

	<b>MANUAL TÉCNICO</b>	<b>Código</b>	MT-DRD-002
	<b>CONTROL DE CALIDAD DE DATOS DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLOGICAS AUTOMATICAS EN EL CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS DEL SENAMHI</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Página</b>	1 de 27



# CONTROL DE CALIDAD DE DATOS DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLOGICAS AUTOMÁTICAS EN EL CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS DEL SENAMHI

**Manual Técnico: MT-DRD-002**

**Versión: 01**

**SUBDIRECCIÓN DE GESTIÓN DE DATOS  
DIRECCIÓN DE REDES DE OBSERVACIÓN Y DATOS**

**MANUAL TÉCNICO****Código**

MT-DRD-002

**CONTROL DE CALIDAD DE DATOS DE ESTACIONES  
METEOROLÓGICAS E HIDROLOGICAS AUTOMATICAS  
EN EL CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS DEL  
SENAMHI****Versión**

01

**Página**

2 de 27

<b>Elaborado por:</b>  Luis Vera Hernández Director de Sistema Administrativo II Subdirección de Gestión de Datos  Esequiel Villegas Paredes Especialista en Meteorología Subdirección de Gestión de Datos  Clara Oria Rojas Subdirectora Subdirección de Gestión de Datos  Fernando Arboleda Orozco Director Director de Redes de Observación y Datos <b>Dueño del Proceso</b>	<b>Firma:</b>
<b>Revisado por:</b>  Sonia Huamán Lozano Directora Unidad de Modernización y Gestión de la Calidad	<b>Firma:</b>
<b>Aprobado por:</b>  José Percy Barrón López Gerente General Gerencia General  Ken Takahashi Guevara Presidente Ejecutivo Presidencia Ejecutiva	<b>Firma:</b>

	<b>MANUAL TÉCNICO</b>	<b>Código</b>	MT-DRD-002
	<b>CONTROL DE CALIDAD DE DATOS DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLOGICAS AUTOMATICAS EN EL CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS DEL SENAMHI</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Página</b>	3 de 27

## INDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	4
2.	OBJETO.....	5
3.	ALCANCE.....	5
4.	BASE LEGAL.....	5
5.	DEFINICIONES Y SIGLAS.....	5
6.	DESARROLLO.....	6
6.1	Características del Control de Calidad en el Senamhi.....	7
6.2	Codificación de variables, categorías y reglas.....	8
6.2.1	Variables, nomenclatura y unidades.....	8
6.2.2	Sistema de codificación de banderines/marcas (flags).....	8
6.3	Descripción de los Controles de calidad para Temperatura del aire, Humedad relativa, Precipitación y Nivel de agua.....	8
6.3.1	Nivel I: Control de calidad automático.....	8
6.3.2	Nivel II: Control de calidad manual.....	10
6.4	Descripción detallada del Control de Calidad de Datos.....	11
6.4.1	Validación por límites.....	11
6.4.2	Validación por consistencia temporal.....	15
7.	TABLA HISTÓRICA DE CAMBIOS.....	23
8.	ANEXOS.....	24

	<b>MANUAL TÉCNICO</b>	<b>Código</b>	MT-DRD-002
	<b>CONTROL DE CALIDAD DE DATOS DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLOGICAS AUTOMATICAS EN EL CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS DEL SENAMHI</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Página</b>	4 de 27

## 1. INTRODUCCIÓN

Para la prestación de servicios climáticos de cualquier tipo a la sociedad, se requiere la disponibilidad de datos socioeconómicos, biológicos y complementarios, y los datos medioambientales, dentro de los cuales los datos meteorológicos, hidrológicos y climáticos son fundamentales para integrarse con eficacia en el desarrollo y oferta de buenos y apropiados servicios de información a los usuarios y a la comunidad para la toma de decisiones a todo nivel.

La Dirección de Redes de Observación y Datos (DRD) del Senamhi, a través de la Subdirección de Gestión de Datos (SGD) tiene como función principal administrar toda la información meteorológica, hidrológica, agrometeorológica y ambiental atmosférica generada por la red observacional a nivel nacional, la cual constituye la materia prima de los diversos productos y servicios que brinda el Senamhi a la comunidad, que además pasa a ser parte del patrimonio institucional, nacional y mundial.

En la medida que los datos que genera la red observacional deben organizarse en una base de datos que los almacene, agilice la catalogación y la elaboración de inventarios para facilitar el procesamiento de los datos y las consultas y peticiones, y que sobre todo se constituyan en una base de datos confiables y de calidad, es imprescindible que sean sometidos a controles de calidad que permitan detectar los datos no conformes o erróneos que podrían ser originados por problemas en las fuentes de su generación, perturbaciones o durante el proceso de transmisión y recepción de los mismos.

El control de calidad para los datos de las estaciones meteorológicas e hidrológicas automáticas debe seguir un proceso de evaluación y verificación mediante una serie de pruebas comparativas, estadísticas y otras, que permiten detectar, depurar, aislar datos inconsistentes, y cuando sea posible restituir los valores correctos de aquellos datos defectuosos. Para ello, el instrumento de gestión orientado a dar confiabilidad a estos datos es el **Manual Técnico de Control de Calidad de Datos de estaciones meteorológicas e hidrológicas automáticas en el centro de procesamiento de datos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú**, el mismo que contribuye para contar con una base de datos confiable, con la debida calidad y la oportunidad requerida.

	<b>MANUAL TÉCNICO</b>	<b>Código</b>	MT-DRD-002
	<b>CONTROL DE CALIDAD DE DATOS DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLOGICAS AUTOMATICAS EN EL CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS DEL SENAMHI</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Página</b>	5 de 27

## 2. OBJETIVO

Establecer y determinar la metodología para el control de calidad que se aplica a los datos meteorológicos e hidrológicos provenientes de las estaciones automáticas, a partir de su ingreso en el centro de procesamiento de datos del Senamhi, a fin de contar con datos oportunos y de buena calidad en la base de datos institucional.

## 3. ALCANCE

El ámbito de aplicación del presente manual es de uso obligatorio para toda acción relacionada al control de calidad de datos en el centro de procesamiento de datos del Senamhi provenientes de las estaciones meteorológicas e hidrológicas automáticas a nivel nacional. Para el presente manual, las variables consideradas son: Temperatura del aire, humedad relativa, precipitación y nivel de agua.

## 4 BASE LEGAL

4.1 Ley N° 24031, Ley del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - Senamhi, y su modificatoria.

4.2 Decreto Supremo N° 003-2016-MINAM, que aprueba el Reglamento de Organizaciones y Funciones del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - Senamhi.

## 5. DEFINICIONES Y SIGLAS

- 5.1. OMM : Organización Meteorológica Mundial.
- 5.2. Senamhi : Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.
- 5.3. EMA : Estación meteorológica automática.
- 5.4. EHA : Estación hidrológica automática.
- 5.5. Control de calidad en tiempo real : Consiste en el examen de los datos en el centro de procesamiento de datos con el fin de detectar errores en forma automática.
- 5.6. Control de calidad en tiempo diferido : Consiste en el examen de los datos en el centro de procesamiento de datos con el fin de evaluar las inconsistencias en forma manual, detectadas en el proceso automático

	<b>MANUAL TÉCNICO</b>	<b>Código</b>	MT-DRD-002
	<b>CONTROL DE CALIDAD DE DATOS DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLOGICAS AUTOMATICAS EN EL CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS DEL SENAMHI</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Página</b>	6 de 27

## 6. DESARROLLO

La OMM como entidad mundial especializada ha desarrollado documentos que dan lineamientos para la organización de los sistemas de observación, telecomunicación y procesamiento de datos en los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales, como los que se listan a continuación, los mismos que son referencias importantes para el presente procedimiento:

- ✓ Manual del Sistema Mundial de Observación, Volumen I - Aspectos mundiales (Anexo V del Reglamento Técnico de la OMM), Parte V. (OMM-Nº 544), 2015.
- ✓ Manual del Sistema Mundial de Procesamiento de Datos y de Predicción. Volumen I - Aspectos mundiales (Anexo IV del Reglamento Técnico de la OMM), Parte II. (OMM-Nº 485), Edic. 2010, Actualización 2019.
- ✓ Manual del Sistema Mundial de Telecomunicación, Volumen I, Aspectos mundiales. Anexo II al Reglamento Técnico de la OMM. (OMM-Nº 386), Edic. 2009.
- ✓ Guía del Sistema Mundial de Observación, Parte VI Control de Calidad de Datos (OMM-Nº 488 3a edición 2017).
- ✓ Guía del Sistema Mundial de Proceso de Datos, Partes III, VI y VII (OMM-Nº 305), Edición 1993, Suplementos 1999, 2000, 2001.
- ✓ Guía de Prácticas Climatológicas, (OMM-Nº 100), 2018.
- ✓ Guía de Prácticas Hidrológicas (OMM Nº 168).

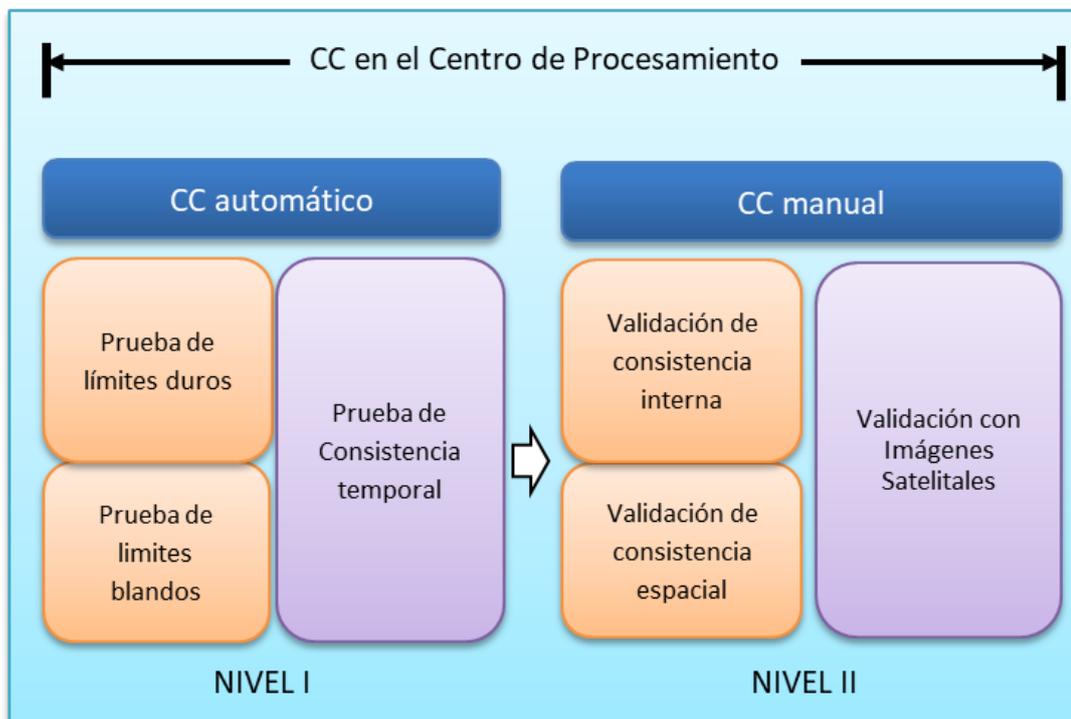
	<b>MANUAL TÉCNICO</b>	<b>Código</b>	MT-DRD-002
	<b>CONTROL DE CALIDAD DE DATOS DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLOGICAS AUTOMATICAS EN EL CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS DEL SENAMHI</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Página</b>	7 de 27

### 6.1 Características del Control de Calidad en el Senamhi

Según la Organización Meteorológica Mundial (OMM), “El control de calidad de los datos es el componente más conocido de los sistemas de gestión de calidad. Consiste en el examen de los datos en estaciones y en centros de datos con el fin de detectar errores. El control de calidad de los datos se debe aplicar como control de calidad en tiempo real en la estación meteorológica automática (EMA) y en el centro de proceso de datos. Además, se debe efectuar en tiempo casi real y en diferido en el centro de proceso de datos”. (OMM N° 488, 2017).

En el centro de procesamiento de datos del Senamhi, el control de calidad de datos de las estaciones meteorológicas e hidrológicas automáticas se realiza en dos niveles, como se muestra en la siguiente figura:

**Figura N° 1:**  
Flujograma de los procesos de Control de Calidad (CC) de los datos meteorológicos e hidrológicos de estaciones automáticas en el centro de procesamiento de datos del Senamhi.



	<b>MANUAL TÉCNICO</b>	<b>Código</b>	MT-DRD-002
	<b>CONTROL DE CALIDAD DE DATOS DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLOGICAS AUTOMATICAS EN EL CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS DEL SENAMHI</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Página</b>	8 de 27

## 6.2 Codificación de variables, categorías y reglas

### 6.2.1 Variables, nomenclatura y unidades

Las variables consideradas son: la Temperatura del aire en su variante Temperatura del aire horaria, la Humedad Relativa horaria, la Precipitación pluvial acumulada horaria y Nivel horario (de cuerpos de agua), a las que para simplificar se les denominará Temperatura horaria, Humedad Relativa horaria, Precipitación acumulada horaria y Nivel de agua horario.

VARIABLE	NOMENCLATURA	UNIDAD
Temperatura del aire horaria	$T_h$	°C
Humedad Relativa horaria	$HR_h$	%
Precipitación acumulada horaria	$P_h$	mm/h
Precipitación acumulada en 24 horas	$PT_h$	mm/24h
Nivel de agua horario	$Niv_h$	m

### 6.2.2 Sistema de codificación de banderines/marcas (flags)

Se consideran cinco (5) banderines/marcas (flags) que indican que los datos han sido controlados automáticamente y calificados, o no; dichos banderines/marcas son:

Banderín (Flag)	Calificación	Descripción
<b>C</b>	Conforme	El dato cumple todas las reglas consideradas.
<b>D</b>	Dudoso	El dato no cumple una o varias de las reglas consideradas.
<b>M</b>	Malo	El dato está fuera de los límites duros establecidos.
<b>ND</b>	No dato	Dato faltante.
<b>SC</b>	Sin Control	Dato que no ha sido sometido a ningún control de calidad.

## 6.3 Descripción de los Controles de calidad para Temperatura del aire, Humedad relativa, Precipitación y Nivel de agua

El control de calidad se organiza en dos niveles (I y II).

### 6.3.1 Nivel I: Control de calidad automático

Es un primer nivel de comprobaciones para identificar los registros de las variables meteorológicas e hidrológicas con valores dudosos respecto a límites físicos y climatológicos, así como posibles inconsistencias internas y otras de orden espacial. Se ejecutan en forma automática y masivamente a los datos mediante una serie de pruebas estadísticas y otras. Esta fase del proceso de control de calidad se realiza en tiempo real. El dato que durante el proceso de control pase todas las pruebas

	<b>MANUAL TÉCNICO</b>	<b>Código</b>	MT-DRD-002
	<b>CONTROL DE CALIDAD DE DATOS DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLOGICAS AUTOMATICAS EN EL CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS DEL SENAMHI</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Página</b>	9 de 27

(todos los banderines sean conforme) será catalogado como **conforme**. Por el contrario, basta que el dato no cumpla con una de las pruebas, **será** considerado como **dudoso**, de modo que pase al siguiente Nivel II para su evaluación correspondiente.

#### 6.3.1.1 Límites duros

- a. **Prueba de Límites duros.** Estos controles aseguran que no existan valores considerados físicamente imposibles. Los límites propuestos son fijos para cada variable durante todo el periodo de datos y corresponden a los límites a nivel de la Zona de Sudamérica o global.

#### 6.3.1.2 Límites blandos

- a. **Prueba de Límites específicos por estación (de observación).** Los controles son de acuerdo a las estadísticas de las estaciones de observación y son controles más finos que las pruebas de límites específicos sub-nacionales y nacionales. Los datos que pasan esta prueba son marcados como conformes, los que no pasan la prueba son marcados como dudosos.
- b. **Prueba de Límites específicos sub-nacionales (por demarcación y organización territorial, cuenca, zona geográfica).** Son controles conceptualmente similares a los anteriores que aseguran que no existan valores improbables según las condiciones que corresponden a una escala geográfica sub-nacional, que pueden ser regiones territoriales, cuencas, departamentos, provincia, con características climáticas muy similares (ver Anexo I). Los datos que pasan esta prueba son marcados como conformes, los que no pasan la prueba son marcados como dudosos.
- c. **Prueba de Límites nacionales.** Son controles que aseguran que no existan valores muy improbables según las condiciones atmosféricas e hidrológicas a nivel del territorio del Perú. Los datos que pasan esta prueba son marcados como conformes los que no pasan la prueba son marcados como dudosos.

	<b>MANUAL TÉCNICO</b>	<b>Código</b>	MT-DRD-002
	<b>CONTROL DE CALIDAD DE DATOS DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLOGICAS AUTOMATICAS EN EL CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS DEL SENAMHI</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Página</b>	10 de 27

### 6.3.1.3 Prueba de Consistencia temporal

Verifica las variaciones en los datos en el tiempo (detección de cambios bruscos o saltos no realistas en los valores) y detectan la presencia de saltos o picos inusuales en las series de datos recientes. Dentro de esta prueba se encuentran dos subcategorías:

- a. **Prueba de Paso:** Establece un límite de comprobación de la variación máxima permitida de un valor instantáneo.
- b. **Prueba de persistencia:** Establece límites para detectar si en los datos consecutivos ocurre repetición o muy baja variabilidad.

### 6.3.2 Nivel II: Control de calidad manual

Es el segundo nivel del control de calidad (no automático) con intervención de un especialista (analista) que se aplica a los datos marcados como “Dudosos” provenientes del Nivel I, con el fin de comprobar y validar la integridad de los datos. Se incluyen comprobaciones adicionales respecto a límites físicos y climatológicos, comprobaciones de compatibilidad temporal para un período de medición más amplio, la compatibilidad interna de los datos y comprobaciones de consistencia espacial, es decir, consistencia respecto a otras estaciones automáticas cercanas y relativamente semejantes meteorológicamente, y con la ayuda de imágenes satelitales. Esta fase del proceso de control de calidad se realiza en tiempo diferido.

#### 6.3.2.1 Validación de Consistencia interna

La validación en este control es una comprobación de la compatibilidad interna de los datos, es decir, dentro de los datos de la misma estación y se realiza llevando a cabo una inspección visual sobre los datos objeto de análisis, representando gráficamente la evolución temporal de la variable u otras de la misma estación y en varios niveles de agregación temporal según convenga, a fin de determinar si un dato Dudosos es válido o no válido, para que luego sea marcado como corresponde.

#### 6.3.2.2 Validación de Consistencia espacial

En este paso se realizará la comparación de los datos de la estación automática versus otras estaciones cercanas o relativamente cercanas y con condiciones geográficas, fisiográficas y climáticas similares y consecuentemente con cierta coherencia en el comportamiento meteorológico o hidrológico.

	<b>MANUAL TÉCNICO</b>	<b>Código</b>	MT-DRD-002
	<b>CONTROL DE CALIDAD DE DATOS DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLOGICAS AUTOMATICAS EN EL CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS DEL SENAMHI</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Página</b>	11 de 27

### 6.3.2.3 Validación con Imágenes satelitales

Si las comprobaciones anteriores no son determinantes, se recurrirá a imágenes satelitales correspondientes a las horas cercanas a la fecha del dato de interés, como herramientas de apoyo para la determinación del estado final del dato observado.

## 6.4 Descripción detallada del Control de Calidad de Datos

Los detalles en qué consisten los dos niveles (I y II) en los cuales el control de calidad se organiza son los siguientes:

### 6.4.1 Validación por límites

#### 6.4.1.1 Pruebas de límites duros

- a. Los datos de la **Temperatura del aire horaria** deben ser mayores o iguales a  $-40.0\text{ }^{\circ}\text{C}$  y menores o iguales a  $60.0\text{ }^{\circ}\text{C}$  (OMM N° 305, 1993, Suplemento Cap. 6, 2001).
- b. La **Humedad relativa horaria** debe ser menor o igual a 100 % y mayor o igual a 0 % (OMM N° 488, 2010-2017).
- c. La **Precipitación acumulada horaria** debe ser menor o igual a 401.0 mm/h y mayor o igual a 0.0 mm/h (Galmarini, 2004): asimismo, la suma de los datos horarios de precipitación acumulada de las 24 horas precedentes debe ser menor o igual a 508.0 mm/24h (Shafer et al., 2000) y mayor o igual a 0.0 mm/24h. En caso de que dicha suma de datos de precipitación exceda el umbral máximo, los datos horarios correspondientes tampoco pasarán la prueba.
- d. El **Nivel de agua horaria** debe ser menor o igual a 35.0 m y mayor o igual a 0.0 m.

En estas pruebas, los datos que **cumplan** los límites son marcados como **Conformes** y los que **no cumplan** son marcados como **Malos**.

	<b>MANUAL TÉCNICO</b>	<b>Código</b>	MT-DRD-002
	<b>CONTROL DE CALIDAD DE DATOS DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLOGICAS AUTOMATICAS EN EL CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS DEL SENAMHI</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Página</b>	12 de 27

<b>CONDICIONES:</b>	
$- 40.0\text{ °C} \leq T_h \leq 60.0\text{ °C}$	<b>Subregla 1</b>
$0\% \leq HR_h \leq 100\%$	<b>Subregla 2</b>
$0.0\text{ mm} \leq P_h \leq 401.0\text{ mm/h}$	<b>Subregla 3a</b>
$0.0\text{ mm} \leq \sum_1^{24} PT_h \leq 508.0\text{ mm/24h}$	<b>Subregla 3b</b>
$0.0 \leq Niv_h \leq 35.0\text{ m}$	<b>Subregla 4</b>
El dato que <b>cumpla</b> la condición respectiva será marcado con el banderín “C”.	
El dato que <b>no cumpla</b> la condición respectiva será marcado el banderín “M”.	

#### 6.4.1.2 Pruebas de Límites blandos

##### a. Validación por Límites específicos por estación de observación (Nivel estación)

En este caso se consideran dos límites establecidos para cada estación y para cada hora del día, de manera separada, de acuerdo a la metodología de cálculo de umbrales (Estimación de Umbrales de temperatura del aire, humedad relativa, precipitación y nivel de agua en estaciones automáticas, Senamhi, 2019).

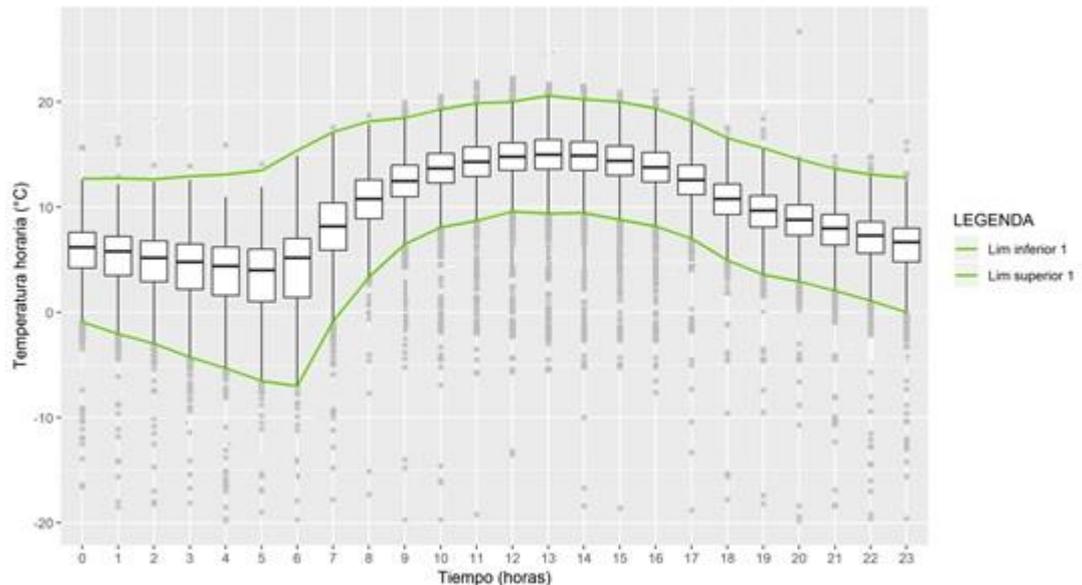
- $L_{sup1}$ : Límite superior
- $L_{inf1}$ : Límite inferior

<b>CONDICIONES:</b>		
<i>Si <math>L_{inf1} \leq T_h \leq L_{sup1} \rightarrow</math> "C"</i>	<i>De lo contrario <math>\rightarrow</math> "D"</i>	<b>Subregla 5</b>
<i>Si <math>L_{inf1} \leq HR_h \leq L_{sup1} \rightarrow</math> "C"</i>	<i>De lo contrario <math>\rightarrow</math> "D"</i>	<b>Subregla 6</b>
<i>Si <math>P_h \leq L_{sup1} \rightarrow</math> "C"</i>	<i>De lo contrario <math>\rightarrow</math> "D"</i>	<b>Subregla 7</b>
<i>Si <math>Niv_h \leq L_{sup1} \rightarrow</math> "C"</i>	<i>De lo contrario <math>\rightarrow</math> "D"</i>	<b>Subregla 8</b>

	<b>MANUAL TÉCNICO</b>	<b>Código</b>	MT-DRD-002
	<b>CONTROL DE CALIDAD DE DATOS DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLOGICAS AUTOMATICAS EN EL CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS DEL SENAMHI</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Página</b>	13 de 27

Ejemplo:

**Figura:** Límite máximo y mínimo horarios de la Temperatura del aire de la Estación Puente Carretera – Puno



Fuente: Elaboración propia

**b. Validar por Límites específicos sub-nacionales: Sectores geográficos (Nivel sectorial)**

Para esta prueba, los límites se establecen de acuerdo a una desagregación por sectores geográficos climáticamente homogéneos (ver Anexo I) para los cuales se establecen límites específicos (umbrales) para las diferentes variables.

Los límites específicos son el resultado del proceso de tabulación de los datos horarios (h) contenidos en la base de datos para cada variable, para cada uno de estos sectores (sect-n) y para cada mes del año. A estos límites o umbrales se les denomina: “L<sub>sup\_sect-n</sub>” como un límite superior y “L<sub>inf\_sect-n</sub>” como un límite inferior, lo cual establece, para cada variable (T, HR, P, Niv), el rango dentro del cual los datos son aceptados como **Conformes**, y fuera del cual los datos se consideran como **No Conforme o Dudosos**.

<b>MANUAL TÉCNICO</b>	<b>Código</b>	MT-DRD-002
	<b>Versión</b>	01
	<b>Página</b>	14 de 27

**CONDICIONES:**

$$L_{\text{inf\_sect-n\_T}} \leq T_h \leq L_{\text{sup\_sect-n\_T}} \text{ } ^\circ\text{C} \quad \text{Subregla 9}$$

$$L_{\text{infup\_sect-n\_HR}} \% \leq HR_h \leq L_{\text{sup\_sect-n\_HR}} \% \quad \text{Subregla 10}$$

$$0.0 \text{ mm} \leq P_h \leq L_{\text{sup\_sect-n\_P}} \text{ mm/h} \quad \text{Subregla 11}$$

$$0.0 \leq Niv_h \leq L_{\text{sup\_sect-n\_Niv}} \text{ m} \quad \text{Subregla 12}$$

El dato que **cumpla** la condición respectiva será marcado con el banderín “C”.  
El dato que **no cumpla** la condición será marcado con el banderín “D”.

**c. Prueba de Límites nacionales (Nivel nacional)**

En esta prueba se establecen límites específicos (umbrales) correspondientes a las condiciones atmosféricas e hidrológicas en el territorio del Perú y son el resultado del proceso de tabulación de los datos contenidos en la base de datos para cada variable, de todas las estaciones de observación a nivel nacional para cada mes del año. A estos límites o umbrales se les denomina: “Lsup\_nacional” como un límite superior nacional y “Linf\_nacional” como un límite inferior nacional, lo cual establece el rango dentro del cual los datos son aceptados como **Conformes**, y fuera del mismo se consideran como **No Conforme o Dudosos**.

**CONDICIONES:**

$$- 32.0 \text{ } ^\circ\text{C} \leq T_h \leq 45.0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \text{Subregla 13}$$

$$5 \% \leq HR_h \leq 100 \% \quad \text{Subregla 14}$$

$$0.0 \text{ mm/h} \leq P_h \leq 85.0 \text{ mm/h} \quad \text{Subregla 15a}$$

$$0.0 \text{ mm} \leq \sum_1^{24} PT_h \leq 372.0 \text{ mm/24h} \quad \text{Subregla 15b}$$

$$0.0 \text{ m} \leq Niv_h \leq 25.0 \text{ m} \quad \text{Subregla 16}$$

El dato que **cumpla** la condición respectiva será marcado con el banderín “C”.  
El dato que **no cumpla** la condición será marcado con el banderín “D”.

	<b>MANUAL TÉCNICO</b>	<b>Código</b>	MT-DRD-002
	<b>CONTROL DE CALIDAD DE DATOS DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLOGICAS AUTOMATICAS EN EL CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS DEL SENAMHI</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Página</b>	15 de 27

## 6.4.2 Validación por consistencia temporal

### 6.4.2.1 Prueba de Paso

- a. La diferencia entre dos datos próximos de temperatura del aire horaria no debe exceder de un límite preestablecido (OMM-N° 305, 1993, Suplemento Cap. 6, 2001).

#### CONDICIONES:

$$\text{Si } |T_h - T_{h-1}| \leq 4.0^\circ\text{C} \quad \text{Subregla 17a}$$

$$\text{Si } |T_h - T_{h-2}| \leq 7.0^\circ\text{C} \quad \text{Subregla 17b}$$

$$\text{Si } |T_h - T_{h-3}| \leq 9.0^\circ\text{C} \quad \text{Subregla 17c}$$

$$\text{Si } |T_h - T_{h-6}| \leq 15.0^\circ\text{C} \quad \text{Subregla 17d}$$

$$\text{Si } |T_h - T_{h-12}| \leq 25.0^\circ\text{C} \quad \text{Subregla 17e}$$

El dato ( $T_h$ ) que **cumpla** la condición respectiva será marcado con el banderín "C" para esta prueba.

El dato ( $T_h$ ) que **no cumplan** la condición serán marcados con el banderín "D".

Donde: h = hora del dato

n = cualquiera de las horas previas a la hora del dato objeto de control

- b. La diferencia entre dos datos consecutivos de **Humedad relativa horaria** no debe exceder de un límite preestablecido. (Extrapolado de Zahumensky, 2004 para datos de periodos semihorarios y mencionado por J. Esteves, 2008).

#### CONDICIONES:

$$\text{Si } |HR_h - HR_{h-1}| \leq 45 \% \quad \text{Subregla 18}$$

El dato que **cumpla** la condición respectiva será marcado con el banderín "C".

El dato  $HR_h$  que **no cumplan** la condición serán marcados con el banderín "D".

Donde: h = hora del dato

- c. Para la Precipitación acumulada horaria no se presentan pruebas de paso.
- d. Para el Nivel de agua horario no se presentan pruebas de paso.

### 6.4.2.2 Prueba de Persistencia

- a. Para los datos de **Temperatura del aire horaria** y **Humedad relativa horaria**, si el dato horario tiene el mismo valor que los datos registrados en las tres horas anteriores consecutivas, de las cuales máximo uno de estos tres datos puede faltar, se marcará el dato que está siendo evaluado como dudoso (Adaptado de Meek y Hatfield, 1994).

	<b>MANUAL TÉCNICO</b>	<b>Código</b>	MT-DRD-002
	<b>CONTROL DE CALIDAD DE DATOS DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLOGICAS AUTOMATICAS EN EL CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS DEL SENAMHI</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Página</b>	16 de 27

VARIABLE	CONDICIÓN
<b>Temperatura del aire (<math>T_h</math>)</b>  <b>Subregla 19</b>	<p style="text-align: center;"><i>Si <math>T_h \neq T_{h-1} \neq T_{h-2} \neq T_{h-3}</math>; ➔ "C"</i></p> <p style="text-align: center;">De lo contrario</p> <p style="text-align: center;"><i>Si <math>T_h = T_{h-1} = T_{h-2} = T_{h-3}</math></i></p> <p style="text-align: center;"><i><math>T_h</math> ➔ "D"</i></p>
<b>Humedad Relativa (<math>HR_h</math>)</b>  <b>Subregla 20</b>	<p style="text-align: center;"><i>Si, <math>HR_h &lt; 100\%</math>,</i></p> <p style="text-align: center;"><i>y <math>HR_h \neq HR_{h-1} \neq HR_{h-2} \neq HR_{h-3}</math>; ➔ "C"</i></p> <p style="text-align: center;">De lo contrario</p> <p style="text-align: center;"><i><math>HR_h = HR_{h-1} = HR_{h-2} = HR_{h-3}</math></i></p> <p style="text-align: center;"><i><math>HR_h</math> ➔ "D"</i></p>
Donde: h = hora del dato	

- b. Coherencia del valor de un dato de **Temperatura del aire horaria** con respecto a los valores de los datos horarios precedentes (Adaptado de UNE 500540, 2004).

<p><b>CONDICIÓN:</b></p> $\mu_1 - 3\sigma_1 \leq T_h \leq \mu_1 + 3\sigma_1 \quad \text{Subregla 21}$ <p>Donde:</p> <p><math>\mu_1</math> = Promedio de los 5 registros horarios precedentes a la hora</p> <p><math>\sigma_1</math> = Desviación típica de los 5 registros horarios precedentes a la hora</p> <p>El dato que <b>cumpla</b> la condición respectiva será marcado con el banderín <b>"C"</b>.</p> <p>El dato que <b>no cumpla</b> la condición será marcado con el banderín <b>"D"</b>.</p>
---

- c. Coherencia del valor de un dato de **Humedad relativa horaria** con respecto a los valores de los datos horarios precedentes (Adaptado de UNE 500540, 2004).

<p><b>CONDICIÓN:</b></p> $\mu_1 - 3\sigma_1 \leq HR_h \leq \mu_1 + 3\sigma_1 \quad \text{Subregla 22}$ <p>Donde:</p> <p><math>\mu_1</math> = Promedio de los 5 registros horarios precedentes a la hora</p> <p><math>\sigma_1</math> = Desviación típica de los 5 registros horarios precedentes a la hora</p> <p>El dato que <b>cumpla</b> la condición respectiva será marcado con el banderín <b>"C"</b>.</p>
--

	<b>MANUAL TÉCNICO</b>	<b>Código</b>	MT-DRD-002
	<b>CONTROL DE CALIDAD DE DATOS DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLOGICAS AUTOMATICAS EN EL CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS DEL SENAMHI</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Página</b>	17 de 27

El dato que **no cumpla** la condición será marcado con el banderín “D”.

- d. La diferencia entre dos datos de Nivel horario consecutivos no debe exceder del valor de tres (3) veces la desviación estándar de los datos horarios de las 24 horas precedentes (IOOS, 2016).

**CONDICION:**

$$\text{Si } |Niv_h - Niv_{h-1}| \leq 3 \sigma_{24} \quad \text{Subregla 23}$$

Donde:

$\sigma_{24}$  = desviación estándar de los datos horarios de las 24 horas precedentes

El dato que **cumpla** la condición respectiva será marcado con el banderín “C”.

El dato  $Niv_h$  que **no cumpla** la condición será marcado con el banderín “D”.

- e. Para la Precipitación acumulada horaria no se contemplan pruebas de Consistencia temporal.

#### 6.4.2.3 Validación de Consistencia interna

Esta regla está en el segundo nivel de la validación (manual) y se ejecuta por personal especializado quien realiza análisis caso por caso de los datos considerados inconsistentes para todas las variables en análisis y de acuerdo a la casuística, considerando los siguientes pasos:

- a. Análisis visual de tablas y gráficos del grupo de variables disponibles por estación en el sistema, dentro de las cuales el especialista selecciona aquellas variables que guarden relación física con la variable del dato que presenta inconsistencia,
- b. Se verifica el dato inconsistente de la variable observada, comparándolo con los datos recibidos de las últimas 24 horas o un rango de tiempo conveniente de acuerdo a la necesidad del análisis. Esta comparación se puede realizar a través de tablas o de gráficas, lo que permite determinar si sus valores y variaciones están dentro de los rangos climáticos respectivos o fuera de ellos. El especialista, según las características del caso, puede recurrir a comparar la variable observada versus otra/s variable/s que en forma directa o indirecta se relacione/n,

	<b>MANUAL TÉCNICO</b>	<b>Código</b>	MT-DRD-002
	<b>CONTROL DE CALIDAD DE DATOS DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLOGICAS AUTOMATICAS EN EL CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS DEL SENAMHI</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Página</b>	18 de 27

por ejemplo, temperatura versus la humedad relativa, precipitación versus humedad relativa o precipitación versus temperatura, entre otros.

Cabe resaltar que el especialista en esta fase puede considerar que el dato objeto de análisis puede ya ser considerado conforme y concluir con el análisis o seguir siendo dudoso.

#### **6.4.2.4 Validación de Consistencia espacial**

Esta validación detecta inconsistencias o permite el análisis de datos dudosos que provienen de las pruebas de control de calidad automático, cuando al comparar los datos registrados en la estación objeto de control de calidad con los datos registrados en una estación geográficamente vecina, considerando que ambas estaciones son climáticamente semejantes. Dos o más estaciones climatológicamente semejantes entre ellas son aquellas que presentan similitud en el comportamiento espacial y temporal entre sus variables.

Cabe resaltar que el especialista en esta fase puede considerar que el dato objeto de análisis puede ya ser considerado conforme y concluir con el análisis o seguir siendo dudoso.

#### **6.4.2.5 Validación de Imágenes Satelitales**

Las imágenes satelitales constituyen una valiosa fuente de información para el análisis de los datos atmosféricos y también de datos de la superficie terrestre. En particular, las imágenes obtenidas de los satélites meteorológicos se registran y se presentan en forma secuencial en períodos específicos de tiempo. En el Senamhi se dispone de secuencias de imágenes satelitales tomadas por el GOES-R cada 15 minutos en diferentes canales espectrales, entre ellas podemos resaltar los canales infrarrojos, vapor y visible.

A través de una herramienta que administra las imágenes satelitales en los diferentes canales espectrales, el especialista podrá recurrir a visualizar dichas imágenes y analizar las condiciones y los eventos meteorológicos que predominaron u ocurrieron en el periodo de análisis del valor de la variable objeto de análisis y tomar una decisión para calificar al dato como conforme o seguir siendo dudoso.

El especialista, primero, ubicará geográficamente en el mapa el punto de ubicación de la estación desde donde proviene el dato objeto de análisis y luego escogerá, según el caso, el pertinente canal espectral de la imagen

	<b>MANUAL TÉCNICO</b>	<b>Código</b>	MT-DRD-002
	<b>CONTROL DE CALIDAD DE DATOS DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLOGICAS AUTOMATICAS EN EL CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS DEL SENAMHI</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Página</b>	19 de 27

(Canal que corresponda y otros según requiera) y podrá visualizar una serie de secuencias de las imágenes satelitales tomadas cada 15 minutos de las últimas 4 horas (loop) que le permitirá consolidar el/ los criterio/s para la toma de decisión en la calificación del valor objeto de análisis, marcando como conforme o seguir siendo dudoso.

Los canales y productos incluidos para el análisis son:

***Canal 1 - Visible “Azul”***

Se pueden identificar principalmente las nubes y algunas características de la superficie.

***Canal 7 - Infrarrojo de “Onda corta”***

Considerando la imagen en el periodo diurno, se pueden identificar las nubes altas o convectivas de color blanco.

***Canal 8 - Vapor de agua “niveles altos”***

Se pueden identificar sectores secos y húmedos en la tropósfera alta. Se pueden identificar las nubes altas y convectivas. Se pueden identificar sistemas meteorológicos en altura y perturbaciones en altura, tales como turbulencia.

***Canal 10 - Vapor de agua “niveles bajos”***

Se pueden identificar sectores secos y húmedos en la tropósfera media y baja. Se pueden identificar las nubes medias y altas. Se pueden apreciar los topes de las nubes bajas. Se puede apreciar la superficie terrestre en lugares altos, como montañas y altiplanos.

***Canal 13 - IR de “Onda larga limpio”***

Se pueden identificar las nubes medias y altas (gruesas) con bajas temperaturas de los topes nubosos. Se pueden determinar sistemas meteorológicos y determinar patrones nubosos.

***Canal 14 - IR de “Onda larga”***

Se pueden identificar las nubes medias y altas (gruesas) con bajas temperaturas de los topes nubosos. Se pueden determinar sistemas meteorológicos y determinar patrones nubosos.

	<b>MANUAL TÉCNICO</b>	<b>Código</b>	MT-DRD-002
	<b>CONTROL DE CALIDAD DE DATOS DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLOGICAS AUTOMATICAS EN EL CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS DEL SENAMHI</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Página</b>	20 de 27

**PRODUCTO: RRQPE (Rainfall Rate/Quantitative Precipitation Estimation)**

**TASA DE LLUVIA / ESTIMACIÓN CUANTITATIVA DE PRECIPITACIÓN**

El algoritmo genera estimaciones de la tasa de lluvia instantánea en cada píxel. La mayor resolución espacial y temporal disponible es capaz de resolver automáticamente las tasas de lluvia a una escala mucho más fina, lo que permite a los pronosticadores del clima producir avisos y advertencias de inundaciones más oportunos y precisos.

**PRODUCTO: LSTF (Land Surface Temperature)**

**TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE DE LA TIERRA.**

El producto de temperatura de la superficie terrestre (LST) se deriva de los canales espectrales infrarrojos de onda larga GOES-R y se espera que se use en varias aplicaciones en hidrología, meteorología y climatología. Además, se puede asimilar en modelos climáticos, atmosféricos y de superficie terrestre para estimar el flujo de calor sensible y el flujo de calor latente.

(Fuente: <https://www.goes-r.gov/mission/ABI-bands-quick-info.html>)

*Tabla: Pruebas de Control de Calidad de datos de Temperatura del aire, Humedad relativa, Precipitación y Nivel de agua, para el Nivel I*

Nivel	Validación		Temperatura del Aire (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm/periodo)	Nivel (m)
Nivel I	Prueba de Límites duros		Si: $-40.0 \leq T_h \leq 60.0$ ➔ "C" De lo contrario ➔ "M"	Si: $0.0 \leq HR_h \leq 100$ ➔ "C" De lo contrario ➔ "M"	Si: $0.0 \leq P_h \leq 401.0$ mm/h ➔ "C" De lo contrario ➔ "M"	Si: $0.0 \leq Niv_h \leq 35.0$ m ➔ "C" De lo contrario ➔ "M"
	Prueba de Límites blandos				Si: $0.0 \leq \sum_{1}^{24} PT_h \leq 508.0$ mm/24h ➔ "C" De lo contrario ➔ "M"	
	Nivel de Estación		Si $L_{inf1} \leq T_h \leq L_{sup}$ ➔ "C" De lo contrario ➔ "D"	Si $L_{inf1} \leq HR_h \leq L_{sup1}$ ➔ "C" De lo contrario ➔ "D"	Si $P_h \leq L_{sup1}$ ➔ "C" De lo contrario ➔ "D"	Si $Niv_h \leq L_{sup1}$ ➔ "C" De lo contrario ➔ "D"
	Nivel Sectorial		Si $L_{inf\_sect-n\_T} \leq T_h \leq L_{sup\_sect-n\_T}$ ➔ "C" De lo contrario ➔ "D"	Si $L_{inf\_sect-n\_HR} \leq HR_h \leq L_{sup\_sect-n\_HR}$ ➔ "C" De lo contrario ➔ "D"	Si $0.0 \leq P_h \leq L_{sup\_sect-n\_P}$ ➔ "C" De lo contrario ➔ "D"	Si $0.0 \leq Niv_h \leq L_{sup\_sect-n\_Niv}$ ➔ "C" De lo contrario ➔ "D"
	Nivel Nacional		Si $-32 \leq T_h \leq 45.0$ ➔ "C" De lo contrario ➔ "D"	Si $5 \leq HR_h \leq 100\%$ ➔ "C" De lo contrario ➔ "D"	Si $0.0 \leq P_h \leq 85.0$ mm/h ➔ "C" De lo contrario ➔ "D"	Si $0.0 \leq Niv_h \leq 25.0$ m ➔ "C" De lo contrario ➔ "D"
Validación de Consistencia Temporal	Prueba de Paso		Si $ T_h - T_{h-1}  \leq 4.0$ °C; ➔ "C" De lo contrario $T_h$ ➔ "D"	Si $ RH_h - RH_{h-1}  \leq 45\%$ ; ➔ "C" De lo contrario $RH_h$ ➔ "D"		
			Si $ T_h - T_{h-2}  \leq 7.0$ °C; ➔ "C" De lo contrario $T_h$ ➔ "D"			
			Si $ T_h - T_{h-3}  \leq 9.0$ °C; ➔ "C" De lo contrario $T_h$ ➔ "D"			
			Si $ T_h - T_{h-6}  \leq 15.0$ °C; ➔ "C" De lo contrario $T_h$ ➔ "D"			
			Si $ T_h - T_{h-12}  \leq 25.0$ °C; ➔ "C" De lo contrario $T_h$ ➔ "D"			



<b>MANUAL TÉCNICO</b> <b>CONTROL DE CALIDAD DE DATOS DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN EL CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS DEL Senamhi</b>		<b>Código</b>	MT-DRD-002
		<b>Versión</b>	01
		<b>Página</b>	22 de 27

Nivel	Validación	Temperatura del Aire (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm/periodo)	Nivel (m)
	<b>Prueba de Persistencia</b> <b>a</b>	Si $T_h \neq T_{h-1} \neq T_{h-2} \neq T_{h-3}$ → "C" De lo contrario $T_h \rightarrow$ "D"	Si $HR_h \leq 100\%$ ; Si $HR_h \neq HR_{h-1} \neq HR_{h-2} \neq HR_{h-3}$ ; → "C" De lo contrario $HR_h \rightarrow$ "D"		
		Si $\mu_1 - 3\sigma_1 \leq T_h \leq \mu_1 + 3\sigma_1$ ; → "C" De lo contrario → "D"	Si $\mu_1 - 3\sigma_1 \leq HR_h \leq \mu_1 + 3\sigma_1$ ; → "C" De lo contrario → "D"		$ Niv_h - Niv_{h-1}  \leq 3\sigma_{24}$ ; → "C" De lo contrario $Niv_h \rightarrow$ "D"

$T_h$ =Temperatura horaria (°C);  $HR_h$ =Humedad relativa horaria (%);  $P_h$ =Precipitación acumulada horaria (mm/h);  $PT_h$ =Precipitación acumulada de 24 horas (mm/24h);  $Niv_h$ = Nivel de río horario (m);  $L_{inf1}$ =Límite inferior por estación determinada en forma horaria;  $L_{sup1}$ =Límite superior por estación determinada en forma horaria;  $L_{inf\_sect-n}$ =Límite inferior por región (n) determinada en forma mensual;  $L_{sup\_sect-n}$ =Límite superior por región (n) determinada en forma mensual;  $\sigma$ =Desviación Estándar;  $\mu$  = Promedio.

Este documento ha sido elaborado para el uso del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - Senamhi.  
 La impresión de este documento constituye una "COPIA NO CONTROLADA" a excepción de que se indique lo contrario

	<b>MANUAL TÉCNICO</b>	<b>Código</b>	MT-DRD-002
	<b>CONTROL DE CALIDAD DE DATOS DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN EL CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS DEL Senamhi</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Página</b>	23 de 27

## 7. TABLA HISTÓRICA DE CAMBIOS

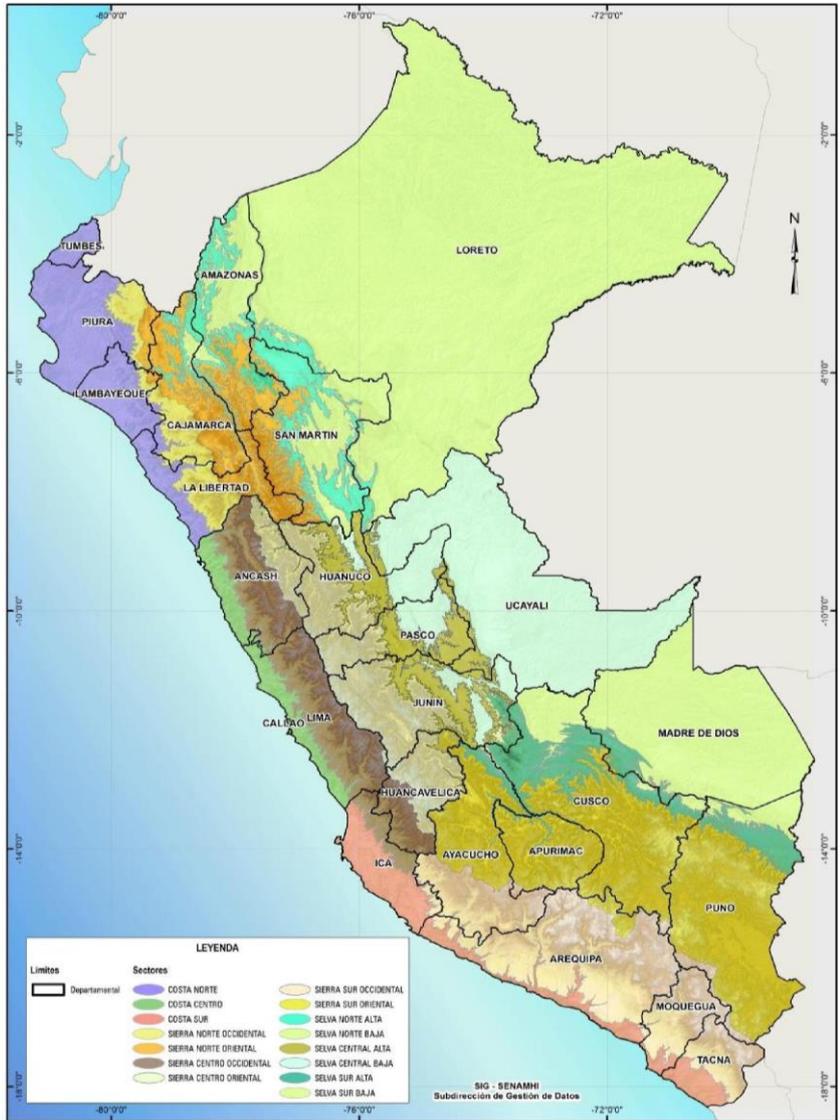
Versión	Fecha	Detalle de cambios
01	20/07/2021	Versión inicial

	<b>MANUAL TÉCNICO</b>	<b>Código</b>	MT-DRD-002
	<b>CONTROL DE CALIDAD DE DATOS DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN EL CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS DEL Senamhi</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Página</b>	24 de 27

## 8. ANEXOS

### ANEXO N° 1: SECTORIZACIÓN CLIMÁTICA DEL TERRITORIO PERUANO

La sectorización se ha basado en la Nota Técnica N° 001-2020/SENAMHI/DMA/SPC



Mapa de sectorización climática del Perú

	<b>MANUAL TÉCNICO</b>	<b>Código</b>	MT-DRD-002
	<b>CONTROL DE CALIDAD DE DATOS DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN EL CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS DEL Senamhi</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Página</b>	25 de 27

## **SECTORIZACIÓN DEL TERRITORIO PERUANO SEGÚN SIMILITUDES CLIMÁTICAS**

- 1. REGIÓN COSTA**
  - 1.1. COSTA NORTE:**
  - 1.2. COSTA CENTRO**
  - 1.3. COSTA SUR**
- 2. REGIÓN SIERRA**
  - 2.1. SIERRA NORTE**
    - 2.1.1.SUB-REGIÓN SIERRA NORTE OCCIDENTAL**
    - 2.1.2.SUB-REGIÓN SIERRA NORTE ORIENTAL**
  - 2.2. SIERRA CENTRAL**
    - 2.2.1.1. SUB-REGIÓN SIERRA CENTRAL OCCIDENTAL**
    - 2.2.1.2. SUB-REGIÓN SIERRA CENTRAL ORIENTAL**
  - 2.3. SIERRA SUR**
    - 2.3.1.SUB-REGIÓN SIERRA SUR ORIENTAL Y ALTIPLANO**
    - 2.3.2.SUB-REGIÓN SIERRA SUR OCCIDENTAL**
- 3. REGIÓN SELVA**
  - 3.1. SELVA NORTE**
    - 3.1.1.SELVA BAJA NORTE**
    - 3.1.2.SELVA ALTA NORTE**
  - 3.2. SELVA CENTRAL**
    - 3.2.1.SELVA BAJA CENTRO**
    - 3.2.2.SELVA ALTA CENTRO**
  - 3.3. SELVA SUR**
    - 3.3.1.SELVA BAJA SUR**
    - 3.3.2.SELVA ALTA SUR**

	<b>MANUAL TÉCNICO</b>	<b>Código</b>	MT-DRD-002
	<b>CONTROL DE CALIDAD DE DATOS DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN EL CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS DEL Senamhi</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Página</b>	26 de 27

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 9.1 ASCE-EWRI 2005, American Society of Civil Engineers-Environmental and Water Resources Institute. Final Report.
- 9.2 Brunet, M., Aguilar, E. 2010. El desarrollo de datos de calidad y el cambio térmico observado en España., Investigaciones Geográficas, nº 49 (2009) pp. 89-107
- 9.3 Feng, S., Hu, Q., Qian, Q., 2004. Quality control of daily meteorological data in China, 1951-2000: a new dataset. Int. J. Climatol., 24, 853-870.
- 9.4 Galmarini, S., Steyn, D., Ainslie, B. 2004. The scaling law relating world point-precipitation records to duration. Int. J. Climatol. 24: 533–546.
- 9.5 Hubbard, K. G., Goddard, S., Sorensen, W. D., Wells, N., Osugi, T.T., 2005. Performance of quality assurance procedures for an applied climate information system. J. Atmos. Oceanic Technol., 22, 105-112.
- 9.6 Hubbard, K. G., You, J., 2005. Sensitivity analysis of quality assurance using the spatial regression approach. A case study of the maximum/minimum air temperature. J. Atmos. Oceanic Technol., 22, 1520-1530.
- 9.7 IOOS, Integrated Ocean Observing System, 2016. Manual for Real-time Quality Control of Water Level Data.
- 9.8 Kunkel, K.E., Easterling, D.R., Hubbard, K., Redmond, K., Andsager, K., Kruc, M.C., Spinar, M.L., 2005. Quality control of pre-1948 cooperative network observer data. J. Atmos. Oceanic Technol., 22, 1691-1705.
- 9.9 Meek, D. W., Hatfield, J.L., 1994: Data quality checking for single station meteorological databases. Agric. For. Meteor., 69, 85-109.
- 9.10 OMM N° 8., 2017: Guía de Instrumentos y Métodos de Observación Meteorológicos.
- 9.11 OMM N° 485., 2000: Manual del Sistema Mundial de Procesos de Datos y de Predicción.
- 9.12 OMM N° 305, 1993, Suplemento Cap. 6, 2001: Guía del Sistema Mundial de Proceso de datos.
- 9.13 OMM N° 488., edición 2010, actualizada 2017: Guía del Sistema Mundial de Observación.
- 9.14 Reek, T., Doty, S. R., Owen, T.W 1992. A deterministic approach to the validation of historical daily temperature and precipitation data from the Cooperative Network. Bull. Amer. Meteor. Soc., 73, 753-765.
- 9.15 Rissanen P., Hellsten E., 2010: Criterios de control de calidad de datos meteorológicos en forma automática - QC1 at FMI.
- 9.16 Rissanen P., 2011: Recomendaciones para realizar el control de calidad manual en el FMI – Finlandia - Current Status of HQC programs in the Nordic Countries.
- 9.17 Schroeder, J.L., Burgett, W.S., Haynie, K.B., Sonmez, I., 2005: The West Texas Mesonet: a technical overview. J. Atmos. Oceanic Technol., 22, 211-222.
- 9.18 Senamhi 2019, Estimación de Umbrales de Temperatura del aire, Humedad relativa, Precipitación y Nivel de agua en estaciones automáticas.

	<b>MANUAL TÉCNICO</b>	<b>Código</b>	MT-DRD-002
	<b>CONTROL DE CALIDAD DE DATOS DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN EL CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS DEL Senamhi</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Página</b>	27 de 27

- 9.19 Senamhi 2020, Nota Técnica N° 001 N° 001-2020/SENAMHI/DMA/SPC “Sectorización Climática del Territorio Peruano”
- 9.20 Shafer, M.A., Fiebrich, C.A., Arndt, D. S., Fredrickson, S. E., Hughes, T. W., 2000. Quality assurance procedures in the Oklahoma Mesonet. J. Atmos. Oceanic Technol., 17, 474-494.
- 9.21 UNE 500540, 2004. Redes de Estaciones Meteorológicas Automáticas. Directrices para la validación de registros meteorológicos procedentes de redes de estaciones automáticas. Validación en tiempo real. AENOR.
- 9.22 Vejen, F., Jacobsson, C., Fredriksson, U., Moe, M., Andresen, L., Hellsten, E., Rissanen, P., Palsdottir, T., Arason, T., 2002. Quality control of meteorological observations. Report 8/2002 KLIMA. Norwegian Meteorological Institute, Oslo.
- 9.23 Wilks DS., 2000: Statistical Methods in the Atmospheric Sciences.
- 9.24 Zahumensky, I., 2004. Guidelines on Quality Control Procedures for Data from Automatic Weather Stations. WMO-No.955, Ginebra.