

TALLER DE CAPACITACIÓN WIS2 DE BRASILIA · septiembre de 2026

Decodificación de datos en formatos binarios de la OMM

Cómo decodificar y visualizar BUFR y GRIB con herramientas de código abierto.

Alberto Helguera

Secretaría de la OMM · Sección WIS · Departamento ESDP

Agenda.

01 Fundamentos

02 Formato BUFR

03 Formato GRIB y herramientas

04 Flujo operativo y buenas prácticas

SECCIÓN 01

Fundamentos.

Formatos binarios de la OMM: qué son y por qué se utilizan en WIS2.

Objetivos.

- Comprender los formatos binarios de la OMM utilizados en WIS2.
- Decodificar conjuntos de datos BUFR y GRIB.
- Utilizar ecCodes para la decodificación.
- Explorar los flujos de trabajo operativos para el intercambio de datos en WIS2.
- Aplicar técnicas prácticas de decodificación en sistemas meteorológicos.

¿Por qué decodificar formatos binarios de la OMM?

- Los datos meteorológicos se distribuyen en estructuras binarias compactas.
- Son eficientes para grandes conjuntos de datos y para la difusión en tiempo real.
- Facilitan la interoperabilidad global entre los sistemas de los SMHN.
- Son necesarios para los modelos de predicción, las observaciones y los productos climáticos.

Principales formatos de la OMM.

- **BUFR** (Binary Universal Form for the Representation of meteorological data)
 - intercambio de datos de observación.
- **GRIB** (General Regularly-distributed Information in Binary form)
 - predicción numérica del tiempo y mallas de modelos.

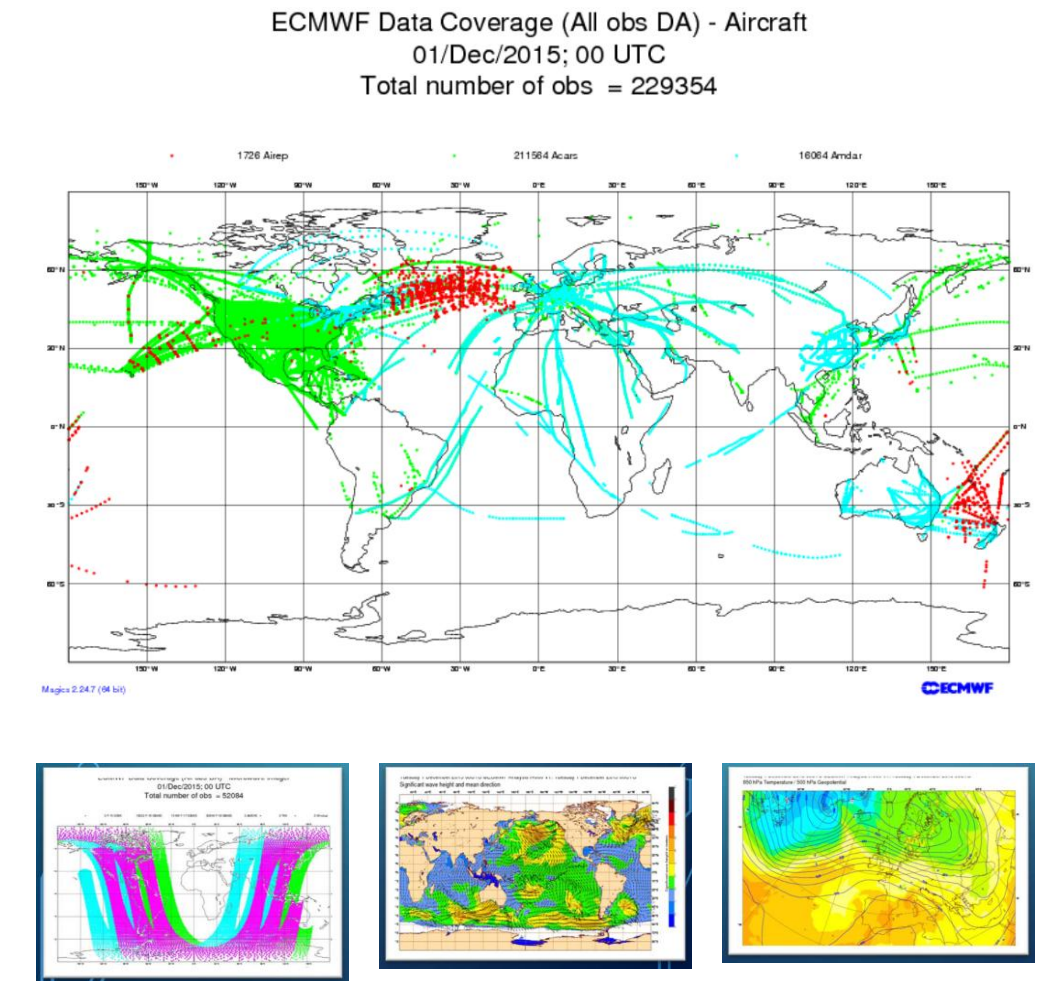
SECCIÓN 02

Formato BUFR.

Estructura, tablas de descriptores y secciones del mensaje.

Descripción general de BUFR.

- Formato binario controlado por tablas.
- Ampliamente utilizado para datos de observación.
- Admite datos sinópticos, marinos, de altitud, de aeronaves y satelitales.
- Flexible y extensible mediante las tablas de descriptores de la OMM.



Las tablas BUFR no son imágenes.

- Las tablas BUFR para radar no son tablas de imágenes visuales: son catálogos estrictamente estructurados en texto, CSV o XML publicados por la OMM que definen el significado exacto, la escala y el ancho de bits de los datos de radar.
- En un decodificador de radar, las tablas BUFR se traducen en catálogos de texto simple o de referencia que vinculan descriptores de 6 dígitos con valores específicos (p. ej., reflectividad, velocidad, etc.).

Tablas BUFR para radar: cuatro componentes clave.

- **Tabla B** — tabla de descriptores de elementos. Define las variables y parámetros físicos del radar con el formato F-XX-YY, donde F indica el tipo, XX la clase de datos e YY la entrada específica.

Descriptor 	Element Name	Unit	Scale	Reference Value	Data Width (bits)
0-21-007	Radar reflectivity factor	dBZ	2	-9000	15
0-21-009	Vertical Doppler velocity	m/s	2	-10000	15
0-02-140	Satellite radar beam azimuth	degree	3	0	16

Tabla D y tablas de código e indicador.

- **Tabla D** — tabla de descriptores de secuencia. Actúa como una macro que agrupa varios descriptores de la Tabla B en secuencias organizadas, de modo que los codificadores no tengan que enumerar cada variable de radar cada vez.
- **Tablas de código e indicador** — especifican metadatos cualitativos no continuos (p. ej., el estado operativo del radar, el modo de exploración o el tratamiento de clutter).

Sequence Descriptor 	Contains (Table B Descriptors)	Description
3-01-049	0-01-007 , 0-04-001 to 0-04-005	Radar beam data (Station identification + Time/Date)
3-01-192	0-08-080 , 0-02-198	Sequence for describing geographic projection and x/y offsets

Code Figure 	Meaning (e.g., Clutter Treatment)
0	No clutter treatment applied
1	Static filter
2	Doppler filtering
31	Missing data

Tabla A y Tabla C.

- **Tabla A** — define la categoría general de los datos (p. ej., "Datos de radar" o "Sondeos verticales").
- **Tabla C** — contiene operadores que permiten a los decodificadores modificar el ancho de datos o la escala en tiempo real.

Para explorar formatos legibles por máquina o por personas: Manual de Códigos de la OMM ·
plantillas de conversión de radar EUMETNET OPERA.

Representación en XML y CSV.

- Las tablas y estaciones BUFR también pueden representarse como XML jerárquico o como hojas de cálculo CSV/Excel para su edición y control de versiones.

```
<stagts>
  <site name="Augusta Treverorum">
    <gts>
      <header>full</header>
      <trailer>on</trailer>
      <nnn>747</nnn>
      <tt>PA</tt>
      <aa>auto</aa>
      <a2vvp>B</a2vvp>
      <cccc>AUGS</cccc>
    </gts>
    <gtsoption>
      <type>fixed</type>
      <fixed>80</fixed>
      <coderange range="50" value="41"/>
      <coderange range="100" value="42"/>
    </gtsoption>
    <station>
      <desc f="0" x="1" y="1" value="0"/>
      <desc f="0" x="1" y="2" value="0"/>
      <desc f="0" x="2" y="1" value="2"/>
      <desc f="0" x="2" y="3" value="3"/>
      <desc f="0" x="2" y="101" value="0"/>
      <desc f="0" x="2" y="121" value="5600000000"/>
      <desc f="0" x="7" y="1" value="100"/>
    </station>
  </site>
  <site name="Minas Tirith">
    <gts/>
    <gtsoption/>
    <station>
      <desc f="0" x="1" y="1" value="0"/>
    </station>
  </site>
  <site name="Not OK site"/>
  <site name="Least OK site">
    <station/>
  </site>
</stagts>
```

1	BUFR TABLES RELATIVE TO SECTION 3;;;
2	
3	BUFR Table B — Classification of elements;;;
4	
5	F;X;Class;Comments
6	0;0;BUFR table entries;
7	0;1;Identification;Identifies origin and type of data
8	0;2;Instrumentation;Defines instrument types used
9	0;3;Reserved;
10	0;4;Location (time);Defines time and time derivatives
11	0;5;Location (horizontal – 1);Defines geographical position
12	0;6;Location (horizontal – 2);Defines geographical position
13	0;7;Location (vertical);Defines height
14	0;8;Significance qualifiers;Defines special character of data
15	0;9;Reserved;
16	0;10;Vertical elements and pressure;Height
17	0;11;Wind and turbulence;Wind speed
18	0;12;Temperature;
19	0;13;Hydrographic and hydrological elements;Humidity
20	0;14;Radiation and radiance;
21	0;15;Physical/chemical constituents;
22	0;19;Synoptic features;
23	0;20;Observed phenomena;Defines present/past weather
24	0;21;1583 Class 35 - Data monitoring information;;;;;;;;;;
25	0;22;1584
26	0;23;1585
27	0;24;1586
28	0;25;1587 TABLE REFERENCE;;;;;;;;;;
29	0;26;1588 TABLE;;;;;;;;;;
30	0;27;1589 ELEMENT NAME;BUFR;CREX;;;;;;;;;;
31	0;28;1590
	0;29;1591 UNIT;;;;;;;;;;
	0;30;1592 SCALE;;;;;;;;;;

Secciones del mensaje BUFR.

- **Sección 0** — Sección indicadora
- **Sección 1** — Sección de identificación
- **Sección 2** — Sección opcional
- **Sección 3** — Sección de descripción de datos
- **Sección 4** — Valores de datos
- **Sección 5** — Sección final

La receta de los descriptores F-X-Y.

- Contiene una lista de descriptores de seis dígitos con el formato F-X-Y → 0-04-006.
- F=0: elementos listados en la Tabla B · F=1: replicación de descriptores
- F=2: operadores que actúan sobre los descriptores · F=3: secuencias listadas en la Tabla D

```
301051 004006 007002 010004
012001 011001 011002 011031
011032 011033 020041
```

```
01001010111010100101010101010
10100010001010101010001010100
10100101010010010100101001010
10101010101111000010101001001
```

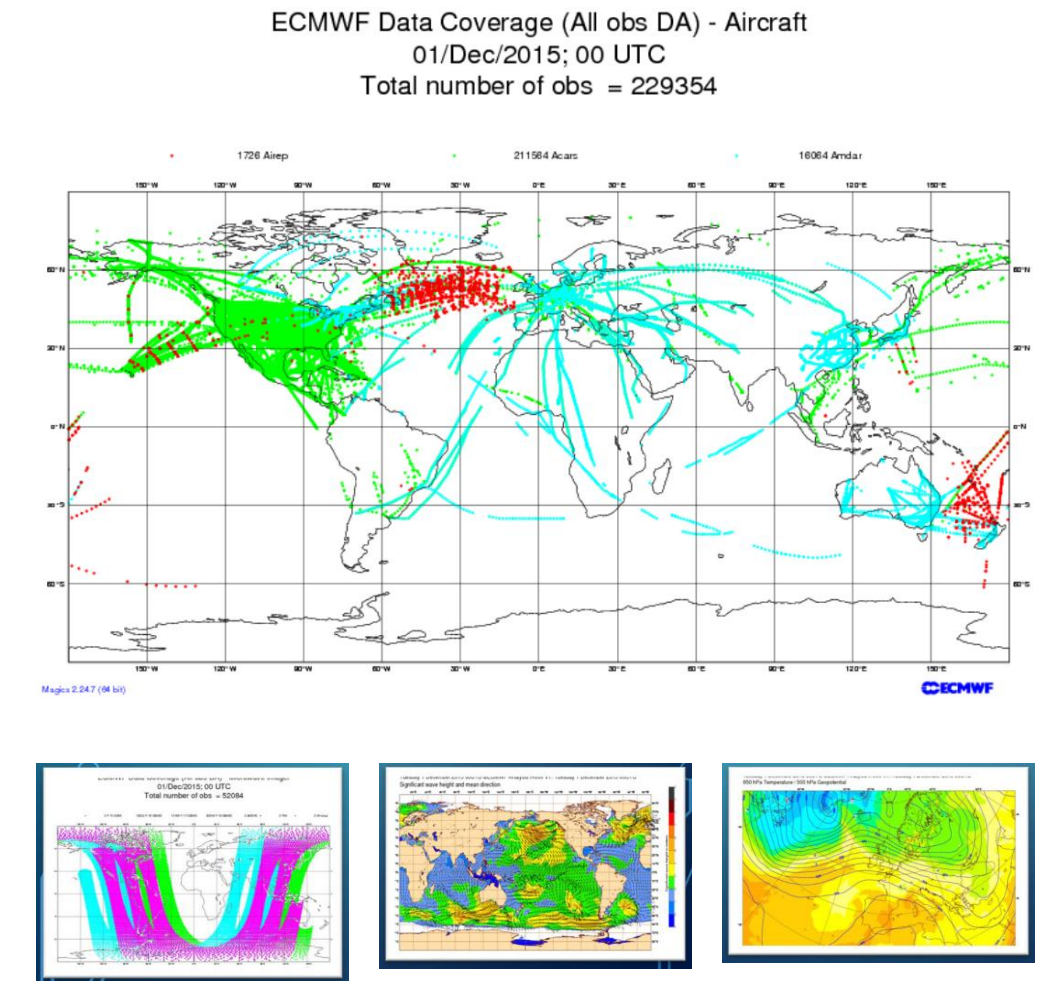
SECCIÓN 03

Formato GRIB y herramientas.

Datos reticulados, ecCodes y comparación de herramientas de decodificación.

Descripción general de GRIB.

- Optimizado para datos meteorológicos reticulados (grillas).
- Utilizado en sistemas de predicción meteorológica en todo el mundo.
- Admite pronósticos, análisis y productos de conjunto (ensemble).
- Almacenamiento compacto y eficiente para grandes mallas.



Ejemplos de herramientas de decodificación.

- **Metview** — estación de trabajo meteorológica, de visualización y de procesamiento de datos. Puede leer, inspeccionar, decodificar, filtrar y visualizar datos BUFR y GRIB, aunque depende de la librería ecCodes del ECMWF para la decodificación real.
- **AWIPS** — (Advanced Weather Interactive Processing System) sistema operativo de predicción mucho más grande. Ingiere y decodifica muchos formatos meteorológicos, incluidos GRIB y BUFR, como parte de su canal de procesamiento de datos.
- **ecCodes (ECMWF)** — diseñado específicamente para codificar y decodificar GRIB y BUFR. Para verificar que un archivo BUFR de wis2box es válido, bufr_dump o bufr_ls suelen ser las opciones más sencillas; AWIPS es mucho más pesado para ese propósito.

Herramientas de ecCodes.

- Desarrollado por el ECMWF.
- Decodifica y codifica los formatos BUFR y GRIB.
- Admite API de línea de comandos y de Python.
- Herramientas comunes: bufr_dump, grib_dump, grib_ls.

bufr_dump (JSON or flat dump of the BUFR content)

bufr_filter (a simple filter to modify and print values)

bufr_compare (to compare two BUFR files)

bufr_copy (selective copy of BUFR messages)

bufr_get (get values from a BUFR file)

bufr_set (set values in a BUFR file)

bufr_ls (list the content of the header of BUFR messages in a file)

Comparativa de herramientas para WIS2.

- Para el trabajo con WIS2, puede ser útil pensar las herramientas de esta manera:

For your WIS2 work, it may help to think of them this way:

Tool	GRIB	BUFR	Primary Purpose
Metview	Yes	Yes	Inspect, decode, analyze, visualize meteorological data
AWIPS	Yes	Yes	Operational forecasting, data ingest, display, warning generation
ecCodes	Yes	Yes	Core encoding/decoding library used by many applications, including Metview

Herramientas de conversión de datos.

- **synop2bufr** convierte boletines SYNOP FM-12 a BUFR.
- **csv2bufr** convierte datos CSV a BUFR.
- Permiten la migración desde formatos heredados.
- Integradas en los flujos de trabajo de wis2box.

The screenshot shows the 'WIS2 in a box' web interface. On the left is a sidebar with navigation links: Home, SYNOP Form, Upload file, Dataset Editor, Stations, and Monitoring. The main content area is titled 'Submit FM 12-XIV Ext. SYNOP Bulletin'. It includes a link to the WMO Manual on Codes, Volume I.1. There is a date input field set to '06/2026' with a label 'Month and year in UTC'. Below this is a large text area containing 'FM 12'. Further down is a 'Raw FM 12 bulletin' section with a 'Dataset Identifier' dropdown menu. At the bottom, there is a text input field for a 'wis2box auth token for \'processes/wis2box\'' and a 'SUBMIT' button. A checkbox for 'Publish on WIS2' is also present.

```
SMTD31 TTPP 171800
AAXX 17184
45678 11565 71008 10315 20243 30086 40111 69901 78062 83272
333 10322 20245 59019 83820 87360 90914=
```

SECCIÓN 04

Flujo operativo y buenas prácticas.

De la notificación WIS2 al dato decodificado, y recomendaciones para producción.

Flujo de trabajo operativo.

- Recibir los datos desde la suscripción WIS2.
- Validar los metadatos y encabezados.
- Decodificar la carga binaria (payload).
- Extraer las variables meteorológicas.
- Almacenar o visualizar la información decodificada.

Buenas prácticas.

- Utilizar las herramientas oficiales de la OMM y el ECMWF.
- Validar los mensajes binarios antes de procesarlos.
- Mantener actualizadas las tablas de descriptores.
- Automatizar los canales de decodificación.
- Monitorear continuamente los canales operativos de WIS2.

Resumen.

- Los formatos binarios de la OMM son esenciales para el intercambio meteorológico moderno.
- BUFR y GRIB son los formatos centrales en WIS2.
- ecCodes simplifica los flujos de trabajo de decodificación operativa.
- Visite el sitio de la OMM: manuales de códigos, librerías, etc.

Gracias.

Preguntas, contribuciones y comentarios son bienvenidos.

RECURSOS

community.wmo.int/en/wis2 · WMO Manual on Codes (WMO-No. 306)

Alberto Helguera

Secretaría de la OMM · Sección WIS · Departamento ESDP