, no se actualiza con tecnologías informáticas y lenguajes de programación más recientes) y un técnico en programas informáticos debería adaptarlo. Asimismo, las personas que mantienen y utilizan el programa informático deben recibir formación.

Recientemente se han elaborado y se utilizan diversos programas informáticos nuevos de digitalización. Entre las funciones de estos programas, conviene destacar el cálculo de cantidades de precipitación en escalas temporales diferentes (de horas a minutos); la lectura de diversos tipos de mapas, y la capacidad para gestionar múltiples líneas en un único mapa. En el [portal I-DARE](#) se recoge documentación sobre este programa informático. Algunos de estos programas pueden utilizarse de forma gratuita siempre que los datos se introduzcan en una base de datos libre y abierta a disposición de todos los usuarios.

APÉNDICE 8. ERRORES DE DIGITALIZACIÓN Y PROCESO DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

A continuación se ofrece una breve visión general del control de calidad de los errores de digitalización específicamente relacionados con el teclado. Algunas de estas funciones de control de calidad, o todas ellas, pueden estar disponibles en el CDMS del país Miembro. En tal caso, puesto que los datos se teclean en el CDMS, los errores se marcan y se corrigen posteriormente. Si el CDMS no dispone de estas funciones, se recomienda encarecidamente que se plantee la posibilidad de incluirlas. El control de calidad inicial de datos digitales recién introducidos mediante teclado se centra en los errores de teclado, instrumento, observador y metadatos, no en los análisis más pormenorizados que se llevan a cabo durante la homogenización, en ocasiones denominado control de calidad en “modo diferido”. Los datos tecleados deberían considerarse datos provisionales, y marcarse como tales, hasta que se verifiquen mediante pruebas de control de calidad.

El uso del teclado por duplicado, las plantillas y la transcripción literal reduce al mínimo los errores de teclado en valores individuales, pero aun así todavía se producen errores de este tipo. Los problemas causados por cuestiones relacionadas con los metadatos (mayoritariamente relacionados con la denominación de la estación y el número de identificación), la calidad de la imagen escaneada, fallos de funcionamiento de instrumentos y prácticas de observación no normalizadas siguen planteando un desafío. Con objeto de garantizar la máxima fidelidad de la representación digital de los datos de formularios meteorológicos, deberían emplearse pruebas de control de calidad para marcar valores sospechosos tanto de metadatos (por ejemplo, nombre de la estación o número de identificación, año o mes, tipo de elemento) como de variables meteorológicas. Los valores sospechosos se marcan para su ulterior examen manual, y se añaden marcas que indican el tipo de error y el resultado de la verificación.

Los errores de teclado habituales son la transposición de cifras, la falta de comas decimales o los errores en su colocación, la falta de cifras (por ejemplo, un cero), periodos de acumulación incorrectos, y falta de valores. Otros errores frecuentes son: a) errores del observador (por ejemplo, unidades no convencionales); b) fallo de funcionamiento del instrumento; c) problemas con los metadatos (incoherencia en el identificador de estación o la convención de denominación, año o mes incorrecto); d) transposición o duplicado de un elemento específico para un mes y una estación concretos, y e) falta de claridad en los formularios. Estos errores podrían indicar problemas de formato y problemas sistemáticos con la calidad de los datos.

Las marcas permiten identificar la causa de cada error. Una vez que se ha llevado a cabo la verificación del valor erróneo marcado, el asesor selecciona el tipo de verificación adecuado para los datos. Los valores pueden recibir las consideraciones siguientes: a) son correctos, coincidentes con el formulario, razonables, y no se modifican; b) son erróneos, se marcan, pero no se modifican los datos; c) son erróneos, pero se especifica un valor de sustitución; d) no son coincidentes, y se corrigen para que coincidan con el formulario original; e) son erróneos y se establecen como faltantes, o f) se marcan como valores que deben teclearse y, luego, se teclean. Por lo general, cuando un valor marcado es ambiguo y podría ser correcto, no se modifica.

Las pruebas y los procedimientos de control de calidad garantizan a los usuarios que los datos digitalizados son una representación fiel de las observaciones registradas en los documentos originales. Si el CDMS no ejecuta las pruebas de forma automática, debería elaborarse una hoja de cálculo que constituya un inventario del control de calidad a fin de llevar un registro de cada prueba realizada para cada estación. Los valores fuera de los límites detectados con cada prueba deben verificarse manualmente y, al final de cada prueba, deben aplicarse las eventuales correcciones. Después de que haya concluido cada fase de control de calidad en una estación, debe actualizarse la hoja de cálculo de registro del control de calidad.

Las pruebas de control de calidad incluyen comprobaciones de intervalos (en valores diarios y medias y totales mensuales), verificaciones de coherencia interna (comparación de mediciones entre los tipos de datos) y comprobaciones de valores extremos (aplicadas a valores

individuales). Puede encontrarse información adicional al respecto en la *Guía de prácticas climatológicas* (OMM-Nº 100 (2011), sección 3.4), en Westcott y otros (2011) y en otras fuentes recogidas en el [portal I-DARE](#).

APÉNDICE 9. ENSEÑANZAS EXTRAÍDAS

1. FOMENTO DE UNA MAYOR COOPERACIÓN ENTRE LAS DIVISIONES DE PREDICCIÓN Y CLIMÁTICA DE UN SMHN

La división climática de un SMHN con frecuencia supervisa la labor de los operadores de campo en emplazamientos meteorológicos, controla la calidad de los datos climáticos nacionales (tablas de valores horarios y diarios) y teclea una parte de los datos en su propio CDMS. Por lo general, los observadores meteorológicos envían los datos SYNOP cifrados por conducto del Sistema Mundial de Telecomunicación de la OMM, pero con frecuencia estos datos digitales únicamente están disponibles para la división de predicción del SMHN, y a menudo solo en tiempo real. Frecuentemente, solo se envían a la división climática las tablas manuscritas con datos horarios y diarios, no los datos digitales cifrados. Asimismo, si la división de predicción archiva los datos meteorológicos descifrados de las estaciones SYNOP o de estaciones automatizadas, a menudo no están a disposición de la división climática. En consecuencia, la división climática debe obtener datos para su país de las bases de datos internacionales. En una situación idónea, los datos digitales transmitidos se archivarían en una base de datos centralizada accesible tanto para pronosticadores como para climatólogos a partir de la cual se elaborarían todos los productos. Una mejor coordinación entre esos grupos brindaría a la división climática un conjunto de datos más actualizado y, todavía más importante, más exhaustivo para la realización de análisis climatológicos. También permitiría llevar a cabo una comparación con los informes impresos a fin de validar valores extremos.

2. EXAMEN DE LAS PRÁCTICAS ACTUALES DE DIGITALIZACIÓN, RECOPIACIÓN DE METADATOS Y CONTROL DE CALIDAD Y REQUISITOS DE FORMACIÓN

La división climática de un SMHN a menudo elabora su propio método de tecleo de datos y control de calidad, que evoluciona en función del personal disponible, los recursos informáticos y de comunicación, y la cantidad o el tipo de estaciones meteorológicas existentes en el país. Es recomendable examinar periódicamente las prácticas vigentes e integrar las directrices pertinentes de la OMM en la estructura para el establecimiento de inventarios, el tecleo y el control de calidad de los datos actuales. Véase la sección sobre mejores prácticas del [portal I-DARE](#).

Se aconseja, asimismo, examinar los conocimientos adquiridos durante la ejecución de procesos de rescate de datos que podrían mejorar esta práctica o el proceso actual de introducción de datos o que podrían llevar a localizar otras fuentes de datos que deban rescatarse. La calidad de los datos climáticos depende directamente de los observadores y los analistas.

Las personas que se encarguen de las labores de rescate de datos tendrán que hacer frente a equipos y programas informáticos nuevos con los que no estén familiarizados. La formación y la experiencia serán imprescindibles para el uso de cámaras digitales, escáneres y programas informáticos de digitalización, así como para el acceso a bases de datos y la realización de controles de calidad. Puesto que la movilidad laboral es una realidad, convendría formar a múltiples personas mediante manuales prácticos a medida que aprenden el proceso para garantizar la ausencia total de fallos. Estos manuales deben revisarse a medida que cambien los programas y los usuarios.

3. CONSTATAción DE LAS VENTAJAS DEL RESCATE DE DATOS

Las fases de reorganización, obtención de imágenes, digitalización y control de calidad del proceso de rescate de datos pueden ser costosas y conllevar tiempo. Se trata, probablemente,

de una de las causas por las cuales el rescate de datos todavía no se ha puesto en práctica en muchos SMHN. El punto de partida para la instauración de un programa de esta naturaleza y su mantenimiento es el SMHN, que debe exponer argumentos convincentes que respalden la necesidad del rescate de datos. En este sentido, podría citarse la identificación de problemas de carácter práctico cuya solución residiera en unos mejores datos climáticos. Por ejemplo, gracias a los datos climáticos históricos el SMHN podría responder de forma rápida y precisa a las preguntas sobre hidrometeorología de un ministro relacionadas con la frecuencia de las sequías o los episodios de precipitaciones intensas, o facilitar la dirección del viento más fuerte a lo largo de los últimos 100 años para así poder orientar en la dirección correcta la pista de aterrizaje de un nuevo aeropuerto por valor de diez millones de dólares de los Estados Unidos. Este tipo de información constituye un producto con un “valor añadido” por el que los directores de los SMHN podrían cobrar, aportando así ingresos adicionales al servicio. Además, la organización de los datos climáticos podría suponer la recuperación de cientos de metros cuadrados de superficie de los SMHN sin tener que desprenderse de valiosos registros históricos. Este incremento de la superficie podría convertirse en nuevas oficinas o salas de formación. Por último, si el SMHN desea poner en común los datos rescatados y digitalizados, recibiría reconocimiento internacional en calidad de líder en esta esfera.

Para las actividades de rescate de datos a menudo se requiere apoyo exterior a lo largo de diversos años. El apéndice 10 puede resultar de ayuda para ofrecer argumentos adicionales en pro del rescate de datos. Las personas y los grupos que ya han llevado a cabo estas actividades pueden erigirse en defensores de estas prácticas porque pueden brindar asesoramiento y abogar por la financiación de las iniciativas de rescate de datos.

Las consultas con otros actores interesados en el rescate de datos pueden proporcionar información técnica y eventuales soluciones a problemas imprevistos surgidos a lo largo del proceso. En el [portal I-DARE](#) se recoge información de carácter técnico y posibles contactos. Los SMHN pueden ponerse en contacto con la Secretaría de la OMM a fin de recabar ayuda de otros Miembros.

APÉNDICE 10. APLICACIONES QUE MUESTRAN EL VALOR DE LOS DATOS

1. VALIDACIÓN DE VALORES EXTREMOS DE PARÁMETROS METEOROLÓGICOS Y DATOS INDIRECTOS

Se considera que, en el futuro, una mayor variabilidad climática y el cambio climático supondrán valores de temperatura, precipitación, presión y viento más extremos. Estos valores futuros no pueden validarse como registros récord sin conocer los valores extremos que se han producido en el pasado. La conservación de la documentación original y la digitalización de los registros meteorológicos antiguos facilitarían la verificación de los valores extremos actuales y futuros. Al disponer de valores verificables de los parámetros meteorológicos, se perfeccionarán los conocimientos acerca de la distribución general de valores extremos y sobre eventuales cambios en esta distribución. Los estudios climáticos anteriores correspondientes a regiones o épocas en los que los datos meteorológicos eran escasos, o no se disponía de ellos, se han basado en datos indirectos (anillos de los árboles o núcleos de hielo). Los datos recién rescatados son extremadamente valiosos para la verificación de estos métodos.

2. INTEGRACIÓN EN ESTUDIOS Y VINCULACIÓN CON PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

El mejor modo de mostrar el valor de la recuperación de datos climáticos históricos es su uso en estudios de investigación o lograr que otros los apliquen en este tipo de estudios. Unas series temporales prolongadas permiten identificar y examinar la intensidad y la frecuencia de fenómenos pasados, como sequías y crecidas, olas de calor y períodos fríos, tornados, ciclones tropicales y granizo, y tempestades de polvo. Aunque el examen de las causas de los fenómenos meteorológicos suscita un enorme interés entre meteorólogos y climatólogos, otros se interesan por las repercusiones que estos fenómenos han tenido en la sociedad e incluso en el curso que ha seguido la historia de un país. Las consecuencias de estos fenómenos pasados y las reacciones humanas a ellos pueden ayudar a prepararse ante futuros fenómenos meteorológicos extremos. El uso de datos históricos para el estudio de fenómenos climáticos pasados podría generar gran entusiasmo entre potenciales órganos de financiación, en especial si estos mismos fenómenos tienen lugar actualmente o está previsto que se produzcan en el futuro. El hecho de poder mostrar una climatología (cambiante) de estos fenómenos también podría ayudar a predecir la probabilidad de que se produzcan en el futuro. Unas series temporales de datos completas contribuyen, asimismo, a ajustar y verificar los modelos climáticos.

3. DATOS A DISPOSICIÓN DE LOS USUARIOS

Es importante poner a disposición de los usuarios los datos climáticos y garantizar que pueden acceder a ellos fácilmente. El suministro de datos históricos fiables permite el intercambio científico entre investigadores y puede facilitar la prestación de ayuda por parte de estudiantes. Los administradores de recursos hídricos y agrícolas serían buenos aliados en la defensa de la necesidad del rescate de datos climáticos, y tal vez dispongan de registros o recursos propios que puedan aportar. Probablemente, estos administradores considerarían que los datos rescatados son esenciales para la evaluación de la sensibilidad de sistemas naturales y antropógenos ante fenómenos climáticos y episodios de carácter extremo. Asimismo, la elaboración de productos

que serían de interés general para el público (por ejemplo, la climatología del tiempo en festivales nacionales) podría despertar el interés por la meteorología y contribuir a la creación de grupos de “científicos ciudadanos”.

APÉNDICE 11. LISTAS DE VERIFICACIÓN PARA EL RESCATE DE DATOS CLIMÁTICOS

1. Búsqueda y localización de conjuntos de datos históricos: papel, microfilm o microficha y datos digitales en bibliotecas locales, regionales, nacionales o internacionales y centros climáticos.
2. Organización, limpieza y almacenamiento de documentos en papel, microfilm o microficha y almacenamiento en salas seguras, con regulación de temperatura y humedad, en cajas de archivo etiquetadas y guardadas en estanterías o en archivadores.
3. Creación de un inventario electrónico de repertorios en papel o microfilm, en el que se incluya la estación, el año, el mes, el tipo de soporte, el tipo de formulario y la ubicación de la caja o archivador.
4. Creación de una hoja de cálculo sobre el inventario electrónico de imágenes en la que se especifiquen los datos en imagen y los datos cuyas imágenes todavía no se han obtenido, así como los datos validados y los pendientes de validación.
5. Creación de una hoja de cálculo sobre el inventario electrónico de datos digitales en la que se especifiquen los datos que se han digitalizado y aquellos que no, así como los datos objeto de control de calidad y aquellos que no se han sometido a este proceso.
6. Establecimiento de prioridades en relación con los datos que deben someterse a obtención de imágenes y digitalización.
7. Examen de las fases actuales de digitalización y control de calidad para establecer métodos de integración del flujo de datos recién digitalizados en el flujo de trabajo del SMHN, y determinar si las fases actuales de digitalización y control de calidad deben revisarse.
8. Determinación de las necesidades en materia de recursos informáticos (CDMS), personal, espacio, obtención de imágenes y digitalización.
9. Elaboración de un plan de trabajo para la obtención de imágenes y la digitalización.
10. Obtención de los equipos necesarios y contratación de personal, según se requiera.
11. Elaboración de un proceso de obtención de imágenes que incluya la obtención de imágenes y el archivo de los datos, con hojas de cálculo sobre inventarios y control de calidad de las imágenes y los metadatos.
12. Obtención de imágenes de todos los ejemplares de datos y metadatos, y archivo adecuado de las mismas.
13. Inclusión del inventario de imágenes en directorios y discos compactos.
14. Duplicado de los archivos de imágenes y almacenamiento en una ubicación externa.
15. Conservación de los ejemplares originales en papel o microfilm.
16. Elaboración de un proceso de digitalización que incluya la preparación de plantillas y bases de datos, un inventario actualizado, y el control de calidad de datos y metadatos.
17. Examen de los procesos de obtención de imágenes y digitalización a medida que progresa el trabajo a fin de determinar eventuales modos de mejorar el proceso.
18. Cotejo del inventario de datos en imagen y digitalizados con el período de registro de estaciones para garantizar la integridad del proceso.

19. Realización de copias de seguridad diarias de los datos digitales guardados en equipos informáticos y CDMS.
 20. Actualización periódica de soportes, inventarios e inventarios de datos digitales con los datos y los metadatos actuales.
 21. Creación de múltiples copias de los datos digitales y almacenamiento en múltiples ubicaciones.
 22. Elaboración de un plan de migración tecnológica y garantía de la migración periódica de todos los datos electrónicos (en imagen y digitales) a nuevos soportes de almacenamiento.
 23. Generación de productos climáticos a partir de los datos sujetos a control de calidad.
 24. Puesta de los datos a disposición de los usuarios en un formato práctico y accesible.
-

APÉNDICE 12. GLOSARIO

Actualización. Copia de información de un soporte de almacenamiento al mismo soporte o a otro diferente sin cambiar el formato.

ASCII. Sigla de *American Standard Code for Information Interchange* (Código normalizado en Estados Unidos para el intercambio de información), el formato de archivos de texto más habitual en los ordenadores.

Bandas. Bandas registradas mayoritariamente por un cilindro de relojería que genera automáticamente mediciones meteorológicas, por ejemplo, temperatura, velocidad y dirección del viento y presión atmosférica (sinónimo de bandas autográficas).

Bandas autográficas. Bandas registradas mayoritariamente por un cilindro de relojería que genera automáticamente mediciones meteorológicas, por ejemplo, temperatura, velocidad y dirección del viento y presión atmosférica (sinónimo de bandas).

Cambio de formato. Copia de información de un soporte de almacenamiento a otro o conversión de un formato de archivo a otro.

CDMS. Sigla de *Climate Data Management System*, sistema de gestión de datos climáticos.

Columna de reproducción. Estructura que mantiene cámaras y focos en posición para la toma de fotografías de documentos.

Conservación. Mantenimiento de datos a salvo de daños o pérdida.

DARE. Sigla de *Data Rescue*, rescate de datos. Utilizado para actividades de la OMM en materia de rescate de datos climáticos.

Datos digitales. Datos tecleados en un ordenador y almacenados en forma de cifras en contraposición a mapas o formatos analógicos. Estas cifras pueden ser texto sin formato o estar organizadas en una base de datos relacional, como Microsoft ACCESS u ORACLE, o una proporcionada por un CDMS.

Digitalización. Proceso de transcripción de datos analógicos a formato digital para su proceso mediante un ordenador. Por lo general, se lleva a cabo al teclear datos textuales o representar puntos de una banda.

Escanear. Generar mediante un escáner un archivo de imagen a partir de un registro analógico o ejemplar en papel de un registro digital.

Escáner. Dispositivo utilizado para escanear documentos en un formato de archivo digital.

Hoja de cálculo. Tipo de formato empleado especialmente para la elaboración de inventarios. En el presente documento se hace referencia a la hoja de cálculo Microsoft EXCEL o Lotus 1-2-3.

Imagen. Representación gráfica del documento con datos climáticos capturada mediante una cámara digital o un escáner.

Inventario electrónico. Hoja de cálculo que contiene información sobre archivos de datos.

Metadatos. Conjunto de atributos o elementos necesarios para la descripción de un recurso. En el rescate de datos, hacen referencia tanto a información de la estación como a información sobre inventarios de datos climáticos.

Microficha. Formato de microfilm en hojas rectangulares.

Microfilm. Método de reproducción de imágenes de registros a tamaño muy reducido en película fotográfica.

Migración. Medio para superar la obsolescencia tecnológica en cuanto a equipos y programas informáticos mediante el traslado de los datos de un soporte informático a otro con objeto de permitir la conservación del contenido intelectual del objeto digital.

SMHN. Servicio Meteorológico e Hidrológico Nacional.

Soporte. Papel, microfilm, microficha, disco compacto o DVD, cinta, unidad de disco duro u ordenador en el que se graban datos.

Tecleado. Introducción o mecanografiado de datos en un ordenador mediante teclado.

APÉNDICE 13. REFERENCIAS

- Bojinski, S., M. Verstraete, T.C. Peterson, C. Richter, A. Simmons y M. Zemp, 2014: The concept of essential climate variables in support of climate research, applications, and policy. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 95:1431-1443.
- Brunet, M. y P. Jones, 2011: Data rescue initiatives: bringing historical climate data into the 21st century, *Climate Research*, 47:20-40.
- Westcott, N.E., K. Andsager, L. Stoecker, M.L. Spinar, R. Smith, R. Obrecht M.C. Kruk, R.T. Truesdell y D. O'Connell, 2011: Quality control of 19th century weather data. Midwestern Regional Climate Center Contract Report 11-04, Illinois State Water Survey, 68 págs.
- Organización Meteorológica Mundial (OMM), 2003: *Guidelines on Metadata and Homogenization*. WMO/TD-No. 1186, OMM, Ginebra.
- , 2004: *Guidelines on Climate Data Rescue*. WMO/TD-No. 1210, OMM, Ginebra.
- , 2009: *Guidelines on Analysis of Extremes in a Changing Climate in Support of Informed Decisions for Adaptation*. WMO/TD-No. 1500, WCDMP-No. 72, OMM, Ginebra.
- , 2010: *Guía de Instrumentos y Métodos de Observación Meteorológicos* (Guía de la CIMO), OMM-Nº 8 (actualización de la edición de 2008).
- , 2011: *Guía de prácticas climatológicas*. OMM-Nº 100 (edición de 2011), OMM, Ginebra.
-

Para más información, diríjase a:

Organización Meteorológica Mundial

7 bis, avenue de la Paix – Case postale 2300 – CH 1211 Genève 2 – Suiza

Oficina de comunicación y de relaciones públicas

Tel.: +41 (0) 22 730 83 14/15 – Fax: +41 (0) 22 730 80 27

Correo electrónico: cpa@wmo.int

public.wmo.int