

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**



**“ANÁLISIS DEL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD  
DEL SENAMHI, PARA LAS VARIABLES DE TEMPERATURA  
MÁXIMA, MÍNIMA Y DE BULBO SECO”**

Trabajo de Suficiencia Profesional para Optar el Título de:

**INGENIERA METEORÓLOGA**

**NATALY PILAR ALIAGA GRANADOS**

Lima – Perú

**2021**

---

**La UNALM es la titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación  
(Art. 24. Reglamento de Propiedad Intelectual)**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**“ANÁLISIS DEL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD  
DEL SENAMHI, PARA LAS VARIABLES DE TEMPERATURA  
MÁXIMA, MÍNIMA Y DE BULBO SECO”**

Trabajo de Suficiencia Profesional para Optar el Título Profesional de:

**INGENIERA METEORÓLOGA**

Presentada por:

**NATALY PILAR ALIAGA GRANADOS**

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

---

Mg. Sc. Victoria Doris Calle Montes  
**PRESIDENTE**

---

Mestre Eng. Esaúl Obregón Párraga  
**MIEMBRO**

---

Lic. Juan Manuel Pesantes Rojas

---

Ing. Héctor Ladislao Huisacaina Soto

## **DEDICATORIA**

*A mi hijo Alonso, por ser mi inspiración, a mi abuelo Eleodoro en el cielo, a mis padres Nancy y Oscar, y a mis hermanos Piero y Laly, quienes siempre me apoyaron incondicionalmente a lo largo de mi carrera universitaria y profesional.*

*Gracias por tanto amor*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, por su colaboración con respecto a los datos meteorológicos. De igual forma a mis colegas y amigos de la Subdirección de Predicción Climática y de la Subdirección de Gestión de Datos por su apoyo en el desarrollo de esta monografía.*

*A la Ing. Clara Oria por su constante apoyo e impulso para crecer en mi desarrollo profesional.*

*A mis compañeros de la Universidad, en especial a María Caballero y Adrian Huerta, que durante todo este tiempo compartieron conmigo su aprendizaje y conocimiento clave para finalizar este trabajo.*

*Finalmente, quisiera agradecer también a mi asesor y al jurado calificador de esta monografía por sus valiosos consejos y sugerencias que hicieron que esta tesis vaya mejorando con cada revisión.*

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN EJECUTIVO .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
Objetivo general .....	2
Objetivos específicos.....	2
III. MARCO TEÓRICO .....	3
3.1. Marco teórico general .....	3
3.1.1. Estación Meteorológica Convencional.....	3
3.1.2. Planilla climatológica .....	3
3.1.3. Temperatura máxima del aire .....	3
3.1.4. Temperatura mínima del aire .....	4
3.1.5. Temperatura del termómetro de bulbo seco .....	4
3.1.6. Horas sinópticas de lectura de los datos .....	4
3.1.7. Variación diurna de la Temperatura .....	4
3.1.8. Software TOAD.....	5
3.1.9. Falso Positivo.....	6
3.2. Bases teóricas.....	6
3.2.1. Control de Calidad .....	6
3.2.2. Sistema Estadístico Meteorológico.....	7
3.2.3. Sistema de Control de Calidad .....	7
3.2.4. 2.3.4. CarryMap.....	7
3.3. Antecedentes .....	7
3.3.1. Procedimientos de control de calidad .....	7
3.3.2. Tipos de error.....	9
3.3.3. Pruebas de coherencia .....	9

IV. METODOLOGÍA.....	11
4.1. Área de estudio .....	11
4.2. Información de estaciones meteorológicas .....	12
4.3. Programas computacionales .....	12
4.4. Metodología.....	12
4.4.1. Reglas analizadas .....	12
4.4.2. Consulta a la base de datos .....	13
4.4.3. Análisis de datos.....	13
V. RESULTADOS.....	27
5.1. Contexto Laboral.....	27
5.2. Determinación y análisis del problema .....	27
5.3. Proyecto de solución.....	28
5.4. Evaluación del Proyecto.....	28
5.4.1. Consulta a la base de datos .....	28
5.4.2. Verificación con planillas climatológicas .....	29
5.4.3. Análisis de datos por cada regla.....	29
VI. ANÁLISIS DE RESULTADOS E IMPACTOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	36
6.1. Análisis de resultado e impactos .....	36
VII. CONCLUSIONES.....	43
VIII. RECOMENDACIONES.....	44
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
X. ANEXOS .....	47
VIII. ASEGURAMIENTO.....	50

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Información de la estación El Salto.....	14
Tabla 2: Datos de la primera decadiaria del mes de agosto de 1993 de la estación El Salto.....	14
Tabla 3: Información de la estación Puerto Pizarro .....	15
Tabla 4: Datos de la primera decadiaria del mes de agosto de 1993 de la estación Puerto Pizarro.....	15
Tabla 5: Información de la estación Bellavista .....	16
Tabla 6: Datos del 6 al 15 de febrero de 2009 de la estación Bellavista.....	16
Tabla 7: Información de la estación San Pablo .....	17
Tabla 8: Datos del 6 al 15 de febrero de 2009 de la estación San Pablo.....	17
Tabla 9: Información de la estación Pichanaki.....	18
Tabla 10: Datos de la última decadiaria del mes de julio de 2011 de la estación Pichanaki.....	18
Tabla 11: Información de la estación Satipo .....	19
Tabla 12: Datos de la última decadiaria del mes de julio de 2011 de la estación Satipo .....	19
Tabla 13: Información de la estación Bellavista .....	20
Tabla 14: Datos de la primera decadiaria del mes de noviembre de 2013 de la estación Mañazo.....	20
Tabla 15: Información de la estación Muñani .....	21
Tabla 16: Datos de la primera decadiaria del mes de noviembre de 2013 de la estación Mañazo.....	21
Tabla 17: Información de la estación San Alejandro .....	22
Tabla 18: Datos de la última decadiaria del mes de octubre de 2015 de la estación San Alejandro .....	22
Tabla 19: Información de la estación Macuya.....	23

Tabla 20: Datos de la última decadiaria del mes de octubre de 2015 de la estación Macuya.....	23
Tabla 21: Información de la estación Las Palmeras de Ucayali.....	24
Tabla 22: Datos de la primera decadiaria del mes de abril de 2007 de la estación Las Palmeras de Ucayali .....	24
Tabla 23: Información de la estación El Maronal .....	25
Tabla 24: Datos de la primera decadiaria del mes de abril de 2007 de la estación Las Palmeras de Ucayali .....	25
Tabla 25: Actividades específicas .....	28
Tabla 26: Cantidad de datos que no pasan las reglas establecidas .....	29
Tabla 27: Muestra de dato con error de transcripción de la estación Amazonas .....	29
Tabla 28: Desviación Estándar de la primera decadiaria de agosto 1993, de los datos de temperatura de las estaciones El Salto y Puerto Pizarro.....	30
Tabla 29: Desviación Estándar de los datos del 6 al 15 de febrero de 2009, de los datos de temperatura de las estaciones Bellavista y San Pablo.....	31
Tabla 30: Desviación Estándar de los datos de la última decadiaria de julio de 2011, de los datos de temperatura de las estaciones Pichanaki y Satipo .....	32
Tabla 31: Desviación Estándar de los datos de la primera decadiaria de noviembre de 2013, de los datos de temperatura de las estaciones Mañazo y Muñani .....	33
Tabla 32: Desviación Estándar de los datos de la última decadiaria de octubre de 2015, de los datos de temperatura de las estaciones San Alejandro y Macuya.....	34
Tabla 33: Desviación Estándar de los datos de la primera decadiaria de abril de 2007, de los datos de temperatura de las estaciones Las Palmeras de Ucayali y El Maronal .....	35

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Gráfica de línea de tiempo de las horas de lectura de temperaturas .....	4
Figura 2: Gráfica de la variación diurna de la Temperatura del aire .....	5
Figura 3: Mapa de las estaciones meteorológicas convencionales a nivel nacional .....	11
Figura 4: Comparación de temperaturas del aire de las estaciones El Salto y Puerto Pizarro .....	16
Figura 5: Comparación de temperatura Máxima de las estaciones Bellavista y San Pablo .....	18
Figura 6: Comparación de temperatura de la aire de las estaciones Pichanaki y Satipo .....	20
Figura 7: Comparación de la primera decadiaria de noviembre de 2013 de las estaciones Mañazo y Muñani .....	22
Figura 8: Comparación de temperatura del aire a las 13 horas de las estaciones San Alejandro y Macuya .....	24
Figura 9: Comparación de temperatura mínima de las estaciones Las Palmeras de Ucayali y El Maronal .....	26
Figura 10: Comparación de temperatura del aire de las 19 horas de la primera decadiaria de abril de 2007 de las estaciones Las Palmeras de Ucayali y El Maronal .....	26
Figura 11: Línea de tiempo de las horas de lectura de la temperatura máxima para el día (n) y temperatura del aire medida a las 07 horas. ....	37
Figura 12: Línea de tiempo de las horas de lectura de la temperatura máxima para el día (n) y temperatura del aire medida a las 13 horas. ....	38
Figura 13: Línea de tiempo de las horas de lectura de la temperatura máxima para el día (n) y temperatura del aire medida a las 19 horas. ....	39
Figura 14: Línea de tiempo de las horas de lectura de la temperatura mínima para el día (n) y temperatura del aire medida a las 07 horas .....	40

Figura 15: Línea de tiempo de las horas de lectura de la temperatura mínima para el día (n) y temperatura del aire medida a las 13 horas .....	41
Figura 16: Línea de tiempo de las horas de lectura de la temperatura mínima para el día (n) y temperatura del aire medida a las 13 horas .....	42

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Información de las estaciones meteorológicas que se tomaron en cuenta en el análisis .....	48
Anexo 2: Información de las estaciones meteorológicas que se tomaron en cuenta en el análisis .....	49

## **RESUMEN EJECUTIVO**

En la presente monografía se analizó las reglas de control de calidad que se encuentran implementadas en el centro de procesamiento de datos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), específicamente las que relacionan datos de temperatura máxima, temperatura mínima y temperatura del aire medida a las 07, 13 y 19 horas. Ya que, durante el proceso de control de calidad manual, se ha verificado que el 80% de los datos que no aprueban estas reglas, en realidad son veraces y confiables. Por lo tanto, dichas reglas no se alinean al comportamiento normal de la variación diurna de la temperatura. En ese sentido, se procedió a analizar los datos que no aprobaron las reglas, haciendo uso de planillas climatológicas y análisis de datos a través de pruebas de coherencia interna, temporal y espacial, obteniéndose datos con errores de transcripción, con errores sistemáticos y datos válidos. Asimismo, teniendo como resultado que, una de las reglas debe ser replanteada a fin de que represente el comportamiento diurno de temperatura real. Finalmente, esto permitirá recuperar un gran volumen de datos veraces y confiables, que favorece al desarrollo de investigaciones o productos que se generen con estos, sobre el comportamiento atmosférico.

## **I. INTRODUCCIÓN**

La autora viene desempeñando labores desde el 2015, como Analista en Hidrometeorología, realizando el control de calidad a los datos provenientes de la red de estaciones del SENAMHI, en la Dirección de Redes de Observación y Datos, DRD, quien, a través de la Subdirección de Gestión de Datos, SGD, tiene como función principal administrar toda la data meteorológica, hidrológica, agrometeorología y ambiental atmosférica generada por la red observacional a nivel nacional.

En aras de mejorar el proceso de control de calidad y de esta manera contar con una base de datos meteorológicos representativa, confiable y de calidad, ya que, es una de las herramientas fundamentales para el desarrollo de investigaciones o estudios sobre el comportamiento atmosférico, se ha visto a bien, analizar las reglas de control de calidad establecidas en los sistemas informáticos del SENAMHI, para las variables de temperaturas extremas y temperatura del aire, dado que, se ha encontrado datos atribuidos como malos, sin serlo (falsos positivos), ya que, al realizar una inspección manual por los especialistas, se ha garantizado su veracidad.

En ese marco, esta monografía se realiza con el propósito de mejorar las reglas de control de calidad y de esta manera recuperar datos que hayan sido mal caracterizados.

## **II. OBJETIVOS**

En la presente monografía se planteó los siguientes objetivos:

### **Objetivo general**

- Analizar las reglas de control de calidad establecidas en el sistema informático de control de calidad del SENAMHI, para las variables de temperatura máxima, temperatura mínima y temperatura del aire.

### **Objetivos específicos**

- Determinar el correcto funcionamiento de las reglas de control de calidad para las variables de temperatura máxima, temperatura mínima y temperatura del aire, establecidas en el sistema informático de control de calidad del SENAMHI.
- Replantear, de ser necesario, las reglas de control de calidad que relacionan las variables de temperatura máxima, temperatura mínima y temperatura del aire.

### **III. MARCO TEÓRICO**

#### 3.1. Marco teórico general

##### 3.1.1. Estación Meteorológica Convencional

Las estaciones sinópticas convencionales tienen un parque meteorológico donde se ubican el heliógrafo, anemómetro, veleta, pluviómetro, pluviógrafo, geotermómetros (termómetros de profundidad), tanque de evaporación, abrigo meteorológico y otros. El abrigo o caseta meteorológica es un “refugio” donde se ubican ciertos instrumentos para no recibir radiación directa del Sol ni ser influenciados por el viento. Se pinta de blanco para disminuir el calentamiento radiativo y tiene rendijas para que circule el aire. Sus características varían según la región en la que se ubique la estación. Por ejemplo, en zonas de nieve es necesario que el techo sea a 2 aguas para que la nieve no se almacene. En el abrigo meteorológico se ubican los termómetros de máxima y mínima, psicrómetro, evaporímetro Piché y termohigrógrafo. En la oficina se ubican el barómetro y barógrafo.

##### 3.1.2. Planilla climatológica

Hoja mensual impresa, en la cual son anotadas diariamente las observaciones meteorológicas para obtener un resumen mensual (IDEAM, 2019, p. 253).

Es un documento físico, el cual contiene información registrada, por los operadores de observaciones meteorológicas, en una estación meteorológica convencional, la cual contiene el dato de las diferentes variables registradas durante el periodo de un mes, tomadas en las horas sinópticas respectivas (07 h, 13 h y 19 h) establecidas por el SENAMHI.

##### 3.1.3. Temperatura máxima del aire

Es la temperatura máxima del aire de un día específico, obtenido mediante el registro del termómetro de máximas (OMM, 2009, p. 14).

### 3.1.4. Temperatura mínima del aire

Es la temperatura mínima del aire de un día específico, obtenido mediante el registro del termómetro de mínimas (OMM, 2009, p.14).

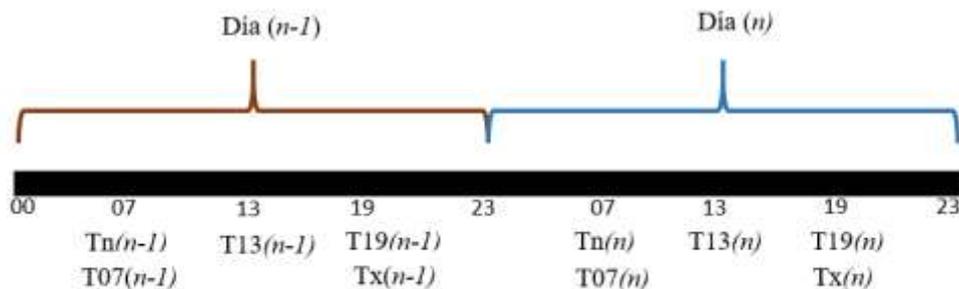
### 3.1.5. Temperatura del termómetro de bulbo seco

Es la temperatura del aire determinada por un termómetro ordinario (NebGuide, 2008).

### 3.1.6. Horas sinópticas de lectura de los datos

Respecto a las observaciones sinópticas de superficie, las horas fijas principales serán 0000, 0600, 1200 y 1800 UTC. Se hace lo posible para obtener observaciones sinópticas de superficie cuatro veces al día a las horas fijas principales, dando prioridad a las observaciones efectuadas a las 0000 y 1200 UTC, necesarias para el intercambio mundial de datos (GCOS, 2010, Anexo A, p. 1).

En el SENAMHI, se realizan las lecturas de las estaciones convencionales a las 0000, 1200 y 1800 horas sinópticas a nivel nacional. Se mide la temperatura máxima (Tx), temperatura mínima (Tn) y temperatura medida del bulbo seco a las 07 horas (T07), 13 horas (T13) y 19 horas (T19).



**Figura 1:** Gráfica de línea de tiempo de las horas de lectura de temperaturas

**FUENTE:** SENAMHI

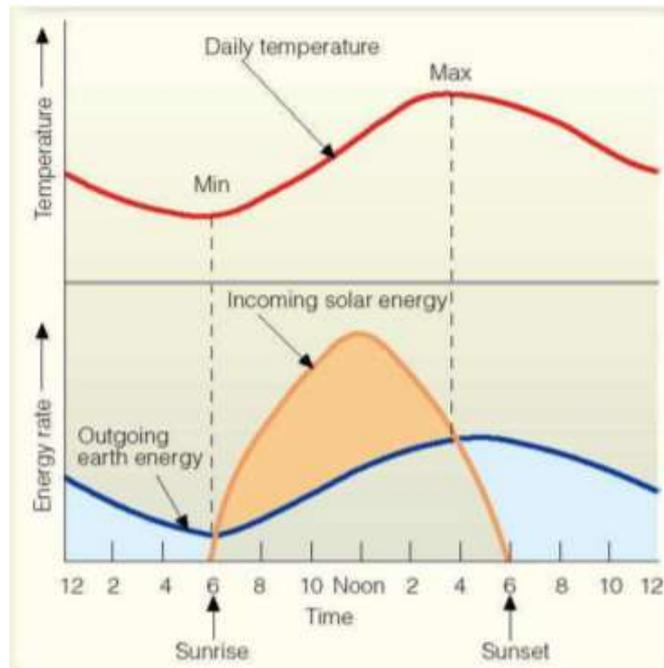
### 3.1.7. Variación diurna de la Temperatura

La variación diaria en temperatura del aire es controlada por la energía entrante (sobre todo del sol) y energía saliente de la superficie de la tierra. Donde la energía entrante excede la energía saliente (naranja), temperatura del aire se eleva. Donde la energía saliente excede la energía entrante (azul), la temperatura del aire baja.

- i. Calentamiento diurno: La máxima temperatura ocurre entre las 14 horas y 17 horas. Esto dependerá de la cantidad de nubes, ya que reflejan mucha radiación. Muchos

otros efectos (espejos grandes del agua, tipo de suelo, contenido de agua, vegetación) afectarán también.

- ii. Enfriamiento radiativo nocturno. La parte más fría de la atmósfera está cerca de la tierra en la noche.



**Figura 2:** Gráfica de la variación diurna de la Temperatura del aire  
**FUENTE:** Silva, 2018

### 3.1.8. Software TOAD

La herramienta para desarrolladores de aplicaciones de Oracle o TOAD, por sus siglas en inglés (The Tool for Oracle Application Developers), es una interfaz gráfica de uso común para la base de datos de Oracle que permite a los programadores crear, probar, depurar y formatear su código dentro de un entorno de desarrollo interactivo. Con la interfaz TOAD fácil de usar, los cambios que antes tomaban horas se pueden hacer en solo minutos. TOAD permite a los desarrolladores examinar las tablas, procedimientos y tipos de objetos de sus bases de datos, utilizar plantillas de código y mostrar errores. También simplifica la administración de la base de datos al proporcionar una forma para que los administradores de bases de datos naveguen gráficamente y cambien las características de la base de datos (McDaniel, et al., 2002).

### 3.1.9. Falso Positivo

En este contexto, un dato es caracterizado como falso positivo, cuando al pasar el examen de las reglas de control de calidad, es marcado como sospechoso o malo, sin serlo necesariamente (OMM, 2020, p. 6).

## 3.2. Bases teóricas

### 3.2.1. Control de Calidad

El control de la calidad es el componente más conocido de los sistemas de gestión de la calidad, y constituye el mínimo irreducible de todo sistema. Consta de la totalidad de procesos aplicados para generar confianza y para asegurarse de que los datos producidos tengan la calidad requerida, y abarca también el examen de los datos de las estaciones y de los centros de datos, con el fin, por un lado, de verificar que estos concuerdan con los objetivos del sistema de gestión de la calidad y, por otro, para detectar errores de modo que sea posible marcar los datos poco fiables, corregirlos o, cuando los errores sean manifiestos, suprimirlos. Un sistema de gestión de la calidad debería incorporar procedimientos de retorno de la información a los procesos de medición y de control de la calidad con objeto de evitar la repetición de los errores. La garantía de la calidad puede aplicarse en tiempo real después de la medición, y puede alimentar el proceso de control de la calidad del proceso siguiente de un sistema de calidad, aunque, por lo general, tiende a operar en tiempo no real.

El control de la calidad en tiempo real se suele efectuar en la estación y en los centros de análisis meteorológico. El control de la calidad diferido puede realizarse en los centros de análisis, para compilar bases de datos depuradas, y en los centros sobre el clima o bancos de datos, para archivarlas. En todos los casos, los resultados deberían devolverse a los responsables de la gestión de las observaciones, para realizar un seguimiento. Un componente habitual del control de la calidad es la vigilancia de la calidad o supervisión del funcionamiento, que es una actividad en tiempo no real consistente en examinar la efectividad de la red o del sistema de observación para detectar tendencias y deficiencias sistemáticas. Suele encomendarse a la oficina que dirige y se responsabiliza de la red o del sistema, y que puede prescribir cambios del equipo o de los procedimientos. Estos aspectos suelen estar bajo la responsabilidad del administrador de la red, en colaboración con otros especialistas, si procede (OMM, 2018, p. 2-3).

### 3.2.2. Sistema Estadístico Meteorológico

El sistema estadístico meteorológico (SIEM), es un software estadístico elaborado por el SENAMHI, que permite realizar consultas al servidor de base de datos, para su visualización y posterior análisis. Asimismo, permite realizar gráficas como meteogramas, gráficos comparativos de variables, entre estaciones y otras series de bondades que presenta en su performance.

### 3.2.3. Sistema de Control de Calidad

El sistema de control de calidad (SISCONTROL), es un software estadístico elaborado por el SENAMHI, que tiene programado internamente las reglas de control de calidad establecidos por la institución, de tal manera que, los datos que no cumplen con estas reglas son marcados con banderines (flags) como valores malos. Además, posterior al análisis del especialista, el SISCONTROL, permite corregir datos erróneos y también asignar manualmente a los datos, flags de bueno, dudoso o malo, que no hayan sido identificados por el sistema automático.

### 3.2.4. 2.3.4. CarryMap

El CarryMap es una herramienta (Extensión) complementaria de un software de Sistemas de Información Geográfica, cuya funcionalidad permite capturar todas las características gráficas y descriptivas de información cartográfica digital que se trabaje en el software SIG; generando un nuevo entorno de despliegue externo de representación espacial a través de una vista. En este contexto de control de calidad de datos, el uso de CarryMap fue muy importante ya que permitió realizar consultas y análisis visuales, como distancias, para la ubicación de puntos de la red de estaciones del SENAMHI; así como la lectura de información descriptiva alfanumérica (de la estación) para su reconocimiento.

## 3.3. Antecedentes

### 3.3.1. Procedimientos de control de calidad

Cuando los datos observados estén disponibles en formato digital, el centro de archivo debería someterlos de manera periódica y sistemática a un control de calidad exhaustivo y detallado. Los programas informáticos pueden examinar todos los datos disponibles e indicar los que no hayan superado las pruebas preestablecidas, pero no son tan indicados para determinar el problema subyacente. A menudo, un analista capacitado puede emitir un juicio sobre la causa de los errores y determinar cómo corregirlos, pero, por lo general, se ve

abrumado por la gran cantidad de observaciones. La mejor técnica es la que combina ambos procedimientos y consiste en presentar al analista listas de los posibles errores generadas por computadora para que adopte las medidas pertinentes.

El cribado automático y objetivo es fundamental ante un gran volumen de datos por validar. Sin embargo, es necesario hacer un examen manual de la información de salida automática para cerciorarse de que los procedimientos automáticos están realmente funcionando de la manera esperada. La presentación de los datos en gráficos y mapas y el resumen de datos son recursos excelentes para los exámenes visuales. Estas técnicas incorporan y asimilan gran cantidad de datos y ayudan a un analista capacitado a reconocer las configuraciones que permiten evaluar la verosimilitud física, determinar datos anómalos, descubrir datos sospechosos y evaluar el rendimiento de los procedimientos automáticos.

Todas las observaciones deberían marcarse debidamente con banderines (flags). Se deberán introducir las correcciones o los datos que se estiman correctos en la base de datos. Sin embargo, los datos originales también se habrán de conservar en dicha base. Una vez concluidos los procedimientos de control de calidad, corrección y edición, el conjunto de datos final deberá someterse a un nuevo ciclo de control de calidad. Este último paso ayudará a asegurarse de que no se han introducido errores durante los procedimientos, de corrección o marcación, de control de calidad. Una nueva revisión manual debería ayudar a determinar también configuraciones de error que puedan provenir, por ejemplo, de los programas informáticos, o de una observancia insuficiente o inadecuada de las instrucciones o de los procedimientos. Estas configuraciones deben comunicarse al gestor del programa de observación del SMHN.

Por lo general, en una base de datos, un valor dado se halla disponible en diferentes etapas del control de calidad. Los datos originales que recibe la base de datos deben conservarse como tales, pero, a menudo, estos sufren modificaciones durante el proceso de validación. Estas diferentes etapas del valor se indican mediante banderines de calidad. Podrían establecerse muchos banderines, pero su cantidad debería limitarse al mínimo necesario para describir la evaluación de la calidad y la fiabilidad de los datos brutos y de los valores estimados. Una clave de banderines que utilice dos dígitos, uno para el tipo de datos y otro para la fase de validación, puede satisfacer la mayoría de los requisitos. Cuando los datos adquiridos procedan de diversas fuentes, a menudo, conviene utilizar un tercer banderín relativo a la fuente (OMM, 2011).

### 3.3.2. Tipos de error

A menudo, los errores en los metadatos se manifiestan como errores en los datos. Por ejemplo, un identificador de estación incorrecto puede significar que los datos correspondientes a una estación aparentemente proceden de otra, o un sello con la fecha incorrecta puede implicar que los datos aparentemente fueron observados en otro momento. La indisponibilidad de los datos correspondientes al lugar y al momento correctos debería detectarse mediante pruebas que verifiquen si figuran todos los datos; los datos que se hayan atribuido a un lugar o un momento incorrectos deberán detectarse mediante pruebas de coherencia y de tolerancia.

Los errores en los datos pueden surgir principalmente como resultado de errores atribuibles a los instrumentos, al observador o a los procesos de transmisión de datos, la introducción de datos mediante teclado y su validación, así como a la modificación de los formatos de datos y los problemas que implica resumirlos. Al establecer un conjunto de procedimientos de control de calidad, deberían considerarse todos los tipos, fuentes y causas posibles de errores y debería hacerse todo lo posible para reducirlos. Es recomendable que, al desarrollar procedimientos automáticos y semiautomáticos para señalar la presencia de errores, los diseñadores de sistemas colaboren estrechamente con el personal de control de calidad para fines operativos (OMM, 2018).

### 3.3.3. Pruebas de coherencia

Los cuatro tipos principales de prueba de coherencia son la interna, la temporal, la espacial y la sumaria. Dado que los valores de los datos guardan una relación mutua tanto temporal como espacial, debería elaborarse un procedimiento integrado para examinar la coherencia. Todas las pruebas de coherencia deberían documentarse por completo mediante procedimientos, fórmulas y criterios de decisión.

A continuación, se describe las tres pruebas de coherencia que se trabajó:

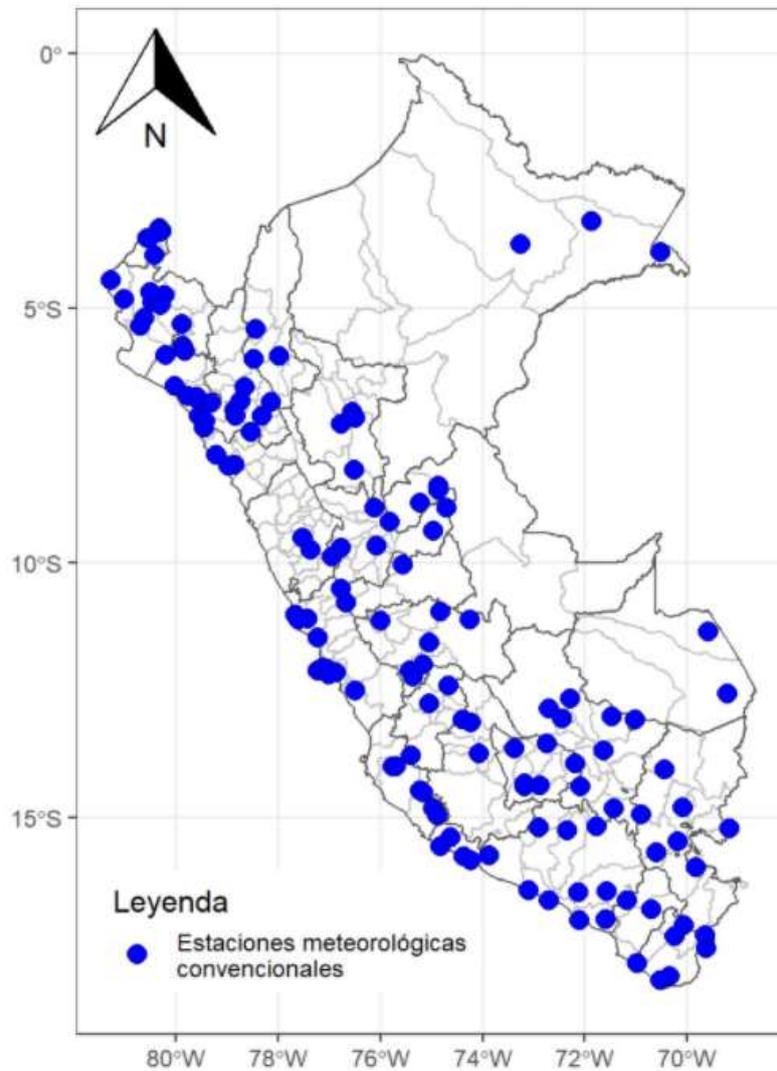
- i. **La coherencia interna:** se basa en las relaciones físicas que existen entre los elementos climatológicos. Todos los elementos deberían verificarse exhaustivamente comparándolos con otros elementos afines dentro de cada observación. Por ejemplo, deberían verificarse los datos psicométricos para garantizar que la temperatura de bulbo seco notificada sea igual o superior a la temperatura de bulbo húmedo notificada. Del mismo modo, deberá comprobarse que la relación entre la visibilidad y el tiempo reinante se ajuste a las prácticas de observación normalizadas.

- ii. **Las pruebas de coherencia temporal:** examinan la variación de un elemento en el tiempo. Muchos conjuntos de datos climatológicos muestran una importante correlación en serie. Debería hacerse un control comparando la observación en cuestión con la anterior y la posterior en el ordenamiento. Basándose en la experiencia o en métodos analíticos o estadísticos, quienes examinen los datos pueden establecer la magnitud del cambio que podría experimentar un determinado elemento en cualquier intervalo de tiempo. Por lo general, este cambio depende del elemento, la estación del año, la ubicación y el lapso transcurrido entre dos observaciones sucesivas. Por ejemplo, un descenso de 10 °C en la temperatura al cabo de una hora puede ser sospechoso, pero podría resultar muy factible si se le relacionara con el paso de un frente frío o la aparición de una brisa marina. El valor sospecho tendrá que compararse con el tiempo reinante en ese momento y tal vez con otras observaciones (tales como la dirección del viento, las observaciones por satélite y radar o la detección de relámpagos) antes de decidir si se valida o modifica.
  
- iii. **La coherencia espacial:** compara cada observación con observaciones efectuadas al mismo tiempo en otras estaciones de la zona. Cada observación puede compararse con las que cabría esperar en el emplazamiento teniendo en cuenta las observaciones de las estaciones vecinas. Los datos que difieren notablemente entre las observaciones esperadas y las que, de hecho, se obtienen deberán marcarse para ser sometidos a una revisión, corrección o eliminación, según proceda. Es importante reconocer que solo deberían compararse directamente las cantidades semejantes, tales como las velocidades del viento medidas a la misma altura; los valores medidos a elevaciones similares, como en una topografía plana y abierta, o valores medidos en una zona de características climatológicas semejantes (OMM, 2018).

## IV. METODOLOGÍA

### 4.1. Área de estudio

La presente monografía desarrollada, es un análisis no experimental. Para lo cual se ha utilizado los datos de temperatura máxima, temperatura mínima y temperatura del aire medidas a las 07, 13 y 19 horas, de 134 estaciones meteorológicas convencionales, distribuidas en todo el Perú (ver Figura 3).



**Figura 3:** Mapa de las estaciones meteorológicas convencionales a nivel nacional

## 4.2. Información de estaciones meteorológicas

Se hizo uso de datos registrados de temperatura máxima, temperatura mínima y temperatura del aire, esta última tomada del termómetro de bulbo seco a las 07 h, 13 h y 19 h, de 134 estaciones meteorológicas convencionales del SENAMHI, desde el inicio de funcionamiento de cada estación, como se detalla en el Anexo 01.

## 4.3. Programas computacionales

Los Softwares usados en esta monografía fueron: TOAD, SIEM, SISCONTROL, CarryMap, GrADS, Office.

## 4.4. Metodología

Debido a la gran demanda de requerimientos de datos de distintos usuarios y en vista de la mala caracterización que han ido realizando las reglas de control de calidad, la SGD se ha visto en la obligación de analizar las reglas que relacionen a los datos de temperatura.

### 4.4.1. Reglas analizadas

A continuación, se detalla las reglas que fueron analizadas:

Regla I: La temperatura máxima para un día ( $n$ ), debe ser mayor que el dato de la temperatura del termómetro de bulbo seco medido a las 07 h del mismo día ( $n$ ).

$$T_x(n) > T_{07}(n)$$

Regla II: La temperatura máxima para un día ( $n$ ), debe ser mayor o igual que el dato de la temperatura del termómetro de bulbo seco medido a las 13 h del mismo día ( $n$ ).

$$T_x(n) \geq T_{13}(n)$$

Regla III: La temperatura máxima para un día ( $n$ ), debe ser mayor que el dato de la temperatura del termómetro de bulbo seco medido a las 19 h del mismo día ( $n$ ).

$$T_x(n) > T_{19}(n)$$

Regla IV: La temperatura mínima para un día ( $n$ ), debe ser menor o igual que el dato de la temperatura del termómetro de bulbo seco medido a las 07 h del mismo día ( $n$ ).

$$T_n(n) \leq T_{07}(n)$$

Regla V: La temperatura mínima para un día ( $n$ ), debe ser menor que el dato de la temperatura del termómetro de bulbo seco medido a las 13 h del mismo día ( $n$ ).

$$T_n(n) < T_{13}(n)$$

Regla VI: La temperatura mínima para un día ( $n$ ), debe ser menor que el dato de la temperatura del termómetro de bulbo seco medido a las 19 h del mismo día ( $n$ ).

$$T_n(n) < T_{19}(n)$$

Donde:

Tx: Temperatura máxima del aire

Tn: Temperatura mínima del aire

T07: Temperatura del aire registrada a las 07 horas

T13: Temperatura del aire registrada a las 13 horas

T19: Temperatura del aire registrada a las 19 horas

#### 4.4.2. Consulta a la base de datos

A través del Software TOAD, se realizó una consulta masiva a la base de datos del SENAMHI, sobre la data de las 134 estaciones que NO CUMPLA con las reglas I, II, III, IV, V y VI y por tanto han sido caracterizados con el flag de “dato malo”.

#### 4.4.3. Análisis de datos

##### a. Verificación con planillas climatológicas

Para cerciorarse que los datos que hayan dado como resultado en el proceso del punto 3.4.2, no hayan presentado error en la introducción de datos mediante el teclado (error de transcripción), se procedió a hacer la verificación manual entre la planilla y el dato ingresado en el Software SIEM.

- En seguida, los datos encontrados con error de transcripción son corregidos a través del Software SISCONTROL.
- Los datos que presentan error de transcripción pasan nuevamente por las reglas I, II, III, IV, V y VI. Y aquellos que pese a ser corregidos, siguen siendo caracterizados como “datos malos”, son analizados como se desarrolla a continuación.

NOTA: Además de cotejar que los datos no hayan tenido error de transcripción, también se ha revisado la metadata y observaciones que hayan sido recopilados por el operador meteorológico, y que hayan podido influenciar en el registrado de los datos.

b. Análisis de datos, por cada regla

Se procede a validar los datos con flag de “dato malo”, teniendo en cuenta la variación diurna de temperatura, como lo indica la Figura 2.

i. Para datos que no cumplen con la regla I:  $T_x(n) > T_7(n)$

Se toma como ejemplo la estación El Salto, ver Tablas 1 y 2.

**Tabla 1:** Información de la estación El Salto

Estación	Latitud	Longitud	Altitud
El Salto	03° 27'6.15 “S”	80° 16'48.72 “N”	4 msnm

**Tabla 2:** Datos de la primera decadiaria del mes de agosto de 1993 de la estación El Salto

Fecha	Tx	Tn	T07	T13	T19
1/08/1993	26.2	19.8	<b>20.4</b>	25.8	22.8
2/08/1993	26.0	21.2	<b>22.0</b>	25.4	23.4
3/08/1993	26.5	20.0	<b>20.6</b>	26.0	23.4
4/08/1993	26.0	18.5	<b>19.6</b>	25.6	21.6
<b>5/08/1993</b>	<b>25.0</b>	<b>20.0</b>	<b>26.2</b>	<b>23.8</b>	<b>21.6</b>
6/08/1993	25.0	18.5	<b>19.8</b>	24.2	22.6
7/08/1993	27.2	19.4	<b>21.0</b>	26.8	22.6
8/08/1993	26.2	19.0	<b>19.2</b>	25.0	22.4
9/08/1993	25.5	19.0	<b>19.6</b>	25.2	22.6
10/08/1993	23.5	19.8	<b>21.4</b>	22.8	22.2

- Coherencia interna

Se puede observar en la Tabla 2 que, para el día 05/08, existe una diferencia aceptable entre la temperatura máxima y la temperatura del aire medida a las 13 horas; sin embargo, hay una diferencia marcada de 6.2 °C entre la temperatura mínima y la temperatura del bulbo seco medido a las 07 horas.

- Coherencia temporal

Se puede observar que el dato sombreado de rojo en la Tabla 2, pese a ser conforme con la planilla climatológica, no presenta coherencia temporal con la primera decadiaria de agosto, además, también se aprecia la diferencia marcada en comparación de los días anteriores y posteriores, de 6°C aproximadamente.

- Coherencia Espacial

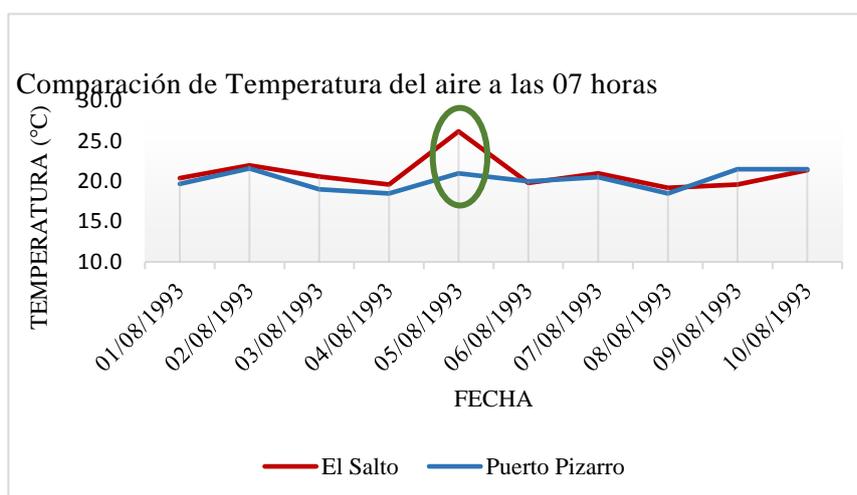
Para este análisis, se usa el aplicativo CarryMap, de ese modo se obtiene que la estación Puerto Pizarro tiene una geografía homogénea y es la más próxima, ubicada a 18 km aproximadamente.

**Tabla 3:** Información de la estación Puerto Pizarro

Estación	Latitud	Longitud	Altitud
Puerto Pizarro	03° 30'13.67 "S"	80° 23'42.14 "W"	6 msnm

**Tabla 4:** Datos de la primera decadiaria del mes de agosto de 1993 de la estación Puerto Pizarro

Fecha	Tx	Tn	T07	T13	T19
1/08/1993	27.8	19.2	<b>19.7</b>	27.7	23.3
2/08/1993	27.2	20.4	<b>21.6</b>	27.0	22.5
3/08/1993	27.2	18.7	<b>19.0</b>	27.0	23.0
4/08/1993	27.2	18.3	<b>18.5</b>	27.0	22.0
<b>5/08/1993</b>	<b>25.2</b>	<b>20.4</b>	<b>21.0</b>	<b>25.0</b>	<b>22.0</b>
6/08/1993	26.4	19.8	<b>20.0</b>	25.5	22.5
7/08/1993	28.4	20.3	<b>20.5</b>	27.5	22.8
8/08/1993	27.7	18.3	<b>18.5</b>	27.5	22.5
9/08/1993	27.2	19.2	<b>21.5</b>	26.5	22.0
10/08/1993	24.7	20.6	<b>21.5</b>	24.5	22.0



**Figura 4:** Comparación de temperaturas del aire de las estaciones El Salto y Puerto Pizarro

Según la figura 4, se puede observar que hay una diferencia significativa entre las dos estaciones, de 5°C para el día 05/08.

ii. Para datos que no cumplen con la regla II:  $T_x(n) \geq T_{13}(n)$

Se toma como ejemplo la estación Bellavista.

**Tabla 5:** Información de la estación Bellavista

Estación	Latitud	Longitud	Altitud
Bellavista	07° 03'18.6 "S"	76° 33'30.1 "W"	247 msnm

**Tabla 6:** Datos del 6 al 15 de febrero de 2009 de la estación Bellavista

Fecha	Tx	Tn	T07	T13	T19
6/02/2009	<b>32.5</b>	22.8	23.4	29.5	25.6
7/02/2009	<b>34.4</b>	21.5	22.0	32.6	28.6
8/02/2009	<b>32.8</b>	22.0	23.8	31.0	27.4
9/02/2009	<b>33.8</b>	21.9	22.2	31.8	28.4
10/02/2009	<b>30.2</b>	22.6	23.7	26.2	25.6
<b>11/02/2009</b>	<b>22.2</b>	<b>22.8</b>	<b>23.8</b>	<b>27.6</b>	<b>25.8</b>
12/02/2009	<b>31.0</b>	21.8	22.6	30.2	27.0
13/02/2009	<b>34.2</b>	22.6	23.0	32.6	28.1
14/02/2009	<b>33.8</b>	22.5	23.8	32.4	28.2
15/02/2009	<b>35.2</b>	24.0	24.4	34.0	27.3

- Coherencia interna

En este caso, de acuerdo con la Tabla 6, para el día 11/02 el dato de temperatura máxima 22.2°C, ha sido un error de transcripción y el dato registrado en la planilla climatológica es 29.2, dato que si es válido.

- Coherencia temporal

Se puede observar que el dato sombreado de rojo en la Tabla 6, no presenta coherencia temporal con los días anteriores y posteriores, ya que existe una diferencia importante de 8°C aproximadamente.

- Coherencia Espacial

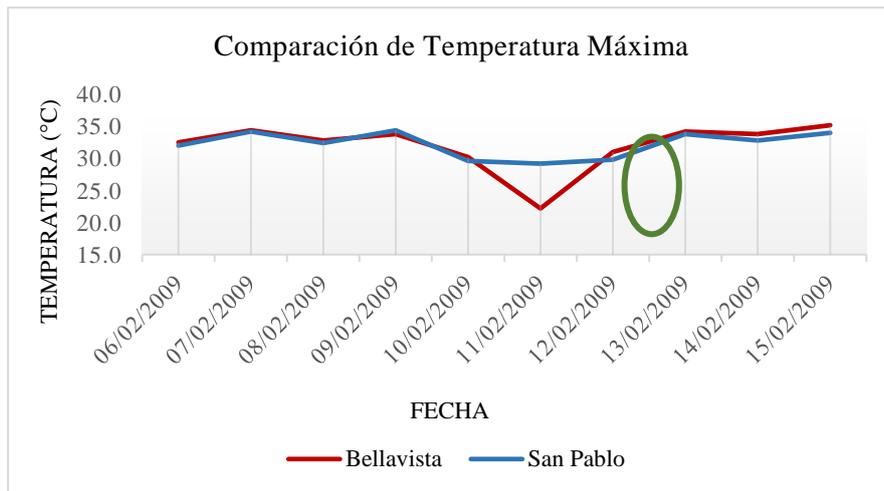
Para este análisis, se usa el aplicativo CarryMap, de ese modo se obtiene que la estación San Pablo tiene una geografía homogénea y es la más próxima, ubicada a 25 km aproximadamente.

**Tabla 7:** Información de la estación San Pablo

Estación	Latitud	Longitud	Altitud
San Pablo	06° 48'34.4 "S"	76° 34'34.5 "W"	270 msnm

**Tabla 8:** Datos del 6 al 15 de febrero de 2009 de la estación San Pablo

Fecha	Tx	Tn	T07	T13	T19
6/02/2009	<b>32.0</b>	22.4	23.0	29.4	27.8
7/02/2009	<b>34.2</b>	21.2	22.2	31.8	28.2
8/02/2009	<b>32.4</b>	21.4	22.8	30.2	28.4
9/02/2009	<b>34.4</b>	21.6	22.2	31.6	28.4
10/02/2009	<b>29.6</b>	21.4	23.6	27.0	26.8
<b>11/02/2009</b>	<b>29.2</b>	<b>22.5</b>	<b>23.8</b>	<b>28.8</b>	<b>25.4</b>
12/02/2009	<b>29.8</b>	22.2	23.2	28.4	26.8
13/02/2009	<b>33.8</b>	22.4	23.0	31.8	29.2
14/02/2009	<b>32.8</b>	21.8	22.8	30.8	28.6
15/02/2009	<b>34.0</b>	21.4	24.4	33.2	27.4



**Figura 5:** Comparación de temperatura Máxima de las estaciones Bellavista y San Pablo

Según la figura 5, se puede observar que hay una diferencia significativa entre las dos estaciones, de 7°C para el día 11/02.

iii. Para datos que no cumplan con la regla III:  $T_x(n) > T_{19}(n)$

Se toma como ejemplo la estación Pichanaky.

**Tabla 9:** Información de la estación Pichanaki

Estación	Latitud	Longitud	Altitud
Pichanaki	10° 56'.7 "S"	74° 52'.5 "W"	497 msnm

Tabla 10: Datos de la última decadiaria del mes de julio de 2011 de la estación Pichanaki

Fecha	Tx	Tn	T07	T13	T19
21/07/2011	32.0	18.0	19.0	30.8	<b>22.4</b>
22/07/2011	32.5	19.2	20.0	31.8	<b>24.4</b>
23/07/2011	33.0	19.8	22.2	31.2	<b>27.6</b>
24/07/2011	33.5	20.5	21.2	29.0	<b>25.6</b>
<b>25/07/2011</b>	<b>33.0</b>	<b>23.8</b>	<b>24.4</b>	<b>32.0</b>	<b>36.4</b>
26/07/2011	33.2	18.0	19.0	32.0	<b>25.6</b>
27/07/2011	33.0	17.5	19.2	31.2	<b>26.6</b>
28/07/2011	33.2	17.6	19.8	31.4	<b>26.6</b>
29/07/2011	32.0	18.0	19.6	31.8	<b>26.2</b>
30/07/2011	32.2	18.5	19.8	27.4	<b>26.2</b>
31/07/2011	28.5	18.0	20.6	25.0	<b>20.8</b>

- Coherencia interna

En la Tabla 10, se puede observar que para el día 25/07 existe coherencia entre la temperatura máxima y la temperatura del aire a las 13 horas, también en el caso de la temperatura mínima y la temperatura del bulbo seco medido a las 07 horas; sin embargo, hay incoherencia entre la temperatura máxima y la temperatura del bulbo seco medido a las 19 horas.

- Coherencia temporal

Se puede observar que el dato sombreado de rojo en la Tabla 10, pese a ser conforme con la planilla climatológica, no presenta coherencia temporal con la última decadiaria de julio, además, también se aprecia la diferencia marcada en comparación de los días anteriores y posteriores, de 10.8°C.

- Coherencia Espacial

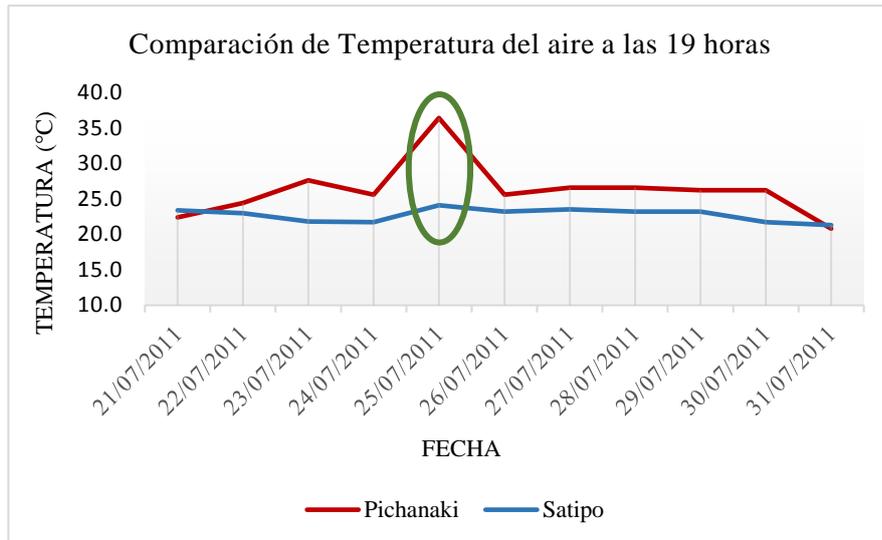
Para este análisis, se usa los datos de la estación Satipo, ya que tiene una geografía homogénea y es la más próxima, ubicada a 36 km aproximadamente.

**Tabla 11:** Información de la estación Satipo

Estación	Latitud	Longitud	Altitud
Satipo	11° 13'28.82 "S"	74° 36'31.28 "W"	577 msnm

**Tabla 12:** Datos de la última decadiaria del mes de julio de 2011 de la estación Satipo

Fecha	Tx	Tn	T07	T13	<b>T19</b>
21/07/2011	36.0	14.2	16.2	32.9	<b>23.4</b>
22/07/2011	34.8	15.9	17.8	32.5	<b>23.0</b>
23/07/2011	34.2	16.8	18.5	31.4	<b>21.8</b>
24/07/2011	33.9	17.1	19.8	29.5	<b>21.7</b>
<b>25/07/2011</b>	<b>37.2</b>	<b>17.0</b>	<b>19.2</b>	<b>29.9</b>	<b>24.1</b>
26/07/2011	36.8	15.3	17.7	33.4	<b>23.2</b>
27/07/2011	37.0	15.4	17.6	33.6	<b>23.5</b>
28/07/2011	35.9	16.4	19.0	32.8	<b>23.2</b>
29/07/2011	36.4	17.1	19.9	33.5	<b>23.2</b>
30/07/2011	32.7	16.8	18.8	29.4	<b>21.7</b>
31/07/2011	32.2	15.9	17.8	28.9	<b>21.3</b>



**Figura 6:** Comparación de temperatura de la aire de las estaciones Pichanaki y Satipo

Según la figura 6, se puede observar que hay una diferencia importante de 12.3°C en ese día 25/07.

iv. Para datos que no cumplen con la regla IV:  $T_n(n) \leq T_{07}(n)$

Se toma como ejemplo la estación Mañazo.

**Tabla 13:** Información de la estación Bellavista

Estación	Latitud	Longitud	Altitud
Mañazo	15° 47'58 "S"	70° 20'22.2 "W"	3931 msnm

**Tabla 14:** Datos de la primera decadiaria del mes de noviembre de 2013 de la estación Mañazo

Fecha	Tx	Tn	T07	T13	T19
1/11/2013	18.6	<b>2.8</b>	5.8	17.4	8.2
2/11/2013	18.8	<b>0.8</b>	8.6	17.0	12.0
3/11/2013	16.6	<b>4.8</b>	8.4	16.2	6.0
4/11/2013	14.8	<b>4.2</b>	6.4	8.6	8.0
5/11/2013	16.8	<b>2.0</b>	6.0	12.8	9.8
<b>6/11/2013</b>	<b>16.0</b>	<b>24.0</b>	<b>5.6</b>	<b>15.6</b>	<b>10.6</b>
7/11/2013	19.4	<b>-0.4</b>	7.8	18.2	10.0
8/11/2013	19.0	<b>2.0</b>	7.6	18.0	11.0
9/11/2013	19.6	<b>1.6</b>	6.6	18.6	11.6
10/11/2013	21.2	<b>5.4</b>	10.4	20.4	11.4

- Coherencia interna

En la Tabla 3.14, para el día 06/11, el dato de temperatura mínima 24°C, ha sido un error de transcripción y el dato registrado en la planilla climatológica es 2.4, dato que si es válido.

- Coherencia temporal

Se puede observar que el dato sombreado de rojo en la Tabla 3.14, no presenta coherencia temporal con la última decadiaria de julio, además, también se aprecia la diferencia marcada en comparación de los días anteriores y posteriores, de 22°C.

- Coherencia Espacial

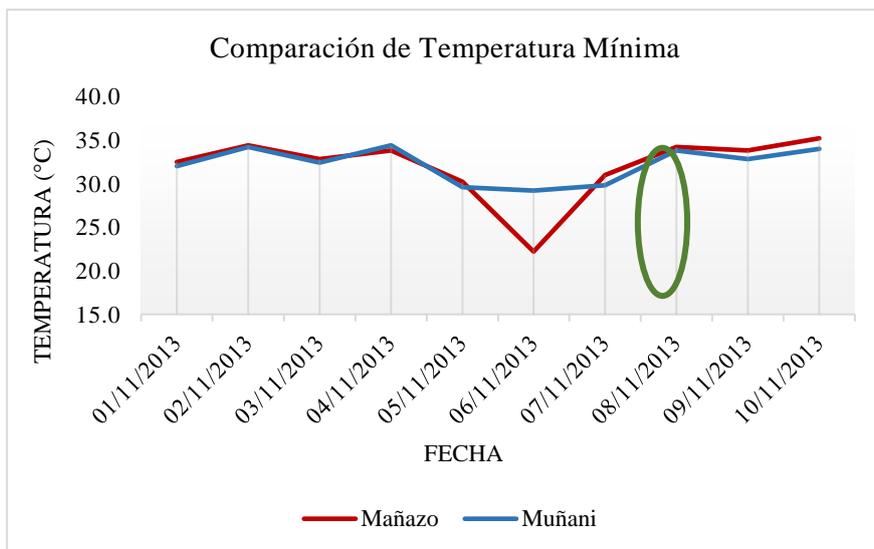
Para este análisis, se usa los datos de la estación Muñani, ya que tiene una geografía homogénea y es la más próxima, ubicada a 12 km aproximadamente.

**Tabla 15:** Información de la estación Muñani

Estación	Latitud	Longitud	Altitud
Muñani	14° 46'1 "S"	69° 57'6.5 "W"	3932 msnm

**Tabla 16:** Datos de la primera decadiaria del mes de noviembre de 2013 de la estación Mañazo

Fecha	Tx	Tn	T07	T13	T19
1/11/2013	16.2	<b>3.0</b>	4.8	15.6	8.6
2/11/2013	17.4	<b>2.2</b>	5.0	16.2	7.4
3/11/2013	16.2	<b>5.2</b>	3.2	12.0	8.0
4/11/2013	14.8	<b>5.4</b>	7.0	13.6	9.0
5/11/2013	16.6	<b>4.0</b>	5.6	15.4	8.0
<b>6/11/2013</b>	<b>20.0</b>	<b>3.0</b>	<b>3.6</b>	<b>17.8</b>	<b>8.6</b>
7/11/2013	20.4	<b>0.0</b>	3.8	18.4	12.6
8/11/2013	20.8	<b>-1.0</b>	2.8	16.6	9.0
9/11/2013	21.2	<b>-0.8</b>	5.4	18.6	10.2
10/11/2013	20.4	<b>4.8</b>	7.4	18.8	10.4



**Figura 7:** Comparación de la primera decadiaria de noviembre de 2013 de las estaciones Mañazo y Muñani

Según la figura 7, se puede observar que hay una diferencia importante de 21°C en ese día 06/11.

v. Para datos que no cumplen con la regla V:  $T_n(n) < T_{13}(n)$

Se toma como ejemplo la estación San Alejandro.

**Tabla 17:** Información de la estación San Alejandro

Estación	Latitud	Longitud	Altitud
San Alejandro	08° 50'4 "S"	75° 12'59.01 "W"	210 msnm

**Tabla 18:** Datos de la última decadiaria del mes de octubre de 2015 de la estación San Alejandro

Fecha	Tx	Tn	T07	<b>T13</b>	T19
22/10/2015	36.7	23.5	24.0	<b>36.2</b>	26.0
23/10/2015	37.2	22.8	24.8	<b>36.8</b>	28.6
24/10/2015	34.0	22.9	24.0	<b>33.2</b>	24.4
25/10/2015	34.3	22.6	23.2	<b>33.8</b>	27.8
<b>26/10/2015</b>	<b>32.5</b>	<b>22.9</b>	<b>24.4</b>	<b>22.6</b>	<b>24.6</b>
27/10/2015	31.2	21.2	22.0	<b>28.2</b>	25.8
28/10/2015	30.2	21.3	22.8	<b>29.4</b>	25.4
29/10/2015	35.9	22.0	23.6	<b>35.0</b>	24.0
30/10/2015	36.0	22.5	23.2	<b>34.6</b>	28.0
31/10/2015	32.9	23.8	24.6	<b>30.8</b>	25.2

- Coherencia interna

En este caso, el dato sombreado de rojo en la Tabla 3.18, 22.6°C, no muestra coherencia con el dato de temperatura máxima, ya que es la hora aproximada en la que se registra la máxima temperatura del día, incluso es menor que el registro de la temperatura mínima.

- Coherencia temporal

Se puede observar que el dato sombreado de rojo en la Tabla 3.18, no presenta coherencia temporal con la última decadiaria de octubre de 2015, siendo notorio en la diferencia con los días anteriores y posteriores, de 11.2°C y 5.6°C respectivamente.

- Coherencia Espacial

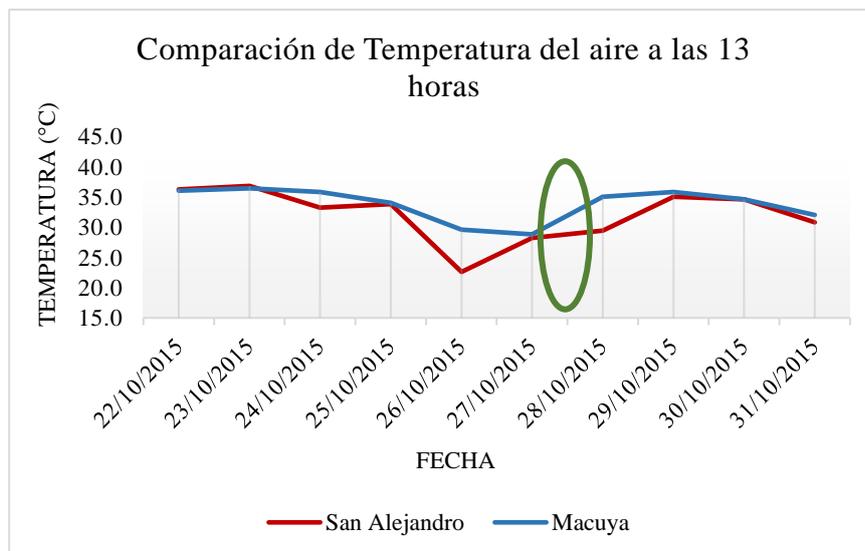
Para este análisis, se usa los datos de la estación Macuya, ya que tiene una geografía homogénea y es la más próxima, ubicada a 23 km aproximadamente.

**Tabla 19:** Información de la estación Macuya

Estación	Latitud	Longitud	Altitud
Macuya	08° 52'24.6 "S"	75° 00'30.5 "W"	221 msnm

**Tabla 20:** Datos de la última decadiaria del mes de octubre de 2015 de la estación Macuya

Fecha	Tx	Tn	T07	<b>T13</b>	T19
22/10/2015	36.6	22.2	26.2	<b>36.0</b>	25.6
23/10/2015	37.0	21.5	25.2	<b>36.4</b>	27.2
24/10/2015	36.0	22.0	24.6	<b>35.8</b>	24.8
25/10/2015	34.4	22.0	23.8	<b>34.0</b>	26.4
<b>26/10/2015</b>	<b>31.8</b>	<b>21.5</b>	<b>24.0</b>	<b>29.6</b>	<b>24.8</b>
27/10/2015	30.0	20.8	21.4	<b>28.8</b>	24.8
28/10/2015	36.4	21.0	24.2	<b>35.0</b>	26.8
29/10/2015	36.0	21.0	24.8	<b>35.8</b>	27.2
30/10/2015	37.2	22.0	24.8	<b>34.6</b>	28.4
31/10/2015	32.4	23.0	24.8	<b>32.0</b>	26.2



**Figura 8:** Comparación de temperatura del aire a las 13 horas de las estaciones San Alejandro y Macuya

Según la figura 8, se puede observar que hay una diferencia de 7°C en ese día 26/10.

vi. Para datos que no cumplen con la regla VI:  $T_n(n) < T_{19}(n)$

Se toma como ejemplo la estación Las Palmeras de Ucayali.

**Tabla 21:** Información de la estación Las Palmeras de Ucayali

Estación	Latitud	Longitud	Altitud
Las Palmeras de Ucayali	08° 34'56.98 "S"	74° 51'58.07 "W"	170 msnm

**Tabla 22:** Datos de la primera decadiaria del mes de abril de 2007 de la estación Las Palmeras de Ucayali

Fecha	Tx	Tn	T07	T13	T19
1/04/2007	28.0	23.2	23.4	25.6	22.6
2/04/2007	31.2	21.8	21.8	29.2	25.0
3/04/2007	33.4	20.4	21.6	31.0	25.4
4/04/2007	34.2	21.8	23.0	33.2	25.2
5/04/2007	27.8	22.6	22.6	26.4	23.6
6/04/2007	31.0	22.9	23.0	30.0	25.6
7/04/2007	28.2	<b>23.9</b>	24.2	25.0	<b>23.3</b>
8/04/2007	32.6	22.2	23.2	32.3	25.2
9/04/2007	29.0	21.8	22.6	26.4	22.6
10/04/2007	30.4	22.2	22.8	28.8	23.6

- Coherencia interna

Para este caso, los datos sombreados de rojo en la Tabla 3.22, presentan una diferencia de 0.6°C, la cual no es significativa, además el observador ha indicado en la planilla climatológica que durante el día hubo cielo cubierto en horas de la tarde, lo que nos garantiza la coherencia interna entre los datos de temperatura.

- Coherencia temporal

Se puede observar que los datos sombreados de rojo en la Tabla 3.22, presenta coherencia temporal, ya que en esa decadiaria los valores de temperatura están dentro del rango de valores de acuerdo a su climatología.

- Coherencia Espacial

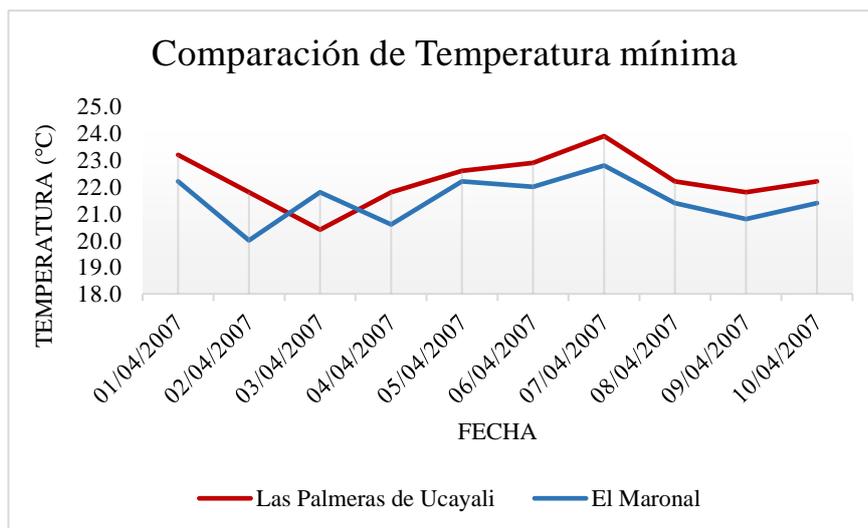
Para este análisis, se usa los datos de la estación El Maronal, ya que tiene una geografía homogénea y es la más próxima, ubicada a 28 km aproximadamente.

**Tabla 23:** Información de la estación El Maronal

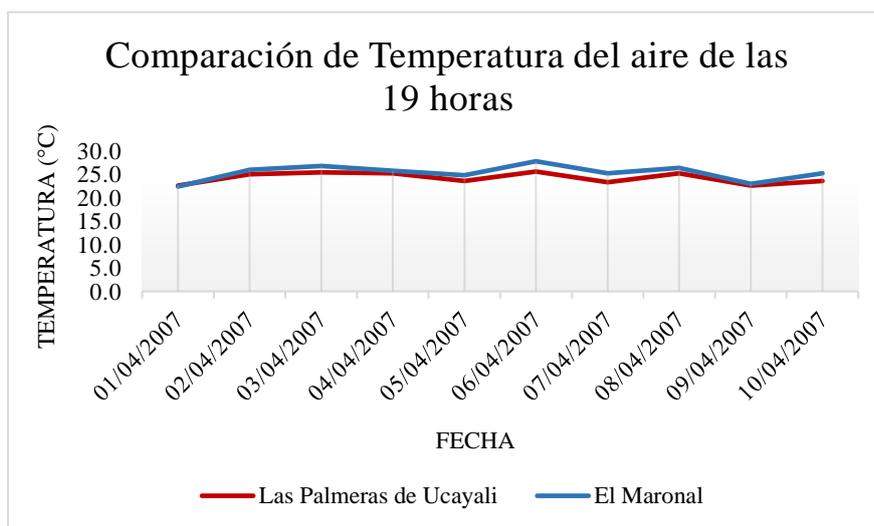
Estación	Latitud	Longitud	Altitud
El Maronal	08° 27'0 "S"	75° 05'48.5 "W"	178 msnm

**Tabla 24:** Datos de la primera decadiaria del mes de abril de 2007 de la estación Las Palmeras de Ucayali

Fecha	Tx	Tn	T07	T13	T19
1/04/2007	29.6	22.2	24.4	28.0	22.4
2/04/2007	31.8	20.0	22.4	30.6	26.0
3/04/2007	32.8	21.8	24.6	31.6	26.8
4/04/2007	34.4	20.6	26.4	33.6	25.8
5/04/2007	28.4	22.2	23.8	28.0	24.8
6/04/2007	32.6	22.0	23.8	30.6	27.8
7/04/2007	27.6	<b>22.8</b>	24.8	26.2	<b>25.2</b>
8/04/2007	32.4	21.4	23.8	31.8	26.4
9/04/2007	26.4	20.8	23.4	25.4	23.0
10/04/2007	30.6	21.4	23.2	29.4	25.2



**Figura 9:** Comparación de temperatura mínima de las estaciones Las Palmeras de Ucayali y El Maronal



**Figura 10:** Comparación de temperatura del aire de las 19 horas de la primera decadiaria de abril de 2007 de las estaciones Las Palmeras de Ucayali y El Maronal

Según las figuras 9 y 10, muestran que las temperaturas de mínimas y las temperaturas del aire de las 19 horas de ambas estaciones siguen un mismo patrón, presentando de esta manera coherencia espacial.

## **V. RESULTADOS**

### **5.1. Contexto Laboral**

El SENAMHI, es un organismo público ejecutor, adscrito al Ministerio del Ambiente, tiene como misión generar y proveer información y conocimiento meteorológico, hidrológico y climático para la sociedad peruana de manera oportuna y confiable, contribuyendo de esta manera a la reducción de los impactos negativos producidos por los fenómenos naturales de origen hidrometeorológico.

La Dirección de Redes de Observación y Datos, DRD, es el órgano de línea responsable de conducir, formular, proponer y coordinar los planes, estrategias y proyectos para la organización, administración y mantenimiento de la Red Nacional de Estaciones y el Archivo Nacional de Información meteorológica, hidrológica, agrometeorológica y atmosférica y la gestión de datos del SENAMHI. Formula, propone, conduce y ejecuta los estudios e investigaciones en el área de su competencia.

La DRD, a través de la Subdirección de Gestión de Datos, SGD, tiene como función principal administrar toda la data meteorológica, hidrológica, agrometeorológica y ambiental atmosférica generada por la red observacional a nivel nacional, la cual constituye la materia prima base 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 (SENAMHI-DRD, 2019).

### **5.2. Determinación y análisis del problema**

Como se ha indicado en el punto anterior, la SGD tiene en sus principales funciones la administración de la data meteorológica, y parte de esto es el proceso de control de calidad y todo lo que ello implique. Dicho proceso consta de dos fases, automático y manual. El primero consiste en sistemas informáticos de control de calidad, que contiene pruebas por

las que tienen pasar los datos, y la segunda que consiste en el análisis manual de la data resultante de la primera fase, por parte del especialista meteorológico. En ese sentido, se tiene que garantizar el correcto funcionamiento del proceso automático. Es por ello, que la SGD se ha visto en la obligación de determinar si es necesario el replanteo de las pruebas de control de calidad para los datos de temperaturas extremas y temperaturas del aire.

### 5.3. Proyecto de solución

Como parte de la solución al problema del mal funcionamiento de las reglas de control de calidad para datos de temperaturas, se planteó la propuesta del análisis de estas pruebas, de modo que se pueda determinar la necesidad de un replanteamiento que se alinee al comportamiento normal de la atmósfera de nuestro país. En la Tabla 25 se presenta las actividades específicas o estrategias que correspondieron al análisis.

**Tabla 25:** Actividades específicas

Objetivos	Actividades	Indicador	Fecha
Determinar la eficiencia de las reglas de control de calidad para las variables de temperatura máxima, temperatura mínima y temperatura del aire, establecidas en el sistema informático de control de calidad del SENAMHI	Revisión bibliográfica sobre el tema	Carpeta digital con material bibliográfico recolectado	El desarrollo de este análisis fue de mayo 2019 a noviembre 2019
	Selección del área de estudio y data que será analizada	Base de datos de temperaturas extremas y temperaturas del aire, que no hayan aprobado las reglas de control de calidad impuestas	
	Revisión de planillas climatológicas	Base de datos con errores de transcripción	
Replantear o excluir las reglas de control de calidad que relacionan las variables de temperatura máxima, temperatura mínima y temperatura del aire	Análisis de coherencia interna, coherencia temporal y coherencia espacial	Base de datos con "falsos positivos", datos válidos.	
	Determinación del replanteamiento de las reglas de control de calidad	Replanteamiento en las reglas de control de calidad para los datos de temperaturas extremas y temperatura del aire	

### 5.4. Evaluación del Proyecto

Luego de obtener la lista de estaciones de las que se analizaron los datos de temperatura, se detalla a continuación los resultados.

#### 5.4.1. Consulta a la base de datos

Los resultados obtenidos se detallan en la Tabla 26.

**Tabla 26:** Cantidad de datos que no pasan las reglas establecidas

Regla	Cantidad de datos que no cumplen
$T_x(n) > T7(n)$	249
$T_x(n) \geq T13(n)$	105
$T_x(n) > T19(n)$	450
$T_n(n) \leq T7(n)$	90
$T_n(n) < T13(n)$	820
$T_n(n) < T19(n)$	6902
Total	8616

#### 5.4.2. Verificación con planillas climatológicas

La cantidad de datos encontrados con error de transcripción ha sido 504, los cuales han sido corregidos en la base de datos, a través del Software SISCONTROL. A continuación, un ejemplo se muestra en la Tabla 27.

**Tabla 27:** Muestra de dato con error de transcripción de la estación Amazonas

Estación	Fecha	Fuente	$T_x$ (°C)	$T_n$ (°C)	T7 (°C)	T13 (°C)	T19 (°C)
Amazonas	13/11/2005	Planilla Climatológica	31.5	<b>23.5</b>	24.8	30.8	26.4
		SIEM / Base de datos SENAMHI	31.5	<b>33.5</b>	24.8	30.8	26.4

Con la plataforma SISCONTROL, se pudo reemplazar el dato 33.5 °C por el 23.5 °C, siendo este último el correcto, y al pasar nuevamente por las reglas de control de calidad, los datos fueron caracterizados como buenos. Asimismo, se obtuvo que 101 datos pese a ser corregidos por presentar error de transcripción, no aprobaron las reglas de control, por lo tanto, fueron analizadas como se detallará en el siguiente punto.

#### 5.4.3. Análisis de datos por cada regla

##### a. $T_x(n) > T07(n)$

Teniendo en cuenta el ejemplo mostrado en las Tablas 1, 2, 3 y 4.

- Coherencia Interna:

De acuerdo con el balance energético (solar y terrestre) que se da durante el día y la noche (ver figura 1), se puede observar en la Tabla 2 que, en el día 05/08 la temperatura máxima, temperatura mínima y las temperaturas del aire de las 13 y 19 horas, presentan un

comportamiento normal, y estos datos se consideran válidos; sin embargo, el dato de la temperatura del aire medido a las 07 horas no presenta coherencia interna con respecto de la temperatura mínima, ya que ésta última se da en horas muy cercanas a las 07 horas, y la diferencia entre estas no debería ser importante, como si lo es en este caso de 6.2°C. Por lo tanto, se determina que el dato de 26.2°C, marcado de rojo, no presenta coherencia interna.

- Coherencia Temporal:

Para este tipo de análisis se evalúa la desviación estándar muestral, de las Tablas 2 y 4, de modo que éste nos dé un indicio del impacto en la dispersión que causa el dato sombreado de rojo de la Tabla 2, 26.2°C.

**Tabla 28:** Desviación Estándar de la primera decadiaria de agosto 1993, de los datos de temperatura de las estaciones El Salto y Puerto Pizarro

Variable	Desviación Estándar Muestral	
	El Salto	Puerto Pizarro
Tx	1.0236	1.1566
Tn	0.8217	0.8979
T07	<b>2.0362</b>	1.2282
T13	1.1702	1.1272
T19	0.6197	0.4671

La desviación estándar sombreada de rojo de la Tabla 28, nos muestra que el dato 26.2°C de la Tabla 2, genera una mayor dispersión en los datos de temperaturas del aire de las 07 horas, con respecto a la primera decadiaria de la estación El Salto. Por lo tanto, dicho dato no presenta coherencia temporal.

- Coherencia Espacial:

La Figura 4, nos muestra la marcada diferencia de 5.2°C entre los datos de temperatura del aire de las 07 horas del día 05/08 en ambas estaciones (Ver Tabla 2 y Tabla 4), lo que nos indica que el dato 26.2°C no presenta coherencia espacial.

b.  $T_x(n) > T_{13}(n)$

Teniendo en cuenta el ejemplo mostrado en las Tablas 5, 6, 7 y 8.

- Coherencia Interna:

De acuerdo con el balance energético (solar y terrestre) que se da durante el día y la noche (ver figura 1), se puede observar en la Tabla.6 que, en el día 11/02 la temperatura mínima y las temperaturas del aire medidas a las 07, 13 y 19 horas, presentan un comportamiento

normal, y estos datos se consideran válidos; sin embargo, el dato de la temperatura máxima no presenta coherencia interna con respecto de la temperatura del aire medida a las 13 horas, ya que la primera se da en horas cercanas a las 13 horas, y la diferencia entre estas no debería ser importante, como si lo es en este caso de 5.4°C. Por lo tanto, se determina que el dato 22.2°C, marcado de rojo, no presenta coherencia interna.

- Coherencia Temporal:

Para este tipo de análisis se evalúa la desviación estándar muestral, de las Tablas 6 y 8, de modo que este nos dé un indicio del impacto en la dispersión que causa el dato sombreado de rojo de la Tabla 6, 22.2°C.

**Tabla 29:** Desviación Estándar de los datos del 6 al 15 de febrero de 2009, de los datos de temperatura de las estaciones Bellavista y San Pablo

Variable	Desviación Estándar Muestral	
	Bellavista	San Pablo
Tx	<b>3.7784</b>	2.0165
Tn	0.7091	0.4990
T07	0.7889	0.6880
T13	2.4442	1.8980
T19	1.1728	1.1205

La desviación estándar sombreada de rojo de la Tabla 29, nos muestra que el dato 22.2°C de la Tabla 6, genera una mayor dispersión en los datos de temperatura máxima, con respecto a los datos 6 al 15 de febrero de 2009 de la estación Bellavista. Por lo tanto, dicho dato, no presenta coherencia temporal.

- Coherencia Espacial:

La Figura 5, nos muestra la marcada diferencia de 7°C entre los datos de temperatura máxima del día 11/02 en ambas estaciones (Ver Tabla 6 y Tabla 8), lo que nos indica que el dato 22.2°C no presenta coherencia espacial.

c.  $T_x(n) > T_{19}(n)$

Teniendo en cuenta el ejemplo mostrado en las Tablas 9, 10, 11 y 12.

- Coherencia Interna:

De acuerdo con el balance energético (solar y terrestre) que se da durante el día y la noche (ver figura 1), se puede observar en la Tabla 10 que, en el día 25/07 la temperatura máxima,

temperatura mínima y las temperaturas del aire medidas a las 07 y 13 horas, presentan un comportamiento normal, y estos datos se consideran válidos; sin embargo, el dato de la temperatura del aire medido a las 19 horas no presenta coherencia interna con respecto de la temperatura máxima, ya que esta última debería ser mayor, según el comportamiento diario de temperatura durante el día. Por lo tanto, se determina que el dato 36.4°C, marcado de rojo, no presenta coherencia interna.

- **Coherencia Temporal:**

Para este tipo de análisis se evalúa la desviación estándar muestral, de las Tablas 10 y 12, de modo que este nos dé un indicio del impacto en la dispersión que causa el dato sombreado de rojo de la Tabla 10, 36.4°C.

**Tabla 30:** Desviación Estándar de los datos de la última decadiaria de julio de 2011, de los datos de temperatura de las estaciones Pichanaki y Satipo

Variable	Desviación Estándar Muestral	
	Pichanaki	Satipo
Tx	1.3835	1.7455
Tn	1.8555	0.9296
T07	1.6366	1.0986
T13	2.2703	1.8508
T19	<b>3.9227</b>	0.9320

La desviación estándar sombreada de rojo de la Tabla 30, nos muestra que el dato 36.4°C de la Tabla 10, genera una mayor dispersión en los datos de temperatura del aire medido a las 19 horas, con respecto a los datos de la última decadiaria de julio de 2011, de la estación Pichanaki. Por lo tanto, dicho dato, no presenta coherencia temporal.

- **Coherencia Espacial:**

La Figura 6, nos muestra la marcada diferencia de 12.3°C entre los datos de temperatura del aire medido a las 19 horas del día 25/07 en ambas estaciones (Ver Tabla 10 y Tabla 12), lo que nos indica que el dato 36.4°C no presenta coherencia espacial.

d.  $T_n(n) \leq T_{07}(n)$

Teniendo en cuenta el ejemplo mostrado en las Tablas 13, 14, 15 y 16.

- **Coherencia Interna:**

De acuerdo con el balance energético (solar y terrestre) que se da durante el día y la noche (ver figura 1), se puede observar en la Tabla 14 que, en el día 06/11 la temperatura máxima

y las temperaturas del aire medidas a las 07, 13 y 19 horas, presentan un comportamiento normal, y estos datos se consideran válidos; sin embargo, el dato de la temperatura mínima no presenta coherencia interna con respecto de la temperatura del aire medida a las 07 horas, ya que la primera se da en horas cercanas a las 07 horas, y la diferencia entre estas no debería ser importante, como si lo es en este caso de 18.4°C. Por lo tanto, se determina que el dato 24°C, marcado de rojo, no presenta coherencia interna.

- Coherencia Temporal:

Para este tipo de análisis se evalúa la desviación estándar muestral, de las Tablas 14 y 16, de modo que este nos dé un indicio del impacto en la dispersión que causa el dato sombreado de rojo de la Tabla 14, 24°C.

**Tabla 31:** Desviación Estándar de los datos de la primera decadiaria de noviembre de 2013, de los datos de temperatura de las estaciones Mañazo y Muñani

Variable	Desviación Estándar Muestral	
	Mañazo	Muñani
Tx	1.9532	2.3814
Tn	<b>7.0100</b>	2.4303
T07	1.5267	1.5493
T13	3.3720	2.2455
T19	1.9138	1.5245

La desviación estándar sombreada de rojo de la Tabla 31, nos muestra que el dato 24°C de la Tabla 14, genera una mayor dispersión en los datos de temperatura mínima, con respecto a los datos de la primera decadiaria de noviembre de 2013, de la estación Mañazo. Por lo tanto, dicho dato, no presenta coherencia temporal.

- Coherencia Espacial:

La Figura 7, nos muestra la marcada diferencia de 21°C entre los datos de temperatura mínima del día 06/11 en ambas estaciones (Ver Tabla 14 y 16), lo que nos indica que el dato 24°C no presenta coherencia espacial.

e.  $T_n(n) < T_{13}(n)$

Teniendo en cuenta el ejemplo mostrado en las Tablas 17, 18, 19 y 20.

- Coherencia Interna:

De acuerdo con el balance energético (solar y terrestre) que se da durante el día y la noche (ver figura 1), se puede observar en la Tabla 18 que, en el día 26/10 la temperatura máxima,

temperatura mínima y las temperaturas del aire medidas a las 07 y 19 horas, presentan un comportamiento normal, y estos datos se consideran válidos; sin embargo, el dato de la temperatura del aire medido a las 13 horas no presenta coherencia interna con respecto de la temperatura máxima, ya que esta última se da en horas cercanas a las 13 horas, y la diferencia entre estas no debería ser importante, como si lo es en este caso de 9.9°C. Por lo tanto, se determina que el dato 22.6°C, marcado de rojo, no presenta coherencia interna.

- **Coherencia Temporal:**

Para este tipo de análisis se evalúa la desviación estándar muestral, de las Tablas 18 y 20, de modo que este nos dé un indicio del impacto en la dispersión que causa el dato sombreado de rojo de la Tabla 18, 22.6°C.

**Tabla 32:** Desviación Estándar de los datos de la última decadiaria de octubre de 2015, de los datos de temperatura de las estaciones San Alejandro y Macuya

Variable	Desviación Estándar Muestral	
	San Alejandro	Macuya
Tx	2.3779	2.5218
Tn	0.8475	0.6733
T07	0.8746	1.2453
T13	<b>4.3727</b>	2.7406
T19	1.6178	1.2237

La desviación estándar sombreada de rojo de la Tabla 32, nos muestra que el dato 22.6°C de la Tabla 18, genera una mayor dispersión en los datos de temperatura del aire medido a las 13 horas, con respecto a los datos de la última decadiaria de octubre de 2015, de la estación San Alejandro. Por lo tanto, dicho dato, no presenta coherencia temporal.

- **Coherencia Espacial:**

La Figura 8, nos muestra la marcada diferencia de 7°C entre los datos de temperatura mínima del día 26/10 en ambas estaciones (Ver Tabla 18 y 20), lo que nos indica que el dato 22.6°C no presenta coherencia espacial.

f.  $T_n(n) < T_{19}(n)$

Teniendo en cuenta el ejemplo mostrado en las Tablas 21, 22, 23 y 24.

- Coherencia Interna:

De acuerdo con el balance energético (solar y terrestre) que se da durante el día y la noche (ver figura 1), se puede observar en la Tabla 22 que, en el día 07/04 la temperatura máxima, las temperaturas del aire medidas a las 07 y 13 horas, presentan un comportamiento normal. Sin embargo, existe una diferencia mínima de 0.6°C entre la temperatura mínima y la temperatura del aire medida a las 19 horas que, a diferencia de las reglas anteriores, si es un comportamiento normal, esto se explicará en el siguiente capítulo.

- Coherencia Temporal:

Para este tipo de análisis se evalúa la desviación estándar muestral, de las Tablas 22 y 24, de modo que este nos dé un indicio del impacto en la dispersión del comportamiento normal de las temperaturas.

**Tabla 33:** Desviación Estándar de los datos de la primera decadiaria de abril de 2007, de los datos de temperatura de las estaciones Las Palmeras de Ucayali y El Maronal

Variable	Desviación Estándar Muestral	
	Las Palmeras de Ucayali	El Maronal
Tx	2.3160	2.5907
Tn	0.9543	0.8548
T07	0.7510	1.0834
T13	2.8723	2.6063
T19	1.1874	1.6467

Las desviaciones estándar de la Tabla 4.9, nos muestra que los datos de las estaciones Las Palmeras de Ucayali y El Maronal, tienen el mismo comportamiento y no hay variación importante entre los días anteriores y los días posteriores en cuanto al dato que no cumple con esta Regla 6. Por lo tanto, se puede decir que existe coherencia temporal.

- Coherencia Espacial:

Las Figuras 3.7 y 3.8, nos muestra que los datos de temperatura mínima y temperatura del aire medida a las 19 horas, siguen un mismo patrón, incluso la diferencia de los datos entre ambas estaciones mantiene una diferencia constante. Por lo tanto, se puede decir que existe coherencia espacial.

## **VI. ANÁLISIS DE RESULTADOS E IMPACTOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1. Análisis de resultado e impactos**

Es importante mencionar que los principales beneficios obtenidos tras este análisis, ha sido la recuperación de un gran volumen de datos, que será importante para consolidar la base de datos controlada del SENAMHI. En consecuencia, las investigaciones y productos que utilicen esta data serán más representativos y fidedignos.

Asimismo, es importante señalar que las lecciones adquiridas durante la carrera de Meteorología en la UNALM, en cuanto a los cursos de climatología, análisis estadísticos, funcionamiento del instrumental meteorológico, métodos de observación de datos y técnicas en programación, me han permitido tener la capacidad de realizar esta evaluación y otras actividades que vengo desarrollando dentro de la Subdirección de Gestión de Datos del SENAMHI.

Con el desarrollo de este análisis se logró cumplir con los objetivos que se detallan a continuación:

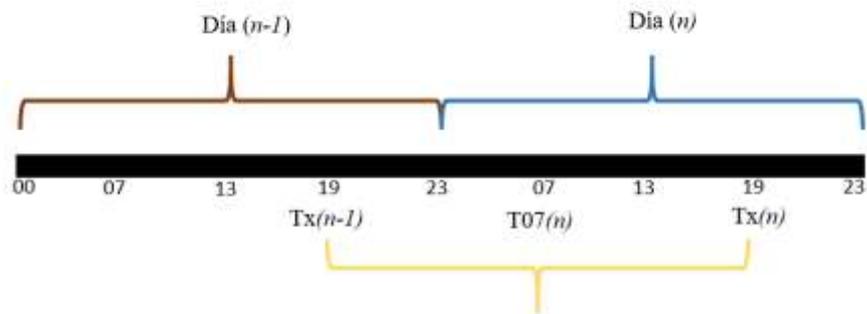
- Se determina que, las reglas I, II, III, IV y V están alineadas al comportamiento normal de la variación diurna de la temperatura del aire.

A continuación, se detalla la cantidad de data que ha sido recuperada al detectar su error de transcripción, así como la explicación del porqué de su correcto funcionamiento.

- Regla I:  $T_x(n) > T7(n)$

Según la Tabla 26, los datos que no cumplen esta regla representan el 3% de toda la data analizada; sin embargo, 15 de éstos han sido detectados como errores de transcripción.

De acuerdo con los análisis de coherencia interna, temporal y espacial que se realizó a esta data, se determina que esta regla es coherente y debe seguir vigente porque representa el comportamiento atmosférico y además corresponde a las horas de toma de lectura como se detalla a continuación.



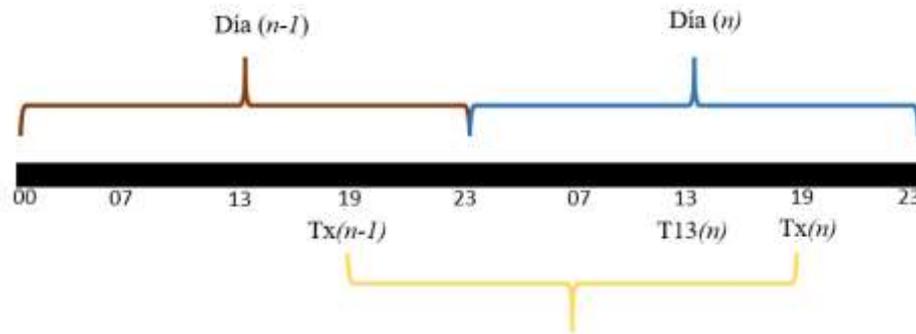
**Figura 11:** Línea de tiempo de las horas de lectura de la temperatura máxima para el día (n) y temperatura del aire medida a las 07 horas.

Teniendo en cuenta que la lectura de la temperatura máxima del día se realiza a las 19 horas y a su vez se realiza la lectura de la temperatura del aire instantáneo desde el termómetro de bulbo seco. Entonces de acuerdo con la figura 5.1 se observa que la temperatura máxima del día (n), abarca desde las 19 horas del día anterior (n-1). Por lo tanto, la temperatura instantánea del aire medida a las 07 horas está dentro de este rango, y sabiendo el comportamiento diurno de la temperatura del aire, nos indica la imposibilidad de que la temperatura del aire medida a las 07 horas del día (n) sea mayor a la temperatura máxima para el mismo día (n).

- Regla II:  $T_x(n) \geq T_{13}(n)$

Según la Tabla 26, los datos que no cumplen esta regla representan el 1% de toda la data analizada; sin embargo, 6 de éstos han sido detectados como errores de transcripción.

De acuerdo con los análisis de coherencia interna, temporal y espacial que se realizó a esta data, se determina que esta regla es coherente y debe seguir vigente porque representa el comportamiento atmosférico y además corresponde a las horas de toma de lectura como se detalla a continuación.



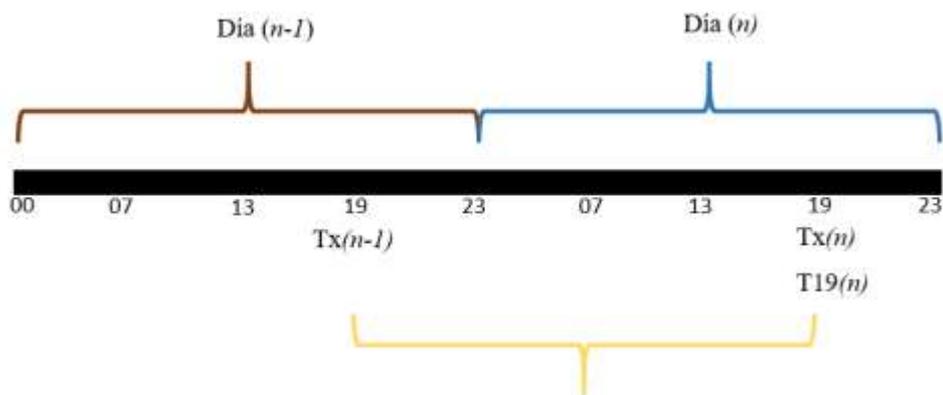
**Figura 12:** Línea de tiempo de las horas de lectura de la temperatura máxima para el día (n) y temperatura del aire medida a las 13 horas.

Teniendo en cuenta que la lectura de la temperatura máxima del día se realiza a las 19 horas. Entonces de acuerdo con la figura 5.2, se observa que la temperatura máxima del día (n), abarca desde las 19 horas del día anterior (n-1). Por lo tanto, la temperatura instantánea del aire medida a las 13 horas está dentro de este rango, además, sabiendo el comportamiento diurno de la temperatura del aire, se sabe que la temperatura máxima del día ocurre entre las 12 y 17 horas del día, esto nos indica que la temperatura del aire medida a las 13 horas del día (n) puede ser igual, pero no mayor a la temperatura máxima para el mismo día (n).

- Regla III:  $T_x(n) > T_{19}(n)$

Según la Tabla 26, los datos que no cumplen esta regla representan el 5% de toda la data analizada; sin embargo, 25 de éstos han sido detectados como errores de transcripción.

De acuerdo con los análisis de coherencia interna, temporal y espacial que se realizó a esta data, se determina que esta regla es coherente y debe seguir vigente porque representa el comportamiento atmosférico y además corresponde a las horas de toma de lectura como se detalla a continuación.



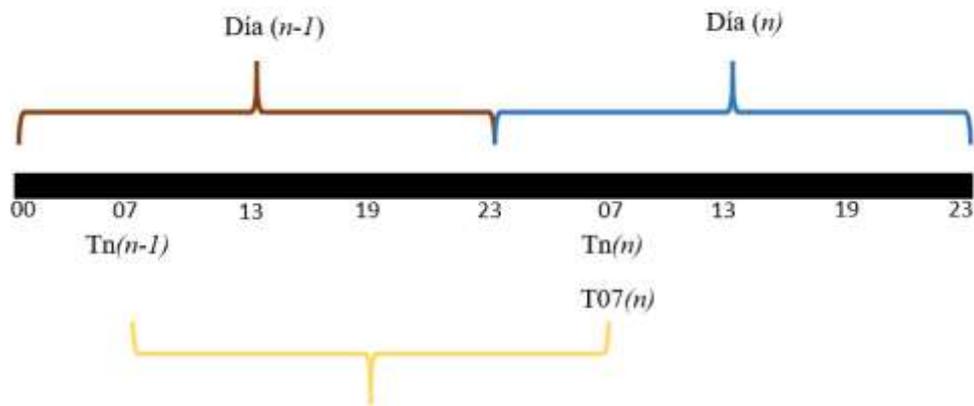
**Figura 13:** Línea de tiempo de las horas de lectura de la temperatura máxima para el día (n) y temperatura del aire medida a las 19 horas.

Teniendo en cuenta que la lectura de la temperatura máxima del día se realiza a las 19 horas. Entonces de acuerdo con la figura 5.3, se observa que la temperatura máxima del día (n), abarca desde las 19 horas del día anterior (n-1). Por lo tanto, la temperatura instantánea del aire medida a las 19 horas está dentro de este rango, y sabiendo el comportamiento diurno de la temperatura del aire, nos indica la imposibilidad de que la temperatura del aire medida a las 19 horas del día (n) sea mayor a la temperatura máxima para el mismo día (n).

- Regla IV:  $T_n(n) \leq T_{07}(n)$

Según la Tabla 26, los datos que no cumplen esta regla representan el 1% de toda la data analizada; sin embargo, 5 de éstos han sido detectados como errores de transcripción.

De acuerdo con los análisis de coherencia interna, temporal y espacial que se realizó a esta data, se determina que esta regla es coherente y debe seguir vigente porque representa el comportamiento atmosférico y además corresponde a las horas de toma de lectura como se detalla a continuación.



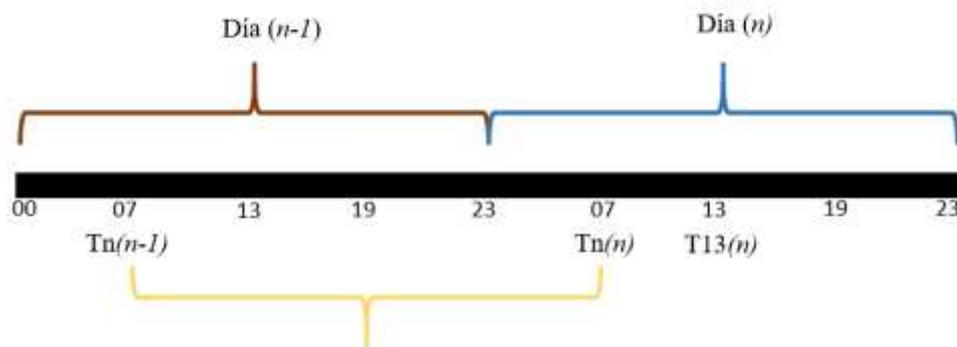
**Figura 14:** Línea de tiempo de las horas de lectura de la temperatura mínima para el día (n) y temperatura del aire medida a las 07 horas

Teniendo en cuenta que la lectura de la temperatura mínima del día se realiza a las 07 horas. Entonces de acuerdo con la figura 5.4, se observa que la temperatura mínima del día (n), abarca desde las 07 horas del día anterior (n-1). Por lo tanto, la temperatura instantánea del aire medida a las 07 horas está dentro de este rango, además, sabiendo el comportamiento diurno de la temperatura del aire, se sabe que la temperatura mínima del día ocurre entre horas de la noche del día anterior (n-1) y primeras horas de la mañana del día (n), esto nos indica que la temperatura del aire medida a las 07 horas del día (n) puede ser igual, pero no menor a la temperatura mínima para el mismo día (n).

- Regla V:  $T_n(n) < T_{13}(n)$

Según la Tabla 26 de la página 34, los datos que no cumplen esta regla representan el 10% de toda la data analizada; sin embargo, 50 de éstos han sido detectados como errores de transcripción.

De acuerdo con los análisis de coherencia interna, temporal y espacial que se realizó a esta data, se determina que esta regla es coherente y debe seguir vigente porque representa el comportamiento atmosférico y además corresponde a las horas de toma de lectura como se detalla a continuación.



**Figura 15:** Línea de tiempo de las horas de lectura de la temperatura mínima para el día (n) y temperatura del aire medida a las 13 horas

Teniendo en cuenta que la lectura de la temperatura mínima del día se realiza a las 07 horas. Entonces de acuerdo con la figura 5.5, se observa que la temperatura mínima del día (n), abarca desde las 07 horas del día anterior (n-1). Por lo tanto, la temperatura instantánea del aire medida a las 13 horas no se encuentra dentro de este rango; sin embargo, sabiendo el comportamiento diurno de la temperatura del aire, se sabe que la temperatura mínima del día ocurre entre horas de la noche del día anterior (n-1) y primeras horas de la mañana del día (n) y las horas siguientes van en aumento, esto nos indica que la temperatura del aire medida a las 13 horas del día (n) debe ser mayor a la temperatura mínima para el mismo día (n), dentro de un comportamiento normal de la atmósfera.

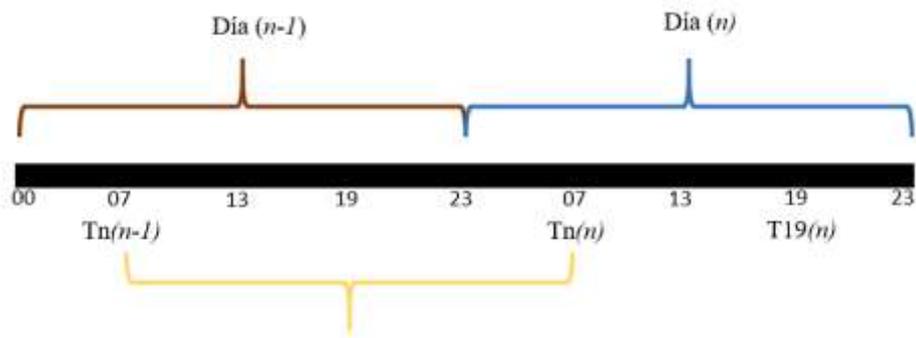
- Se determina que, la regla 6 no presenta un correcto funcionamiento en cuanto a de control de calidad de datos.

A continuación, se detalla la cantidad de data que ha sido recuperada al detectar su error de transcripción y a su vez data recuperada al desestimar la regla 6.

- Regla VI:  $T_n(n) < T_{19}(n)$

Según la Tabla 26, los datos que no cumplen esta regla representan el 80% de toda la data analizada; sin embargo, 403 de éstos han sido detectados como errores de transcripción.

De acuerdo con los análisis de coherencia interna, temporal y espacial que se realizó a esta data, se determina que esta regla no es coherente y debe ser replanteada y mejorada porque representa el comportamiento atmosférico y además corresponde a las horas de toma de lectura como se detalla a continuación.



**Figura 16:** Línea de tiempo de las horas de lectura de la temperatura mínima para el día (n) y temperatura del aire medida a las 13 horas

Teniendo en cuenta que la lectura de la temperatura mínima del día se realiza a las 07 horas. Entonces de acuerdo con la figura 5.6, se observa que la temperatura mínima del día (n), abarca desde las 07 horas del día anterior (n-1). Por lo tanto, la temperatura instantánea del aire medida a las 19 horas está fuera de este rango y además, ésta regla está haciendo comparación de horas del día anterior (n-1), con las 19 horas del día (n), teniendo en cuenta que según el comportamiento diurno de la temperatura diaria, la temperatura mínima se da entre horas de noche y primeras horas del día, se concluye que la temperatura del aire medido a las 19 horas para el día (n) si puede ser menor que la temperatura mínima del mismo día (n). Además, se observó en las planillas climatológicas, que para los días en los que la T19 era menor que la Tn, se tenía cielo despejado e incremento de velocidad de viento, los cuales son factores para la ocurrencia de un mayor enfriamiento radiativo nocturno.

Asimismo, el análisis de esta regla nos ha permitido conocer que los datos de temperatura mínima y temperatura del aire medida a las 19 horas, que no cumplen con ésta, tienen un rango de diferencia entre  $0.1^{\circ}\text{C}$  a  $2.0^{\circ}\text{C}$  a nivel nacional.

## **VII. CONCLUSIONES**

- Del análisis realizado se concluye que las reglas I, II, III, IV y V, cumplen con representar adecuadamente el comportamiento normal de la variación diurna de temperatura.
- La regla VI, debe ser replanteada y mejorada, de tal manera que se alinee al comportamiento normal de la atmósfera, ya que es el error en mayor porcentaje, 80%, que se ha encontrado en esta muestra de datos.
- Se concluye que, al desestimar la regla VI, se han podido recuperar 6499 datos.
- Se concluye que el error de transcripción es recurrente e inevitable; sin embargo, con este análisis se ha podido corregir 504 datos.

## VIII. RECOMENDACIONES

- De acuerdo con este análisis, se recomienda que por lo pronto la regla VI sea modificada en el centro de procesamiento de datos del SENAMHI, con la condicional de *“si para un día (n), la temperatura mínima es mayor a la temperatura del aire medida a las 19 horas hasta en 2°C, se consideren datos correctos”*.
- Se recomienda realizar un análisis más exhaustivo, que considere hallar el umbral de diferencia más específico por regiones, teniendo en consideración la heterogeneidad climática que tiene nuestro país.

## **IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Global Climate Observing System (GCOS). (2010). Guía de la Red de Estaciones de Observación en superficie del SMOC (GSN) y de la Red de Estaciones de observación en altitud del SMOC (GUAN). OMM/DT-N.º 1558, Suiza, Anexo A, p. 1.
- Instituto de hidrología meteorología y estudios ambientales (IDEAM). (2019). Glosario Meteorológico, Bogotá, p. 253.
- McDaniel J. (2002). Toad Pocket Reference para Oracle plsql. 1st Edition
- NebGuide. (2008). Air Properties: Temperature and Relative Humidity. University of Nebraska-Lincoln Extension, Institute of Agriculture and Natural Resources, Nebraska.
- Oria C.; Vera L.; Villegas E. (2019). Descripción del control de calidad de datos de estaciones meteorológicas e hidrológicas automáticas en el centro de procesamiento de datos del SENAMHI: temperatura del aire, humedad relativa, precipitación y nivel de agua. Nota Técnica 001/SENAMHI-DRD-2019, Lima.
- Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2009). Manual sobre informes climáticos y de temperatura climática, Suiza, p. 14.
- Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2011). Guía de prácticas climatológicas. OMM-Nº 100, Suiza, p. 3-9.
- Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2018). Guía de instrumentos y métodos de observación. Volumen V-Garantía de la calidad y gestión de los sistemas de observación. OMM-Nº 8, Suiza, p. 2-3.
- Organización Meteorológica Mundial (OMM) (2020). Directrices de homogenización. OMM-Nº1245, Suiza, p. 6.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2006). Criterios establecidos para el sistema de control de calidad del SENAMHI. SENAMHI-OGEI, Lima, p. 5-7.

Silva, Y. (2018). Temperatura: Variación estacional y diurna. URL:  
([https://nanopdf.com/queue/temperatura-variacion-estacional-y-diurna-prof-yamina-silva\\_vidal\\_pdf?queue\\_id=1&x=1616326732&z=MjgwMDoyMDA6ZTY1ODpjMDE5OmM4YmY6ZGQ2Zjo5MjE2Ojc0ZTA=](https://nanopdf.com/queue/temperatura-variacion-estacional-y-diurna-prof-yamina-silva_vidal_pdf?queue_id=1&x=1616326732&z=MjgwMDoyMDA6ZTY1ODpjMDE5OmM4YmY6ZGQ2Zjo5MjE2Ojc0ZTA=))

## **X. ANEXOS**

## Anexo 1: Información de las estaciones meteorológicas que se tomaron en cuenta en el análisis

N°	Código	Estación	Departamento	Provincia	Distrito	Longitud (°)	Latitud (°)	Inicio	Fin
1	100009	ACARI	AREQUIPA	CARAVELI	BELLA UNION	-74.62	-15.40	1/10/1963	31/05/1985
2	103057	AMAZONAS	LORETO	MAYNAS	IQUITOS	-73.25	-3.76	1/10/2002	Actualidad
3	113025	ANDAHUAYLAS	APURIMAC	ANDAHUAYLAS	ANDAHUAYLAS	-73.37	-13.65	1/01/1964	Actualidad
4	114029	ANTABAMBA	APURIMAC	ANTABAMBA	ANTABAMBA	-72.88	-14.37	1/01/1964	31/10/1975
5	105075	ARAMANGO	AMAZONAS	BAGUA	ARAMANGO	-78.44	-5.42	1/01/1995	Actualidad
6	117054	ARICOTA	TACNA	CANDARAVE	QUILAHUANI	-70.24	-17.33	1/03/2006	Actualidad
7	100012	ATIQUIPA	AREQUIPA	CARAVELI	ATIQUIPA	-74.37	-15.78	1/01/1966	30/11/1981
8	108033	AUCAYACU	HUANUCO	LEONCIO PRADO	JOSE CRESPO Y CASTILLO	-76.11	-8.93	1/11/1974	Actualidad
9	104088	BAYOBAR	PIURA	PAITA	AMOTAPE	-81.02	-4.82	1/01/1963	28/02/1977
10	107012	BELLAVISTA	SAN MARTIN	BELLAVISTA	BELLAVISTA	-76.55	-7.05	1/12/1963	Actualidad
11	100007	BOCATOMA	TACNA	TACNA	PALCA	-69.63	-17.58	1/02/1997	Actualidad
12	103031	CABALLOCOCHA	LORETO	MARISCAL RAMON CASTILLA	RAMON CASTILLA	-70.51	-3.91	1/06/1960	Actualidad
13	103043	CABO INGA	TUMBES	TUMBES	SAN JACINTO	-80.43	-3.97	1/01/1993	Actualidad
14	116013	CAMANA	AREQUIPA	CAMANA	SAMUEL PASTOR	-72.70	-16.64	1/10/1993	Actualidad
15	109020	CARPISH	HUANUCO	HUANUCO	CHINCHAO	-76.08	-9.67	1/09/1994	Actualidad
16	107049	CARTAVIO	LA LIBERTAD	ASCOPE	SANTIAGO DE CAO	-79.22	-7.88	1/05/1944	30/11/1985
17	116025	CARUMAS	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	CARUMAS	-70.69	-16.81	1/01/1964	Actualidad
18	115022	CAYLLOMA	AREQUIPA	CAYLLOMA	CAYLLOMA	-71.77	-15.19	1/11/1961	Actualidad
19	106010	CELENDIN	CAJAMARCA	CELENDIN	CELENDIN	-78.14	-6.85	1/04/1964	Actualidad
20	105122	CERRO DE ARENA	LAMBAYEQUE	LAMBAYEQUE	OLMOS	-80.20	-5.92	1/05/2008	Actualidad
21	100022	CHALA	AREQUIPA	CARAVELI	CHALA	-74.23	-15.85	1/12/1999	Actualidad
22	114028	CHALHUANCA	APURIMAC	AYMARAES	COTARUSE	-73.18	-14.39	1/11/1999	31/01/2014
23	114104	CHALHUANCA II	APURIMAC	AYMARAES	CHALHUANCA	-73.17	-14.33	1/02/1964	31/10/1999
24	113128	CHALLACA CO	HUANCABELICA	HUAYTARA	SAN FRANCISCO DE SANGAYAICO	-75.40	-13.79	1/01/2000	Actualidad
25	100026	CHAPARRA	AREQUIPA	CARAVELI	CHAPARRA	-73.87	-15.75	1/09/1993	Actualidad
26	107045	CHEPEN	LA LIBERTAD	CHEPEN	CHEPEN	-79.43	-7.23	1/11/1966	30/04/1979
27	100028	CHERREPE	LA LIBERTAD	CHEPEN	PUEBLO NUEVO	-79.56	-7.12	1/12/1997	Actualidad
28	100030	CHONTACHACA	CUSCO	PAUCARTAMBO	KOSÑIPATA	-71.47	-13.02	1/01/2000	Actualidad
29	112005	CHORRILLOS	LIMA	LA UNION	CHORRILLOS	-77.03	-12.17	1/10/1950	31/07/1968
30	106034	CHOTA	CAJAMARCA	CHOTA	CHOTA	-78.65	-6.55	1/04/1968	Actualidad
31	117013	CHUAPALCA	TACNA	TARATA	TARATA	-69.64	-17.31	1/01/1964	Actualidad
32	103047	CIA. TUMPI	TUMBES	ZARUMILLA	PAPAYAL	-80.32	-3.52	1/01/1991	30/09/1997
33	114011	CIPA	ICA	ICA	SAN JUAN BAUTISTA	-75.75	-14.00	1/05/1983	31/07/1992
34	112163	COLCABAMBA	HUANCABELICA	TAYACAJA	COLCABAMBA	-74.67	-12.41	1/01/2004	Actualidad
35	114018	COPARA	ICA	NAZCA	VISTA ALEGRE	-74.89	-14.97	1/04/1957	Actualidad
36	100037	COSPAN	CAJAMARCA	CAJAMARCA	COSPAN	-78.54	-7.43	1/12/1999	Actualidad
37	115019	COTAHUASI	AREQUIPA	LA UNION	TORO	-72.89	-15.21	1/12/1963	Actualidad
38	113029	CURAHUASI	APURIMAC	ABANCAY	CURAHUASI	-72.73	-13.55	1/12/1963	Actualidad
39	104092	CURVAN	PIURA	PIURA	TAMBO GRANDE	-80.30	-4.95	1/03/1963	31/05/1975
40	109077	DOS DE MAYO	HUANUCO	DOS DE MAYO	PACHAS	-76.77	-9.72	1/12/2000	Actualidad
41	114007	EL CARMEN	ICA	PALPA	SANTA CRUZ	-75.23	-14.47	1/01/1982	31/12/1993
42	106121	EL PALTO	AMAZONAS	UTCUBAMBA	LONYA GRANDE	-78.47	-6.00	1/05/2003	Actualidad
43	103041	EL SALTO	TUMBES	ZARUMILLA	ZARUMILLA	-80.32	-3.43	1/05/1968	Actualidad
44	104077	EL TABLAZO	PIURA	PIURA	TAMBO GRANDE	-80.47	-4.88	1/01/1958	30/06/1974
45	106045	FERREÑAFE	LAMBAYEQUE	CHICLAYO	PICSI	-79.78	-6.73	1/11/1963	31/08/2010
46	112043	HIPOLITO UNANUE	CALLAO	CALLAO	LA PERLA	-77.12	-12.07	1/01/1968	31/12/1990
47	109023	HUALLANCA	ANCASH	BOLOGNESI	HUALLANCA	-76.95	-9.88	1/11/1963	31/07/1977
48	113019	HUAMANGA	AYACUCHO	HUAMANGA	JESUS NAZARENO	-74.22	-13.15	1/03/1962	39813
49	113022	HUANCAPI	AYACUCHO	VICTOR FAJARDO	HUANCAPI	-74.07	-13.75	1/09/1964	Actualidad
50	112061	HUANCABELICA	HUANCABELICA	HUANCABELICA	ASCENSION	-75.04	-12.78	1/05/1955	Actualidad
51	111021	HUARAL	LIMA	HUARAL	HUARAL	-77.23	-11.47	1/01/1964	30/06/1980
52	109001	HUARAZ	HUARAZ	ANCASH	HUARAZ	-77.52	-9.52	1/11/1949	31/03/2006
53	116003	HUASACACHE	AREQUIPA	AREQUIPA	JACOBO HUNTER	-71.57	-16.46	1/11/1992	Actualidad
54	111017	HUMAYA	LIMA	HUAURA	HUAURA	-77.42	-11.10	1/05/1955	30/06/1977
55	113030	HUYRO	CUSCO	LA CONVENCION	HUAYOPATA	-72.45	-13.07	1/03/1964	31/07/1981
56	111044	IBERIA	MADRE DE DIOS	TAHUAMANU	IBERIA	-69.58	-11.35	1/06/1948	31/10/1995
57	100061	ISLA DON MARTIN	LIMA	HUAURA	VEGUETA	-77.67	-11.02	1/09/1953	28/02/2003
58	100064	ISLA PALOMINO	CALLAO	CALLAO	LA PUNTA	-77.23	-12.13	1/11/1972	31/08/1989
59	117012	ITE	TACNA	JORGE BASADRE	ITE	-70.97	-17.86	1/10/1997	Actualidad
60	105079	JAZAN	AMAZONAS	BONGARA	JAZAN	-77.98	-5.94	1/10/1993	Actualidad
61	115138	JULIACA	PUNO	SAN ROMAN	JULIACA	-70.17	-15.47	1/11/1934	Actualidad
62	111583	JUNIN	JUNIN	JUNIN	JUNIN	-75.99	-11.14	1/07/2005	Actualidad
63	112054	LA CAPILLA 2	LIMA	CAÑETE	CALANGO	-76.49	-12.52	1/02/1964	Actualidad
64	100072	LA CRUZ	TUMBES	TUMBES	LA CRUZ	-80.57	-3.63	1/04/1998	Actualidad
65	108025	LA DIVISORIA	HUANUCO	LEONCIO PRADO	HERMILIO VALDIZAN	-75.81	-9.20	1/03/1995	Actualidad
66	107093	LA ENCAÑADA	CAJAMARCA	CAJAMARCA	ENCAÑADA	-78.33	-7.12	1/10/1997	Actualidad
67	117006	LA HACIENDITA	AREQUIPA	ISLAY	COCACHACRA	-71.59	-17.00	1/04/1995	Actualidad

## Anexo 2: Información de las estaciones meteorológicas que se tomaron en cuenta en el análisis.

N°	Código	Estación	Departamento	Provincia	Distrito	Longitud (°)	Latitud (°)	Inicio	Fin
68	107013	LA UNION	SAN MARTIN	BELLAVISTA	BAJO BIAVO	-76.49	-7.17	1/08/1970	Actualidad
69	118002	LA YARADA	TACNA	TACNA	TACNA	-70.52	-18.21	1/05/1972	Actualidad
70	112059	LAIVE	JUNIN	CHUPACA	YANACANCHA	-75.36	-12.25	1/08/1963	Actualidad
71	108004	LAREDO	LA LIBERTAD	TRUJILLO	LAREDO	-78.85	-8.08	1/08/1964	30/09/2003
72	108026	LAS PALMERAS DE UCAYALI	UCAYALI	PADRE ABAD	CURIMANA	-74.87	-8.58	1/09/1997	Actualidad
73	114034	LLALLY	PUNO	MELGAR	LLALLI	-70.89	-14.94	1/10/1963	Actualidad
74	104081	LOBITOS	PIURA	TALARA	LOBITOS	-81.27	-4.45	1/01/1934	30/09/1960
75	115136	LOMAS	AREQUIPA	CARAVELI	LOMAS	-74.83	-15.57	1/07/1999	30/11/2015
76	117009	LOS CEDROS	TUMBES	TUMBES	CORRALES	-80.53	-3.63	1/01/1960	31/03/1998
77	114039	MACUSANI	PUNO	CARABAYA	MACUSANI	-70.44	-14.07	1/11/1963	Actualidad
78	118001	MAGOLLO	TACNA	TACNA	TACNA	-70.33	-18.12	1/08/1995	30/04/2002
79	112053	MANCHAY BAJO	LIMA	LIMA	PACHACAMAC	-76.87	-12.17	1/01/1955	31/08/1980
80	115051	MAÑAZO	PUNO	PUNO	MAÑAZO	-70.07	-14.80	1/03/1956	Actualidad
81	112044	MODELO	LIMA	LIMA	JESUS MARIA	-77.04	-12.08	1/07/1975	31/12/1999
82	107027	MONTEGRANDE	PIURA	PIURA	LA ARENA	-80.70	-5.35	1/02/1972	31/07/1992
83	106021	MORROPE	LAMBAYEQUE	LAMBAYEQUE	MORROPE	-80.02	-6.53	1/08/1985	30/11/1997
84	116012	OCOÑA	AREQUIPA	CAMANA	OCOÑA	-73.10	-16.43	1/08/1963	30/11/1979
85	105054	OLMOS	LAMBAYEQUE	LAMBAYEQUE	OLMOS	-79.86	-5.76	1/06/1964	30/04/2006
86	115086	ORCOPAMPA	AREQUIPA	CASTILLA	ORCOPAMPA	-72.34	-15.26	1/12/1949	Actualidad
87	106109	OYOTUN	LAMBAYEQUE	CHICLAYO	OYOTUN	-79.32	-6.86	1/12/1995	Actualidad
88	107010	PACHIZA	SAN MARTIN	MARISCAL CACERES	PACHIZA	-76.78	-7.28	1/01/1964	Actualidad
89	112159	PANTANOS DE VILLA	LIMA	LIMA	CHORRILLOS	-77.00	-12.21	1/07/1994	Actualidad
90	105076	PASABAR	LAMBAYEQUE	LAMBAYEQUE	OLMOS	-79.82	-5.84	1/08/2006	Actualidad
91	103054	PEBAS	LORETO	MARISCAL RAMON CASTILLA	PEBAS	-71.86	-3.31	1/11/1963	Actualidad
92	110008	PICHANAKY	JUNIN	CHANCHAMAYO	PICHANAQUI	-74.83	-10.97	1/05/1995	Actualidad
93	113042	PILCOPATA	MADRE DE DIOS	MANU	MADRE DE DIOS	-71.02	-13.08	1/11/1963	31/10/1989
94	105001	PIURA	PIURA	PIURA	CASTILLA	-80.62	-5.21	1/01/1932	31/10/1996
95	110027	POZUZO	PASCO	OXAPAMPA	POZUZO	-75.55	-10.05	1/10/1964	Actualidad
96	106106	PUCALA	LAMBAYEQUE	CHICLAYO	PATAPO	-79.60	-6.75	1/09/1967	30/09/1997
97	109032	PUERTO INCA	HUANUCO	PUERTO INCA	PUERTO INCA	-74.96	-9.38	1/12/1963	Actualidad
98	100109	PUERTO MALDONADO	MADRE DE DIOS	TAMBOPATA	TAMBOPATA	-69.20	-12.58	1/07/1996	Actualidad
99	111039	PUERTO OCOPA	JUNIN	SATIPO	RIO TAMBO	-74.25	-11.13	1/11/1963	Actualidad
100	100111	PUNTA ISLAY	AREQUIPA	ISLAY	ISLAY	-72.11	-17.02	1/11/1954	31/07/1976
101	116021	PUQUINA	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	PUQUINA	-71.17	-16.63	1/12/1997	Actualidad
102	112154	QUEBRADA YANATILE	CUSCO	CALCA	YANATILE	-72.28	-12.68	1/04/1999	Actualidad
103	106039	QUILCATE	CAJAMARCA	SAN MIGUEL	CATILLUC	-78.74	-6.82	1/12/1996	Actualidad
104	112036	QUILLABAMBA	CUSCO	LA CONVENCION	SANTA ANA	-72.69	-12.86	1/05/1964	Actualidad
105	115052	RINCON DE LA CRUZ	PUNO	PUNO	ACORA	-69.81	-15.99	1/07/1991	Actualidad
106	100119	RUNATULLO	JUNIN	CONCEPCION	COMAS	-75.05	-11.58	1/07/2001	Actualidad
107	100121	SAN ALEJANDRO	UCAYALI	PADRE ABAD	IRAZOLA	-75.22	-8.83	1/04/1993	Actualidad
108	114009	SAN BORJA	ICA	PALPA	PALPA	-75.17	-14.52	1/12/1982	28/02/1993
109	108003	SAN JORGE	UCAYALI	CORONEL PORTILLO	CAMPOVERDE	-74.87	-8.50	1/05/1965	31/05/1979
110	100153	SAN JOSE	LA LIBERTAD	PACASMAYO	SAN JOSE	-79.45	-7.35	1/11/1963	30/06/1983
111	112028	SAN JUAN DE JARPA	JUNIN	CHUPACA	SAN JUAN DE JARPA	-75.43	-12.13	1/04/1997	Actualidad
112	109013	SAN LORENZO # 5	ANCASH	RECUAY	TICAPAMPA	-77.37	-9.75	1/04/1954	1/01/1972
113	106038	SAN MIGUEL	CAJAMARCA	SAN MIGUEL	SAN MIGUEL	-78.85	-7.00	1/09/1996	Actualidad
114	107036	SAN PABLO	CAJAMARCA	SAN PABLO	SAN PABLO	-78.83	-7.12	1/06/1996	Actualidad
115	100127	SAN PEDRO DE CACHI	AYACUCHO	HUAMANGA	SANTIAGO DE PISCHA	-74.39	-13.09	11/08/2001	Actualidad
116	115140	SANTA LUCIA	PUNO	LAMPA	SANTA LUCIA	-70.60	-15.69	1/06/2001	Actualidad
117	116010	SANTA RITA	AREQUIPA	AREQUIPA	SANTA RITA DE SIGUAS	-72.12	-16.47	1/09/1977	30/09/1992
118	109009	SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO	ANCASH	HUARAZ	INDEPENDENCIA	-77.52	-9.52	1/01/1998	Actualidad
119	114030	SANTO TOMAS	CUSCO	CHUMBIVILCAS	LLUSCO	-72.09	-14.40	1/04/1964	Actualidad
120	112184	SHULLCAS	JUNIN	HUANCAYO	EL TAMBO	-75.17	-12.00	1/10/1997	31/03/2013
121	106036	SIPAN	LAMBAYEQUE	CHICLAYO	SAÑA	-79.60	-6.80	1/12/1997	Actualidad
122	110012	SURASACA	LIMA	OYON	OYON	-76.78	-10.52	1/03/1967	31/03/1986
123	113058	TACAMA	ICA	ICA	SALAS	-75.72	-14.00	31/06/1998	Actualidad
124	113059	TAMBOBAMBA	APURIMAC	COTABAMBAS	TAMBOBAMBA	-72.18	-13.94	1/05/1995	Actualidad
125	114043	TAMBOPATA	PUNO	SANDIA	SAN JUAN DEL ORO	-69.16	-15.22	1/01/1964	Actualidad
126	100139	TOCACHE	SAN MARTIN	TOCACHE	TOCACHE	-76.52	-8.18	1/01/1964	Actualidad
127	108034	TOURNAVISTA	HUANUCO	PUERTO INCA	TOURNAVISTA	-74.71	-8.93	1/06/1965	Actualidad
128	108068	TRUJILLO	LA LIBERTAD	TRUJILLO	LAREDO	-78.97	-8.11	1/08/2004	Actualidad
129	111163	UNIVERSIDAD DE HUACHO	LIMA	HUACHO	HUACHO	-77.61	-11.12	1/11/2008	Actualidad
130	113039	URCOS	CUSCO	QUISPICANCHI	URCOS	-71.63	-13.70	1/12/1963	28/02/1981
131	117014	VILACOTA	TACNA	TARATA	SUSAPAYA	-70.05	-17.12	1/09/1997	Actualidad
132	114032	YAURI	CUSCO	ESPINAR	ESPINAR	-71.42	-14.82	1/03/1964	Actualidad
133	103039	ZARUMILLA	TUMBES	ZARUMILLA	ZARUMILLA	-80.28	-3.50	1/01/1964	31/03/1982
134	103048	ZUNGAROCOCHA	LORETO	MAYNAS	IQUITOS	-73.25	-3.75	1/09/1967	30/09/1985

## **VIII. ASEGURAMIENTO**

