



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>





FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Tesis

**Estudio hidrológico en la microcuenca de la
quebrada Yuracyacu, distrito Agua Blanca,
provincia El Dorado, región San Martín**

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Edwin Naesmith González Inga

<https://orcid.org/0009-0002-5515-2370>

Asesor:

Ing. Dr. José del Carmen Pizarro Baldera

<https://orcid.org/0000-0002-9321-1370>

Tarapoto, Perú

2023



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Tesis

**Estudio hidrológico en la microcuenca de la
quebrada Yuracyacu, distrito Agua Blanca,
provincia El Dorado, región San Martín**

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil


Autor:

Edwin Naesmith González Inga

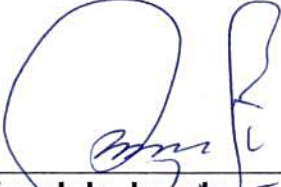
Sustentado y aprobado el 06 de diciembre del 2023, por los jurados:




Presidente de Jurado
Ing. Néstor Raúl Sandoval Salazar



Secretario de Jurado
Ing. M.Sc. Carlos Segundo
Huamán Torrejón



Vocal de Jurado
Ing. M.Sc. Carlos Enrique Chung
Rojas



Asesor
Ing. Dr. José del Carmen Pizarro
Baldera

Tarapoto, Perú

2023



"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"

Acta de Sustentación de Trabajo de Investigación Para Título de Ingeniero Civil N° 785



Jurado reconocido con Resolución N° 184-2022-UNSM/FICA-CF-NLU

Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura

Escuela profesional de Ingeniería Civil

A las 10:00 horas del día Miércoles 06 de Diciembre de 2023, inició el acto público de sustentación del trabajo de investigación **ESTUDIO HIDROLÓGICO EN LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA YURACYACU, DISTRITO AGUA BLANCA, PROVINCIA EL DORADO, REGIÓN SAN MARTÍN** para optar el título de Ingeniero Civil, presentado por el **BACH. EDWIN NAESMITH GONZÁLEZ INGA** con la asesoría de **ING. DR. JOSÉ DEL CARMEN PIZARRO BALDERA**.

Instalada la Mesa Directiva conformada por **ING. NÉSTOR RAÚL SANDOVAL SALAZAR** (presidente del jurado), **ING. M.SC. CARLOS SEGUNDO HUAMÁN TORREJÓN** (secretario), **ING. M.SC. CARLOS ENRIQUE CHUNG ROJAS** (vocal), y acompañados por **ING. DR. JOSÉ DEL CARMEN PIZARRO BALDERA** (asesor); el presidente del jurado dirigió brevemente unas palabras y a continuación el secretario dio lectura a la Circular N° **060-2023-UNSM/FICA**.

Seguidamente el autor expuso el trabajo de investigación y el jurado realizó las preguntas pertinentes, respondidas por el sustentante y eventualmente, con la venia del jurado, por el asesor.

Una vez terminada la ronda de preguntas el jurado procedió a deliberar para determinar la calificación final, para lo cual dispuso un receso de quince (15) minutos, con participación del asesor con voz, pero sin voto; sin la presencia del sustentante y otros participantes del acto público.

Luego de aplicar los criterios de calificación con estricta observancia del principio de objetividad y de acuerdo con los puntajes en escala vigesimal (de 0 a 20), según el Anexo 4.2 del RG – CTI, la nota de sustentación otorgada resultante del promedio aritmético de los calificativos emitidos por cada uno de los miembros del jurado fue Dieciséis (16); tal como se deja constar en la siguiente descripción:

[Handwritten signatures and marks on the left margin]



"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"

De acuerdo con el Artículo 40° del RG – CTI, la nota obtenida es Aprobatoria y correspondiente a la calificación de Dieciséis (16). Leído este resultado en presencia de todos los participantes del acto de sustentación, el secretario dio lectura a las observaciones subsanables al informe final que el autor deberá corregir y alcanzar al jurado en un plazo de treinta (30) días calendario.

Se deja constancia que la presente acta se inscribe en el Libro de Sustentaciones N° 785 de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura

Firman los integrantes de la Mesa Directiva y el autor del trabajo de investigación en señal de conformidad, dando por concluido el acto a las 11:10 horas el mismo día Miércoles 06 de diciembre del 2023.



Ing. M.Sc. Carlos Segundo Huamán Torrejón
Secretario del Jurado



Ing. Néstor Raúl Sandoval Salazar
Presidente del Jurado



Ing. M.Sc. Carlos Enrique Chung Rojas
Vocal del Jurado



Bach. Edwin Naesmith González Inga
Autor



Ing. Dr. José del Carmen Pizarro Baldera
Asesor

Declaratoria de autenticidad

Edwin Naesmith González Inga, con DNI N° 70925378, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada: **Estudio hidrológico en la microcuenca de la quebrada Yuracyacu, distrito Agua Blanca, provincia El Dorado, región San Martín.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas, siguiendo las normas APA actuales.
3. Toda información que contiene la tesis no ha sido plagiada.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 06 de diciembre del 2023.



Edwin Naesmith González Inga

DNI N° 70925378



Ficha de identificación

<p>Título del proyecto:</p> <p>Estudio hidrológico en la microcuenca de la quebrada Yuracyacu, distrito Agua Blanca, provincia El Dorado, región San Martín</p>	<p>Área de investigación: Hidráulica</p> <p>Línea de investigación: Estrategias de tecnología de información y comunicación (TIC) y sistemas constructivos convencionales y no convencionales para el desarrollo sostenible</p> <p>Sublínea de investigación: Infraestructura hidráulica con fines socio-productivos</p> <p>Tipo de investigación:</p> <p>Básica <input type="checkbox"/> , Aplicada <input checked="" type="checkbox"/> , Desarrollo Experimental <input type="checkbox"/></p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Autor:</p> <p>Edwin Naesmith González Inga</p>	<p>Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura</p> <p>Escuela Profesional de Ingeniería Civil</p> <p>https://orcid.org/0009-0002-5515-2370</p>
----------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Asesor:</p> <p>Ing. Dr. José del Carmen Pizarro Baldera</p>	<p>Dependencia Local de Soporte:</p> <p>Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura</p> <p>Escuela Profesional de Ingeniería Civil</p> <p>https://orcid.org/0000-0002-9321-1370</p>
-----------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Dedicatoria

A Dios Todopoderoso, en las personas del Padre, el Hijo y el Espíritu Santo, por crear todo cuanto existe, por ser el más grande y puro amor que puede existir, por constituir una fuente inagotable de conocimiento y sabiduría, y por ser, sin lugar a duda, la perfección en todo su esplendor.

A mis padres, José Ciro González Díaz y Olivia Inga Pizarro, por su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida, por su invaluable comprensión y respeto a cada una de mis decisiones, y por haber hecho todo lo posible para darnos, a mí y a mis hermanas, un lugar al que podamos llamar hogar.

A mis hermanas, Karen Cecilia y Lizeth Katherine, por su constante comprensión, amor y confianza hacia mi manera de pensar y hacer las cosas, por ser mi soporte emocional en tiempos difíciles y por las innumerables vivencias que hemos compartido, preservando la unidad y el amor en la familia.

A la memoria de Lassie, Pepe y de cada mascota que ha entrelazado su vida con la mía y la de mi familia, por entregarnos sin medida su amor incondicional, puro y sincero, y que ahora son la prueba fehaciente de que mientras mantengamos vivos sus recuerdos estarán siempre presentes con nosotros.

Agradecimientos

A Dios Todopoderoso, por obsequiarme un día más de vida, por ser mi guía y protector, por brindarme fortaleza para afrontar con empeño y buen ánimo las vivencias diarias, y por darme la certeza de que es posible construir un mañana mejor para las generaciones futuras, dejando un legado de paz, amor y armonía a nuestros descendientes.

Al Ing. Dr. José del Carmen Pizarro Baldera, asesor y docente, por su tiempo y colaboración constante, por consolidar el presente trabajo de investigación con su aporte de experiencia en la ciencia agrícola e hidráulica, y por sus enseñanzas en mi vida universitaria.

Al Ing. Carlos Lenin Merino Gonzáles, primo y mentor, por potenciar mi talento profesional en la vida de ingeniería al hacerme partícipe de la elaboración y formulación de diversos proyectos, por brindarme instrucción en temas científicos y nuevas metodologías en las diversas áreas del conocimiento.

A cada persona que ha formado parte de mi historia de vida, a las que aún frecuento y a las que, por diversos motivos, nos hemos distanciado, agradecido con ellos por mostrarme su manera de ver el mundo, permitiendo contrastar mi enfoque con el suyo, manifestando en mí un crecimiento personal.

Índice general

Ficha de identificación	6
Dedicatoria	7
Agradecimientos	8
Índice general	9
Índice de tablas	12
Índice de figuras	20
Índice de planos	23
RESUMEN	24
ABSTRACT	25
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN	26
1.1. Marco general del problema	26
1.2. Formulación del problema de investigación	27
1.3. Hipótesis de investigación	28
1.4. Objetivos	28
1.4.1. Objetivo general	28
1.4.2. Objetivos específicos	28
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	29
2.1. Antecedentes de la investigación	29
2.1.1. Antecedentes a nivel internacional	29
2.1.2. Antecedentes a nivel nacional	29
2.1.3. Antecedentes a nivel regional	30
2.2. Fundamentos teóricos	31
2.2.1. Ciclo hidrológico	31
2.2.2. Cuenca hidrográfica	31
2.2.3. Completación y extensión de datos	35

	10
2.2.4. Análisis de consistencia de datos.....	36
2.2.5. Precipitación	38
2.2.6. Temperatura	39
2.2.7. Evapotranspiración	39
2.2.8. Oferta hídrica	40
2.2.9. Demanda hídrica.....	40
2.2.10. Balance hídrico	40
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS	41
3.1. Ámbito de la investigación	41
3.1.1. Contexto de la investigación.....	41
3.1.2. Periodo de ejecución.....	42
3.1.3. Autorización y permisos	42
3.1.4. Control ambiental y protocolos de bioseguridad	43
3.1.5. Aplicación de principios éticos internacionales	43
3.2. Sistema de variables	43
3.2.1. Variables principales	43
3.2.2. Variables secundarias	43
3.3. Procedimientos de la investigación.....	44
3.3.1. Objetivo específico 1: Identificación, delimitación y caracterización de la microcuenca.....	44
3.3.2. Objetivo específico 2: Completación de datos hidrometeorológicos faltantes	58
3.3.3. Objetivo específico 3: Análisis de consistencia de datos hidrometeorológicos	123
3.3.4. Objetivo específico 4: Evaluación del comportamiento espacial y temporal de los parámetros hidrometeorológicos	160

3.3.5. Objetivo específico 5: Cuantificación de la oferta hídrica superficial	191
3.3.6. Objetivo específico 6: Estimación de la demanda hídrica de uso poblacional	192
3.3.7. Objetivo específico 7: Determinación del balance hídrico de la microcuenca	193
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	194
4.1. Resultado del objetivo específico 1: Identificación, delimitación y caracterización de la microcuenca	194
4.2. Resultado del objetivo específico 2: Completación de datos hidrometeorológicos faltantes	197
4.3. Resultado del objetivo específico 3: Análisis de consistencia de datos hidrometeorológicos.....	201
4.4. Resultado del objetivo específico 4: Evaluación del comportamiento espacial y temporal de los parámetros hidrometeorológicos	204
4.5. Resultado del objetivo específico 5: Cuantificación de la oferta hídrica superficial.....	206
4.6. Resultado del objetivo específico 6: Estimación de la demanda hídrica de uso poblacional	207
4.7. Resultado del objetivo específico 7: Determinación del balance hídrico de la microcuenca.....	208
CONCLUSIONES.....	209
RECOMENDACIONES.....	210
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	211
ANEXOS	215

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Principios de los sistemas de ordenamiento de Horton y Strahler</i>	34
Tabla 2. <i>Coordenadas UTM de la microcuenca de la quebrada Yuracyacu</i>	41
Tabla 3. <i>Ubicación hidrográfica de la microcuenca de la quebrada Yuracyacu</i>	41
Tabla 4. <i>Unidades litoestratigráficas en la microcuenca de la quebrada Yuracyacu</i> ...	42
Tabla 5. <i>Delimitación de la microcuenca en ArcGIS v10.8.2</i>	44
Tabla 6. <i>Elaboración de plano con curvas de nivel en ArcGIS v10.8.2</i>	46
Tabla 7. <i>Elaboración de plano de la red de drenaje en ArcGIS v10.8.2</i>	49
Tabla 8. <i>Cálculo del ancho de la microcuenca</i>	52
Tabla 9. <i>Cálculo del factor de forma</i>	52
Tabla 10. <i>Cálculo del coeficiente de compacidad o índice de Gravelius</i>	52
Tabla 11. <i>Parámetros para trazo de histograma de frecuencia de altitudes y curva hipsométrica</i>	53
Tabla 12. <i>Cálculo de la altitud media de la cuenca</i>	53
Tabla 13. <i>Parámetros para cálculo de altitud media de la cuenca</i>	54
Tabla 14. <i>Cálculo de parámetros del rectángulo equivalente</i>	54
Tabla 15. <i>Parámetros para trazo de rectángulo equivalente</i>	55
Tabla 16. <i>Cálculo de pendiente de la cuenca por el Método de Alvord</i>	55
Tabla 17. <i>Parámetros para aplicación del Método de Alvord</i>	55
Tabla 18. <i>Cálculo de pendiente de cauce principal por Ecuación de Taylor y Schwarz</i>	56
Tabla 19. <i>Trazo de cauce principal en ArcGIS v10.8.2</i>	56
Tabla 20. <i>Parámetros para aplicación de Ecuación de Taylor y Schwarz</i>	57
Tabla 21. <i>Cálculo de densidad de las corrientes</i>	57
Tabla 22. <i>Cálculo de densidad de drenaje</i>	57
Tabla 23. <i>Cálculo de extensión media de escorrentía</i>	58

Tabla 24. Estaciones del SENAMHI en el área de estudio	58
Tabla 25. Datos primarios de precipitación total mensual (mm) - Estación Alao.....	59
Tabla 26. Datos primarios de precipitación total mensual (mm) - Estación San Pablo	60
Tabla 27. Datos primarios de precipitación total mensual (mm) - Estación Saposoa..	61
Tabla 28. Datos primarios de temperatura media mensual (°C) - Estación Alao.....	62
Tabla 29. Datos primarios de temperatura media mensual (°C) - Estación San Pablo	63
Tabla 30. Datos primarios de temperatura media mensual (°C) - Estación Saposoa..	64
Tabla 31. Datos primarios de temperatura máxima promedio mensual (°C) - Estación Alao	65
Tabla 32. Datos primarios de temperatura máxima promedio mensual (°C) - Estación San Pablo.....	66
Tabla 33. Datos primarios de temperatura máxima promedio mensual (°C) - Estación Saposoa	67
Tabla 34. Datos primarios de temperatura mínima promedio mensual (°C) - Estación Alao	68
Tabla 35. Datos primarios de temperatura mínima promedio mensual (°C) - Estación San Pablo.....	69
Tabla 36. Datos primarios de temperatura mínima promedio mensual (°C) - Estación Saposoa	70
Tabla 37. Datos primarios de velocidad del viento promedio mensual (m/s) - Estación Alao	71
Tabla 38. Datos primarios de velocidad del viento promedio mensual (m/s) - Estación San Pablo.....	72
Tabla 39. Datos primarios de velocidad del viento promedio mensual (m/s) - Estación Saposoa	73
Tabla 40. Modelo de regresión lineal múltiple para completación y/o extensión de datos	74
Tabla 41. Criterio de confiabilidad para completación y/o extensión de datos	74

Tabla 42. <i>Evaluación de parámetros estadísticos para completación de datos de precipitación total mensual - Estación Alao.....</i>	75
Tabla 43. <i>Evaluación de parámetros estadísticos para completación de datos de precipitación total mensual - Estación San Pablo</i>	77
Tabla 44. <i>Evaluación de parámetros estadísticos para completación de datos de precipitación total mensual - Estación Saposoa.....</i>	79
Tabla 45. <i>Evaluación de parámetros estadísticos para completación de datos de temperatura media mensual - Estación Alao</i>	81
Tabla 46. <i>Evaluación de parámetros estadísticos para completación de datos de temperatura media mensual - Estación San Pablo</i>	83
Tabla 47. <i>Evaluación de parámetros estadísticos para completación de datos de temperatura media mensual - Estación Saposoa.....</i>	85
Tabla 48. <i>Evaluación de parámetros estadísticos para completación de datos de temperatura máxima promedio mensual - Estación Alao.....</i>	87
Tabla 49. <i>Evaluación de parámetros estadísticos para completación de datos de temperatura máxima promedio mensual - Estación San Pablo.....</i>	89
Tabla 50. <i>Evaluación de parámetros estadísticos para completación de datos de temperatura máxima promedio mensual - Estación Saposoa.....</i>	91
Tabla 51. <i>Evaluación de parámetros estadísticos para completación de datos de temperatura mínima promedio mensual - Estación Alao.....</i>	93
Tabla 52. <i>Evaluación de parámetros estadísticos para completación de datos de temperatura mínima promedio mensual - Estación San Pablo.....</i>	95
Tabla 53. <i>Evaluación de parámetros estadísticos para completación de datos de temperatura mínima promedio mensual - Estación Saposoa.....</i>	97
Tabla 54. <i>Evaluación de parámetros estadísticos para completación de datos de velocidad del viento promedio mensual - Estación Alao</i>	99
Tabla 55. <i>Evaluación de parámetros estadísticos para completación de datos de velocidad del viento promedio mensual - Estación San Pablo</i>	101
Tabla 56. <i>Evaluación de parámetros estadísticos para completación de datos de velocidad del viento promedio mensual - Estación Saposoa.....</i>	103

Tabla 57. <i>Comparación de parámetros estadísticos</i>	105
Tabla 58. <i>Datos completados de precipitación total mensual (mm) - Estación Alao</i> .	108
Tabla 59. <i>Datos completados de precipitación total mensual (mm) - Estación San Pablo</i>	109
Tabla 60. <i>Datos completados de precipitación total mensual (mm) - Estación Saposoa</i>	110
Tabla 61. <i>Datos completados de temperatura media mensual (°C) - Estación Alao</i> .	111
Tabla 62. <i>Datos completados de temperatura media mensual (°C) - Estación San Pablo</i>	112
Tabla 63. <i>Datos completados de temperatura media mensual (°C) - Estación Saposoa</i>	113
Tabla 64. <i>Datos completados de temperatura máxima promedio mensual (°C) - Estación Alao</i>	114
Tabla 65. <i>Datos completados de temperatura máxima promedio mensual (°C) - Estación San Pablo</i>	115
Tabla 66. <i>Datos completados de temperatura máxima promedio mensual (°C) - Estación Saposoa</i>	116
Tabla 67. <i>Datos completados de temperatura mínima promedio mensual (°C) - Estación Alao</i>	117
Tabla 68. <i>Datos completados de temperatura mínima promedio mensual (°C) - Estación San Pablo</i>	118
Tabla 69. <i>Datos completados de temperatura mínima promedio mensual (°C) - Estación Saposoa</i>	119
Tabla 70. <i>Datos completados de velocidad del viento promedio mensual (m/s) - Estación Alao</i>	120
Tabla 71. <i>Datos completados de velocidad del viento promedio mensual (m/s) - Estación San Pablo</i>	121
Tabla 72. <i>Datos completados de velocidad del viento promedio mensual (m/s) - Estación Saposoa</i>	122
Tabla 73. <i>Identificación de saltos en Prueba de desviación acumulativa</i>	131

Tabla 74. <i>Identificación de saltos en Prueba de razón de verosimilitud de Worsley</i> .	131
Tabla 75. <i>Evaluación de la consistencia en la media</i>	131
Tabla 76. <i>Evaluación de la consistencia en la desviación estándar</i>	132
Tabla 77. <i>Corrección de saltos</i>	132
Tabla 78. <i>Análisis de saltos</i>	133
Tabla 79. <i>Modelo de regresión lineal simple para análisis de tendencia en la media</i>	141
Tabla 80. <i>Evaluación de tendencia en la media</i>	141
Tabla 81. <i>Corrección de tendencia en la media</i>	141
Tabla 82. <i>Modelo de regresión lineal simple para análisis de tendencia en la desviación estándar</i>	142
Tabla 83. <i>Evaluación de tendencia en la desviación estándar</i>	142
Tabla 84. <i>Corrección tendencia en la desviación estándar</i>	142
Tabla 85. <i>Análisis de tendencias</i>	143
Tabla 86. <i>Datos consistentes y homogéneos de precipitación total mensual (mm) - Estación Alao</i>	145
Tabla 87. <i>Datos consistentes y homogéneos de precipitación total mensual (mm) - Estación San Pablo</i>	146
Tabla 88. <i>Datos consistentes y homogéneos de precipitación total mensual (mm) - Estación Saposoa</i>	147
Tabla 89. <i>Datos consistentes y homogéneos de temperatura media mensual (°C) - Estación Alao</i>	148
Tabla 90. <i>Datos consistentes y homogéneos de temperatura media mensual (°C) - Estación San Pablo</i>	149
Tabla 91. <i>Datos consistentes y homogéneos de temperatura media mensual (°C) - Estación Saposoa</i>	150
Tabla 92. <i>Datos consistentes y homogéneos de temperatura máxima promedio mensual (°C) - Estación Alao</i>	151
Tabla 93. <i>Datos consistentes y homogéneos de temperatura máxima promedio mensual (°C) - Estación San Pablo</i>	152

Tabla 94. <i>Datos consistentes y homogéneos de temperatura máxima promedio mensual (°C) - Estación Saposoa</i>	153
Tabla 95. <i>Datos consistentes y homogéneos de temperatura mínima promedio mensual (°C) - Estación Alao</i>	154
Tabla 96. <i>Datos consistentes y homogéneos de temperatura mínima promedio mensual (°C) - Estación San Pablo</i>	155
Tabla 97. <i>Datos consistentes y homogéneos de temperatura mínima promedio mensual (°C) - Estación Saposoa</i>	156
Tabla 98. <i>Datos consistentes y homogéneos de velocidad del viento promedio mensual (m/s) - Estación Alao</i>	157
Tabla 99. <i>Datos consistentes y homogéneos de velocidad del viento promedio mensual (m/s) - Estación San Pablo</i>	158
Tabla 100. <i>Datos consistentes y homogéneos de velocidad del viento promedio mensual (m/s) - Estación Saposoa</i>	159
Tabla 101. <i>Cálculo de precipitación media de la cuenca por método aritmético</i>	160
Tabla 102. <i>Parámetros para cálculo de precipitación media de la cuenca por método aritmético</i>	160
Tabla 103. <i>Trazo de polígonos de Thiessen en ArcGIS v10.8.2</i>	161
Tabla 104. <i>Cálculo de precipitación media de la cuenca por método de polígonos de Thiessen</i>	162
Tabla 105. <i>Parámetros para cálculo de precipitación media de la cuenca por método de polígonos de Thiessen</i>	162
Tabla 106. <i>Generación de isolíneas por Interpolación IDW en ArcGIS v10.8.2</i>	163
Tabla 107. <i>Cálculo de precipitación media de la cuenca por método de isoyetas</i>	164
Tabla 108. <i>Parámetros para cálculo de precipitación media de la cuenca - Método de isoyetas</i>	165
Tabla 109. <i>Cálculo de temperatura media de la cuenca por método de isotermas</i> ...	168
Tabla 110. <i>Parámetros para cálculo de temperatura media de la cuenca - Método de isotermas</i>	169

Tabla 111. <i>Cálculo de evapotranspiración mensual por método de Thornthwaite</i>	172
Tabla 112. <i>Estimación del factor de corrección</i>	172
Tabla 113. <i>Cálculo de evapotranspiración mensual por método de Thornthwaite (Estación Alao)</i>	173
Tabla 114. <i>Cálculo de evapotranspiración mensual por método de Thornthwaite (Estación San Pablo).....</i>	174
Tabla 115. <i>Cálculo de evapotranspiración mensual por método de Thornthwaite (Estación Saposoa)</i>	175
Tabla 116. <i>Criterio de isolíneas para determinar la evapotranspiración mensual en la microcuenca</i>	176
Tabla 117. <i>Parámetros para cálculo de evapotranspiración media de la cuenca (Método de Thornthwaite).....</i>	176
Tabla 118. <i>Cálculo de evapotranspiración del cultivo de referencia</i>	180
Tabla 119. <i>Estimación de la pendiente de la curva de presión de vapor</i>	181
Tabla 120. <i>Estimación de la constante psicrométrica</i>	181
Tabla 121. <i>Estimación de la velocidad del viento a 2 m de altura.....</i>	181
Tabla 122. <i>Estimación de la presión de vapor de saturación.....</i>	181
Tabla 123. <i>Estimación de la presión real de vapor</i>	182
Tabla 124. <i>Estimación de datos de radiación</i>	182
Tabla 125. <i>Estimación del flujo de calor del suelo</i>	183
Tabla 126. <i>Cálculo de evapotranspiración mensual por método FAO Penman-Monteith (Estación Alao)</i>	184
Tabla 127. <i>Cálculo de evapotranspiración mensual por método FAO Penman-Monteith (Estación San Pablo).....</i>	186
Tabla 128. <i>Cálculo de evapotranspiración mensual por método FAO Penman-Monteith (Estación Saposoa)</i>	188
Tabla 129. <i>Parámetros para cálculo de evapotranspiración media de la cuenca (Método FAO Penman-Monteith).....</i>	190

Tabla 130. <i>Estimación de la demanda hídrica de uso poblacional en la microcuenca de la quebrada Yuracyacu.....</i>	192
Tabla 131. <i>Método de interés simple para cálculo de población futura.....</i>	193
Tabla 132. <i>Parámetros para cálculo de demanda hídrica de uso poblacional en microcuenca de la quebrada Yuracyacu.....</i>	193
Tabla 133. <i>Características de la microcuenca de la quebrada Yuracyacu.....</i>	194
Tabla 134. <i>Completación de datos hidrometeorológicos faltantes.....</i>	198
Tabla 135. <i>Promedios mensuales multianuales de series de datos consistentes y homogéneos.....</i>	202
Tabla 136. <i>Precipitación media de la microcuenca de la quebrada Yuracyacu.....</i>	204
Tabla 137. <i>Temperatura media de la microcuenca de la quebrada Yuracyacu.....</i>	205
Tabla 138. <i>Evapotranspiración media de la microcuenca de la quebrada Yuracyacu</i>	206
Tabla 139. <i>Oferta hídrica superficial en la microcuenca de la quebrada Yuracyacu .</i>	207
Tabla 140. <i>Demanda hídrica de uso poblacional en la microcuenca de la quebrada Yuracyacu</i>	207
Tabla 141. <i>Balance hídrico en la microcuenca de la quebrada Yuracyacu.....</i>	208

Índice de figuras

Figura 1. Forma de la curva hipsométrica con la edad del río	33
Figura 2. Tipos de correlación.....	35
Figura 3. MDE descargado e identificación de zona de estudio	45
Figura 4. MDE recortado a la zona de estudio y libre de celdas vacías.....	45
Figura 5. Dirección de flujo en la zona de estudio.....	45
Figura 6. Acumulación de flujo y ubicación del punto de descarga	46
Figura 7. Archivo ráster de delimitación de la microcuenca.....	46
Figura 8. Trazo de curvas de nivel menores	47
Figura 9. Trazo de curvas de nivel mayores	47
Figura 10. MDE recortado a la forma de la microcuenca	48
Figura 11. Reclasificación del MDE en función a intervalos de altitud.....	48
Figura 12. Agrupación de polígonos por cada intervalo de altitud	48
Figura 13. Totalidad de líneas de escurrimiento presentes en la zona de estudio.....	49
Figura 14. Densidad establecida para las líneas de escurrimiento.....	50
Figura 15. Asignación automática de nodos para diferenciación de corrientes	50
Figura 16. Jerarquización de las corrientes presentes en la microcuenca.....	50
Figura 17. Redes de drenaje presentes en la zona de estudio.....	51
Figura 18. Red de drenaje presente en la microcuenca	51
Figura 19. Trazo de la longitud de la microcuenca en AutoCAD 2021	52
Figura 20. Análisis visual gráfico - Precipitación (Estación Alao).....	123
Figura 21. Análisis visual gráfico - Precipitación (Estación San Pablo)	123
Figura 22. Análisis visual gráfico - Precipitación (Estación Saposoa).....	124
Figura 23. Análisis visual gráfico - Temperatura media (Estación Alao)	124
Figura 24. Análisis visual gráfico - Temperatura media (Estación San Pablo).....	124
Figura 25. Análisis visual gráfico - Temperatura media (Estación Saposoa)	125

Figura 26. Análisis visual gráfico - Temperatura máxima (Estación Alao)	125
Figura 27. Análisis visual gráfico - Temperatura máxima (Estación San Pablo)	125
Figura 28. Análisis visual gráfico - Temperatura máxima (Estación Saposoa)	126
Figura 29. Análisis visual gráfico - Temperatura mínima (Estación Alao)	126
Figura 30. Análisis visual gráfico - Temperatura mínima (Estación San Pablo)	126
Figura 31. Análisis visual gráfico - Temperatura mínima (Estación Saposoa)	127
Figura 32. Análisis visual gráfico - Velocidad del viento (Estación Alao)	127
Figura 33. Análisis visual gráfico - Velocidad del viento (Estación San Pablo)	127
Figura 34. Análisis visual gráfico - Velocidad del viento (Estación Saposoa)	128
Figura 35. Análisis de doble masa - Precipitación	128
Figura 36. Análisis de doble masa - Temperatura media	129
Figura 37. Análisis de doble masa - Temperatura máxima	129
Figura 38. Análisis de doble masa - Temperatura mínima	130
Figura 39. Análisis de doble masa - Velocidad del viento	130
Figura 40. Área de influencia de cada estación en la zona de estudio	161
Figura 41. Área de influencia de cada estación sobre la microcuenca	161
Figura 42. Interpolación IDW entre los valores mensuales de cada estación	163
Figura 43. Reclasificación de curvas con equidistancia asignada	163
Figura 44. Distribución de isolíneas en zona de estudio	164
Figura 45. Distribución de isolíneas sobre la microcuenca	164
Figura 46. Histograma de frecuencia de altitudes de la microcuenca de la quebrada Yuracyacu	195
Figura 47. Curva hipsométrica de la microcuenca de la quebrada Yuracyacu	195
Figura 48. Rectángulo Equivalente de la microcuenca de la quebrada Yuracyacu ..	196
Figura 49. Precipitación media de la microcuenca de la quebrada Yuracyacu	204

Figura 50. Temperatura media mensual de la microcuenca de la quebrada Yuracyacu	205
Figura 51. Evapotranspiración media mensual de la microcuenca de la quebrada Yuracyacu	206
Figura 52. Balance hídrico de la microcuenca de la quebrada Yuracyacu	208

Índice de planos

- Plano 1.** MH-01: Microcuenca Hidrográfica
- Plano 2.** UH-01: Ubicación Hidrográfica
- Plano 3.** MV-01: Mapa Vial
- Plano 4.** MG-01: Mapa Geológico
- Plano 5.** MT-01: Mapa Topográfico
- Plano 6.** RH-01: Red Hidrográfica
- Plano 7.** ME-01: Mapa de Estaciones - SENAMHI
- Plano 8.** PT-01: Polígonos de Thiessen
- Plano 9.** IY-01: Mapa de Isoyetas
- Plano 10.** IT-01: Mapa de Isotermas
- Plano 11.** ET-TW-01: Mapa de Evapotranspiración
- Plano 12.** ET-PM-01: Mapa de Evapotranspiración

RESUMEN

Estudio hidrológico en la microcuenca de la quebrada Yuracyacu, distrito Agua Blanca, provincia El Dorado, región San Martín

El Perú cuenta con tres regiones hidrográficas: Pacífico, Amazonas y Titicaca, las cuales constituyen el 21.7 %, 74.5% y 3.8 % de su superficie total, respectivamente. Cada una de ellas presenta características propias de su entorno y demografía, pero tienen en común el problema de disponibilidad del agua. En la región San Martín, este problema se agrava con los efectos del cambio climático (intensas precipitaciones y prolongadas sequías) que dificultan el aprovechamiento del recurso hídrico. En ese contexto, este problema no es ajeno a la microcuenca de la quebrada Yuracyacu, por lo que el presente estudio busca cuantificar la disponibilidad de sus recursos hídricos superficiales a fin de planificar su aprovechamiento. La microcuenca de la quebrada Yuracyacu se ubica, políticamente, en el distrito de Agua Blanca, provincia de El Dorado, región San Martín e, hidrográficamente, forma parte de la Intercuenca Medio Alto Huallaga en la región hidrográfica del Amazonas. La ejecución del estudio contempló una duración de 3 meses en los que, mediante una investigación aplicada, se realizó procedimientos de identificación de la zona de estudio, delimitación de la microcuenca por divisoria topográfica en el software ArcGIS v10.8.2, así como la determinación de sus principales características geomorfológicas. Asimismo, a fin de obtener resultados confiables, abarcó el tratamiento de datos hidrometeorológicos mediante los procesos de completación de datos faltantes y análisis de consistencia. De la evaluación espacial y temporal de las variables de precipitación, temperatura media y evapotranspiración, se determinó la oferta hídrica superficial, mientras que la demanda hídrica se derivó del análisis del tamaño de la población y de la dotación diaria de agua. Los resultados muestran que la microcuenca posee una extensión de 42.8675 km² (con mayor distribución entre los 1,100 y 1,200 m s.n.m.), presenta una pendiente de 35.75 %, la pendiente del cauce principal es de 3.00 %, la temperatura media anual es de 26.16 °C, la oferta hídrica anual es de 2.8965 hm³ y la demanda hídrica anual de uso poblacional es de 0.1527 hm³. En ese sentido, se concluye que la microcuenca presenta forma irregular y alargada, con pobre capacidad de drenaje y respuesta hidrológica lenta, cuyo curso principal es considerado como un río maduro. Además, se verifica un superávit hídrico en los meses de marzo, abril y setiembre. Finalmente, el presente estudio constituye una herramienta eficiente y confiable para la gestión de los recursos hídricos.

Palabras clave: Agua superficial, Ciclo hidrológico, Datos hidrológicos, Equilibrio hídrico, Precipitación.

ABSTRACT

Hydrological study of the Yuracyacu stream micro-watershed, Agua Blanca district, El Dorado province, San Martin region

Peru is divided into three hydrographic regions: Pacific, Amazon and Titicaca, which account for 21.7%, 74.5% and 3.8% of its total surface area, respectively. Each of them has its own characteristics of its environment and demography, but they have in common the problem of water availability. In the San Martin region, this problem is aggravated by the effects of climate change (intense rainfall and prolonged droughts), which hinder the use of water resources. In this context, the Yuracyacu stream micro-watershed is not exempt to this problem, so this study aims to quantify the availability of its surface water resources in order to plan its use. The Yuracyacu micro-watershed is located, politically, in the district of Agua Blanca, province of El Dorado, San Martin region and, hydrographically, it is part of the Medio Alto Huallaga inter-basin in the Amazon hydrographic region. The execution of the study lasted 3 months, during which, through applied research, procedures were carried out to identify the study area, delimit the micro-watershed by topographic division in ArcGIS v10.8.2 software, as well as to determine its main geomorphological characteristics. Likewise, in order to obtain reliable results, it included the treatment of hydrometeorological data through the processes of completing missing data and consistency analysis. Water supply was determined from the spatial and temporal evaluation of precipitation, mean temperature and evapotranspiration variables, while water demand was derived from the analysis of population size and daily water supply. The results show that the micro-watershed has an area of 42.8675 km² (with a greater distribution between 1,100 and 1,200 m a.s.l.), a slope of 35.75%, the slope of the main channel is 3.00%, the mean annual temperature is 26.16 °C, the annual water supply is 2.8965 hm³ and the annual water demand for population use is 0.1527 hm³. In this sense, it is concluded that the micro-watershed has an irregular and elongated shape, with poor drainage capacity and slow hydrological response, the main course of which is considered a mature river. In addition, there is a water surplus in the months of March, April and September. Finally, this study constitutes an efficient and reliable tool for water resource management.

Keywords: Surface water, Hydrological cycle, Hydrological data, Water balance, Precipitation.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

1.1. Marco general del problema

La adecuada comprensión del ciclo hidrológico de una cuenca hidrográfica se deriva del conocimiento concerniente a la cantidad, potencial y distribución espacial de los recursos hídricos presentes en la misma. De igual forma, contar con información respecto a la situación actual de una unidad hidrográfica, a nivel geográfico (delimitación geopolítica de la cuenca) e hidrográfico (disponibilidad hídrica en un determinado punto de interés), facilita la comprensión espacial-temporal de dicha unidad hidrográfica y permite la correcta gestión y planificación del uso del agua, así como la formulación de proyectos para su aprovechamiento y diferentes usos.

El territorio peruano se encuentra dividido en tres regiones hidrográficas: Pacífico, Amazonas y Titicaca. Respecto a su superficie total, la Dirección de Conservación y Planeamiento de los Recursos Hídricos (DCPRH, 2012, p. 69) establece que la región hidrográfica del Pacífico representa el 21.7% (278,482.44 km²); la región hidrográfica del Amazonas, el 74.5% (957,822.52 km²), y la región hidrográfica del Titicaca, el 3.8% (48,910.64 km²). En cuanto a la problemática del agua en el Perú, teniendo en consideración estas tres regiones hidrográficas, cada una de ellas presenta peculiaridades propias de su entorno y demografía, sin embargo, tienen en común la cada vez más escasa disponibilidad de agua para los diferentes usos de la sociedad.

En la región San Martín, el problema de disponibilidad de agua es también preocupante, destaca como factor principal los efectos del cambio climático, los cuales son cada vez más marcados, presentándose épocas de intensas precipitaciones y otras de prolongadas sequías. Las primeras limitan el aprovechamiento debido a la gran cantidad de sedimentos en suspensión que dificultan e incrementan el costo del tratamiento físico del agua, y las segundas afectan con la falta de disponibilidad de agua en las principales fuentes de abastecimiento.

La región San Martín cuenta con una vasta red hidrográfica a lo largo y ancho de su territorio, constituyéndose por una gran variedad de cursos de agua superficiales con diferentes características hidrogeológicas, tales como ríos y quebradas. Uno de estos cursos de agua superficiales es la quebrada Yuracyacu, que forma parte de la Intercuenca Medio Alto Huallaga, perteneciente a la Región Hidrográfica del Amazonas, en la Vertiente del Atlántico. Es uno de los afluentes del río Sisa. Políticamente, se ubica en el distrito de Agua Blanca, provincia de El Dorado, Región San Martín.

Al respecto, en la microcuenca de la quebrada Yuracyacu, se presenta la dificultad de planificar un aprovechamiento racional y sostenible de los recursos hídricos superficiales a nivel de uso poblacional, agrícola, pecuario, energético, ecológico, entre otros, debido a que no existe un estudio hidrológico que permita evaluar y cuantificar la disponibilidad de estos recursos presentes en la misma, limitando el crecimiento socioeconómico y la satisfacción de las necesidades hídricas básicas de la población del distrito de Agua Blanca y poblaciones enmarcadas dentro de la delimitación geopolítica de la microcuenca. Asimismo, esta microcuenca no posee delimitación ni codificación como unidad hidrográfica.

A nivel internacional, nacional y regional, existen diversos estudios de carácter hidrológico que abordan temas como el análisis, comprensión y procesamiento de las variables hidrometeorológicas con la finalidad de determinar la oferta hídrica anual. Del mismo modo, se enfocan en la determinación de las características morfométricas y el caudal, la evaluación de los recursos hídricos superficiales, así como la determinación de la disponibilidad hídrica, tanto a nivel de cuenca como de microcuenca.

Con respecto a estos temas, se hace uso de diversos métodos y planteamientos que, combinados con herramientas informáticas como software de Sistemas de Información Geográfica (SIG) o Dibujo Asistido por Computadora (CAD), permitan determinar de manera más exacta y confiable las características geomorfológicas de la cuenca hidrográfica, así como evaluar los recursos hídricos superficiales, información que está dirigida a la optimización de los procesos de gestión y planificación tanto para épocas de escasez hídrica como para épocas de excedentes.

Por ello, la presente tesis plantea el desarrollo del estudio hidrológico de la microcuenca de la quebrada Yuracyacu mediante el uso de soporte tecnológico e informático adecuado, fuentes teóricas y bases de datos actualizadas, de tal manera que el estudio proporcione datos confiables de disponibilidad hídrica basados en la evaluación y cuantificación de los recursos hídricos superficiales, con la finalidad de llevar a cabo una adecuada planificación para el aprovechamiento racional y sostenible del agua, convirtiéndose en un documento técnico para la gestión de los recursos hídricos y una herramienta eficiente para la toma de decisiones por parte de las diferentes entidades públicas y privadas dentro de su ámbito de influencia.

1.2. Formulación del problema de investigación

En relación al problema planteado, nos formulamos la siguiente interrogante: ¿El estudio hidrológico de la microcuenca de la quebrada Yuracyacu permitirá cuantificar la

disponibilidad de los recursos hídricos superficiales con la finalidad de planificar su aprovechamiento?

1.3. Hipótesis de investigación

El estudio hidrológico de la microcuenca de la quebrada Yuracyacu permitirá cuantificar la disponibilidad de los recursos hídricos superficiales con la finalidad de planificar su aprovechamiento.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Cuantificar la disponibilidad de los recursos hídricos superficiales de la microcuenca de la quebrada Yuracyacu con la finalidad de planificar su aprovechamiento.

1.4.2. Objetivos específicos

- Identificar, delimitar y caracterizar la microcuenca de la quebrada Yuracyacu.
- Completar la información de los datos hidrometeorológicos faltantes.
- Analizar la consistencia de los datos hidrometeorológicos.
- Evaluar el comportamiento espacial y temporal de los parámetros hidrometeorológicos.
- Cuantificar la oferta hídrica superficial.
- Estimar la demanda hídrica de uso poblacional.
- Determinar el balance hídrico de la microcuenca de la quebrada Yuracyacu.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes a nivel internacional

Campoverde Salas (2019) de la Universidad Nacional de Loja, comprendió el comportamiento de las variables climáticas de la zona de transición Atlántico-Pacífico mediante el cálculo del balance hídrico de la microcuenca del río Malacatos (p. 18), por ello, con el paquete estadístico CLIMATOL del Programa R, rellenó y homogeneizó el registro 2016-2017 de información hidrometeorológica (p. 50). Realizó un análisis espacial-temporal de la microcuenca para evaluar el comportamiento de la precipitación media diaria (p. 50). Calculó la evapotranspiración media diaria por el método de Penman-Monteith empleando el software CROPWAT 8.0 (p. 57). Finalmente, con los parámetros climatológicos de precipitación, escorrentía, evapotranspiración e infiltración, estimó el balance hídrico diario aplicando su respectiva ecuación (p. 66).

Zhicay Lombaida (2020) de la Universidad Politécnica Salesiana, realizó un estudio integral de las características morfométricas y el caudal de la microcuenca del río San Francisco (p. 16), para este fin, con información de cartografía base y a través del software ArcGIS, generó el Modelo Digital de Elevación (MDE) con el que realizó la delimitación de la microcuenca y determinó sus parámetros morfométricos (p. 47). Usó el Método de regresión lineal para rellenar los valores faltantes del registro 1983-2015 de datos de precipitación (p. 53). Verificó la homogeneidad de las series de datos completados mediante el método de la curva de doble masa (p. 56). Posteriormente, calculó la precipitación media anual por el Método aritmético, el Método de polígonos de Thiessen y el Método de isoyetas (pp. 57-61).

2.1.2. Antecedentes a nivel nacional

La Dirección de Calidad y Evaluación de los Recursos Hídricos (DCERH, 2019a) abordó la evaluación de los recursos hídricos superficiales de la cuenca del río Tambo (p. 5), a tal efecto, realizó la evaluación climatológica de las principales variables climáticas (precipitación, temperatura, humedad relativa, horas de sol y evapotranspiración potencial) con valores obtenidos de las estaciones pluviométricas y meteorológicas del SENAMHI (p. 31). Empleando el software Hydraccess, graficó mapas de isotermas (pp. 38-39). Aplicando pruebas estadísticas de tendencia, de cambio y aleatoriedad en series de tiempo, verificó la homogeneidad del periodo 1964-2018 de información

pluviométrica (p. 58), lo que derivó en el cálculo de la precipitación media usando el software Hydraccess (p. 66). Asimismo, calculó la evapotranspiración empleando la fórmula de Penman-Monteith a través del software CROPWAT (p. 111).

La Dirección de Calidad y Evaluación de los Recursos Hídricos (DCERH, 2019b) planteó la evaluación de los recursos hídricos superficiales de la cuenca del río Ramis (p. 21), para lo cual, empleando el software Hec-4 Monthly Streamflow Simulation, completó y extendió el registro 1956-2018 de datos pluviométricos (p. 185). Utilizando el software TREND, efectuó el análisis estadístico de saltos y tendencias de la serie completada de datos pluviométricos (p. 181). Calculó la precipitación media de la cuenca, mediante el software Hydraccess, por el Método de polígonos de Thiessen, Método Inversa a distancia y el Método Kriging (p. 195). Adicionalmente, determinó la demanda hídrica de uso poblacional, aclarando que sus requerimientos “no son muy significativos” en comparación con las demandas de uso productivo y ecológico (p. 243).

2.1.3. Antecedentes a nivel regional

Flores Chiang (2018) de la Universidad Nacional de San Martín, abordó el análisis y procesamiento de información hidrometeorológica para determinar la oferta hídrica de la microcuenca del río Shilcayo (p. 17), a tal efecto, con información cartográfica de la Carta Nacional a escala 1:100000 y usando el software ArcGIS, delimitó la microcuenca (p. 51) y calculó sus respectivos parámetros (p. 54). Verificó el grado de confiabilidad de la serie de datos anuales de precipitación (registro 2002-2016) a través del análisis de doble masa (p. 47). Determinó la precipitación media aplicando el Método aritmético, Método de los polígonos de Thiessen y Método de las isoyetas (p. 98). Calculó la evapotranspiración promedio empleando el Método de Turc Mensual, Método de Thornthwaite, Método de Turc Anual, Método de Coutagne (p. 135). Finalmente, con los valores precipitación y evapotranspiración, estableció el balance hídrico (p. 138).

Pezo Ruíz (2021) de la Universidad Nacional de San Martín, determinó la oferta hídrica anual de la microcuenca de la quebrada Shupishiña (p. 16), para lo cual, en el software ArcGIS, delimitó la microcuenca utilizando información cartográfica y topográfica (p. 68), y calculó sus respectivos parámetros (p. 71). Mediante el análisis de doble masa, corroboró la validez del registro 2000-2019 de datos anuales de precipitación (p. 73). Calculó la precipitación media aplicando el Método de los polígonos de Thiessen y Método de las isoyetas (p. 98). Determinó la evapotranspiración promedio empleando el Método de Turc Mensual, Método de Thornthwaite, Método de Turc Anual, Método de Coutagne (p. 153). Adicionalmente, efectuando la comparación a nivel mensual de los valores precipitación y evapotranspiración, estableció el balance hídrico (p. 155).

2.2. Fundamentos teóricos

2.2.1. Ciclo hidrológico

Definición. Considerado como “el foco central de hidrología” (Chow et al., 1988/1994, p. 2), es el conjunto de cambios a los que es sometido el agua presente en la naturaleza en sus diversos estados y formas (Villón Béjar, 2002, p. 16). Algunos autores lo describen como un ciclo sin principio ni final en el que los procesos hídricos (evaporación, condensación y precipitación) suceden en forma continua (Chow et al., 1988/1994, p. 2; Aparicio Mijares, 1992, p. 17). Sin embargo, Linsley y Franzini (1964/1967) consideran como la primera etapa del ciclo hidrológico a la evaporación del agua de los océanos, que es transportada por las masas de aire para luego condensarse y caer en forma de precipitación (p. 1). Asimismo, Monsalve Sáenz (1999) detalla como componentes del ciclo hidrológico a los procesos de evaporación de agua, transpiración, evapotranspiración, condensación, precipitación, intercepción, almacenamiento por depresiones, escorrentía, flujo subsuperficial, infiltración, percolación, agua capilar, detretimiento y filtración (pp. 21-22).

2.2.2. Cuenca hidrográfica

Definición. Es el territorio, región o zona (Sánchez Vélez et al., 2003, p. 9), definida topográficamente (Monsalve Sáenz, 1999, p. 33) y en condiciones de impermeabilidad (Aparicio Mijares, 1992, p. 19), en la que toda agua superficial formada en él (Linsley y Franzini, 1964/1967, p. 25), por precipitación pluvial o cualquier otro aporte (deshielo), es transferida a un afluente más grande, una laguna o el mar (Ibáñez Asensio et al., 2011, p. 3; Sánchez Vélez et al., 2003, p. 9) a través de un sistema de drenaje que confluye en un curso de agua y que pasa por el punto topográfico más bajo (Breña Puyol y Jacobo Villa, 2006, p. 23; Linsley y Franzini, 1964/1967, p. 25). Este punto más bajo es en realidad una sección transversal del curso de agua (Remenieras, 1971, p. 181), ya que para cada sección de su recorrido es posible obtener una cuenca bien definida (Chereque Morán, 1984, p. 28).

Delimitación de una cuenca. El límite de una cuenca está dado por una línea de carácter natural (Sánchez Vélez et al., 2003, p. 10) denominada divisoria o parteaguas, que la separa de las cuencas adyacentes (Linsley y Franzini, 1964/1967, p. 25; Breña Puyol y Jacobo Villa, 2006, p. 27). La cuenca puede delimitarse por divisoria topográfica o superficial y por divisoria freática o subterránea, siendo la primera la de uso recurrente (Monsalve Sáenz, 1999, p. 35). La divisoria topográfica solo atraviesa el cauce principal en el punto de salida o estación de aforo (Villón Béjar, 2002, p. 22).

Características generales

Área de la cuenca. Es la superficie contenida en la proyección horizontal de la divisoria topográfica (Monsalve Sáenz, 1999, p. 37). Es probablemente la característica más importante (Ordoñez Gálvez, 2011a, p. 17). En función al área de la cuenca, Villón Béjar (2002) menciona que hay cuencas grandes (área mayor a 250 km²) y cuencas pequeñas (área hasta 250 km²) (p. 23), mientras que Sánchez Vélez et al. (2003) formula la clasificación en: cuenca (área mayor a 500 km²), subcuenca (área entre 50 a 500 km²) y microcuenca (área entre 30 a 50 km²) (p. 9).

Perímetro de la cuenca. Es la longitud total de la divisoria topográfica proyectada sobre un plano horizontal (Breña Puyol y Jacobo Villa, 2006, p. 35; Villón Béjar, 2002, p. 32).

Longitud de la cuenca. Es la longitud de la línea recta trazada desde el punto de salida hasta el punto situado a mayor distancia topográfica cerca de la cabecera del curso de agua más largo (Ibáñez Asensio et al., 2011, p. 6; Linsley et al., 1975/1977, p. 349).

Ancho de la cuenca. Es el cociente entre el área y la longitud de la cuenca (Monsalve Sáenz, 1999, p. 38), siendo perpendicular a esta última (Breña Puyol y Jacobo Villa, 2006, p. 28).

Características de forma

Factor de forma. Es el cociente entre el ancho y la longitud de la cuenca (Monsalve Sáenz, 1999, p. 38). Si se tiene dos cuencas de igual área, la de menor factor de forma estará menos sujeta a crecientes (Monsalve Sáenz, 1999, p. 38), al ser menos probable que tenga una tormenta simultánea en su extensión (Villón Béjar, 2002, p. 40). Este factor “no implica una suposición especial de la forma de la cuenca”. (Linsley et al., 1975/1977, p. 349).

Coficiente de Compacidad o Índice de Gravelius. Es el cociente entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de una circunferencia de igual área que la cuenca (Villón Béjar, 2002, p. 41). Cuanto mayor sea la irregularidad de la cuenca, mayor será su coeficiente de compacidad (Monsalve Sáenz, 1999, p. 38).

Características de relieve

Histograma de frecuencia de altitudes. Es la representación gráfica de la distribución de las áreas (en km² o porcentaje del área total) comprendidas en cada intervalo de altitud (Chereque Morán, 1984, p. 28; Breña Puyol y Jacobo Villa, 2006, p. 29). Es complementaria a la curva hipsométrica y requiere que los datos de áreas sean extraídos de un plano con curvas de nivel (Villón Béjar, 2002, p. 34).

Curva hipsométrica. Es la representación gráfica que muestra el área acumulada existente por encima o por debajo de una determinada altitud (Monsalve Sáenz, 1999, p. 44; Linsley et al., 1975/1977, p. 351). Se traza en coordenadas rectangulares, con datos de área acumulada sobre cada altitud (en km² o porcentaje del área total) en el eje de las abscisas y datos de altitud en el eje de las ordenadas (Villón Béjar, 2002, pp. 34-35). Ibáñez Asensio et al. (2011) mencionan que “las curvas hipsométricas han sido asociadas con las edades de los ríos” (p. 9) tal como se muestra en la Figura 1.

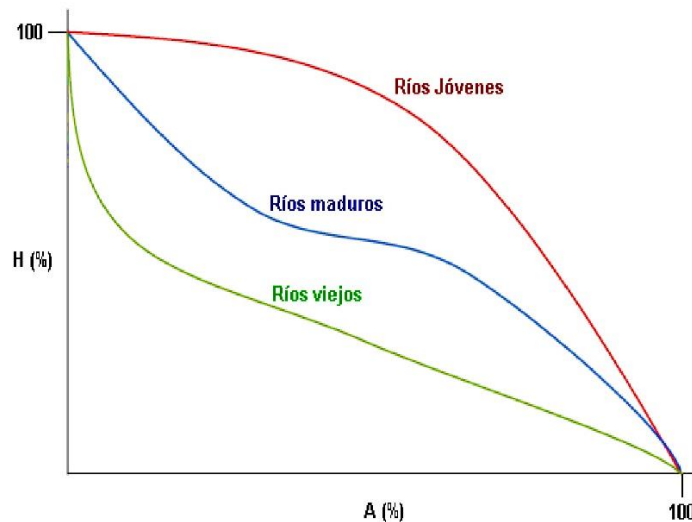


Figura 1.

Forma de la curva hipsométrica con la edad del río (Ibáñez Asensio et al., 2011, p. 9).

Altitud media de la cuenca. Es el parámetro que mide la variación de la altitud de una cuenca (Breña Puyol y Jacobo Villa, 2006, p. 36). Esta variación altitudinal influye sobre la precipitación, distribución térmica y escorrentía de la cuenca, sirviendo de base para la caracterización de zonas climáticas y ecológicas presentes en ella (Monsalve Sáenz, 1999, p. 47; Ibáñez Asensio et al., 2011, p. 9).

Rectángulo equivalente. Es la transformación geométrica de una cuenca en una superficie rectangular conservando su área, perímetro y distribución altitudinal, con lados, mayor L_{RE} y menor l_{RE} , en el que las curvas de nivel se convierten en rectas paralelas al lado menor (Ibáñez Asensio et al., 2011, p. 7; Villón Béjar, 2002, p. 42).

Pendiente de la cuenca. Es un factor que influye en la velocidad y poder erosivo de la escorrentía superficial, así como en el tiempo de concentración de las aguas de precipitación (Monsalve Sáenz, 1999, p. 40; Ibáñez Asensio et al., 2011, p. 8).

Pendiente del cauce principal. Es el indicador más importante del grado de respuesta de una cuenca a una tormenta (Aparicio Mijares, 1992, p. 22), así como en el estudio del comportamiento del recurso hídrico (Villón Béjar, 2002, p. 54).

Características de la red de drenaje

Orden de las corrientes. Es un indicador del grado de ramificación o bifurcación del cauce principal, cuyo orden define el orden de la cuenca y es altamente sensitivo a la escala del mapa utilizado (Monsalve Sáenz, 1999, p. 38; Linsley et al., 1975/1977, p. 347). Los sistemas de ordenamiento más empleados son el de Horton (1945, como se citó en Chow et al., 1988/1994, p. 171) y el de Strahler (1952, como se citó en Ibáñez Asensio et al., 2011, p. 11), siendo este último una leve modificación del Sistema de Horton (Chow et al., 1988/1994, p. 171), planteando cada uno sus respectivos principios:

Tabla 1

Principios de los sistemas de ordenamiento de Horton y Strahler

Sistema de Horton	Sistema de Strahler
<ul style="list-style-type: none"> • Las corrientes de orden 1 son aquellas que no tienen tributarios. • Cuando una corriente de orden “i” se une con una corriente de orden “i+1”, la corriente resultante será de orden “i+2”. • Cada cauce tiene un único orden que se corresponde con el mayor orden al final de su recorrido. • La asignación de un único orden por cauce requiere que se trace cauces únicos en los que los demás cauces se convierten en afluentes, iniciando por el de mayor orden y continuando con los de menor orden. 	<ul style="list-style-type: none"> • Las corrientes de orden 1 son aquellas que no tienen tributarios. • Cuando se unen dos corrientes de orden “i”, la corriente resultante es de orden “i+1”. • Cuando una corriente de orden bajo se une con una corriente de orden mayor, la corriente resultante conserva el orden mayor. • El cauce principal puede contener segmentos de distinto orden.

Nota. Adaptado de Ibáñez Asensio et al. (2011, p. 11), Chow et al. (1988/1994, p. 171) y Villón Béjar (2002, p. 61)

Longitud de las corrientes. Es un indicador de la pendiente y del grado de drenaje de la cuenca (Villón Béjar, 2002, p. 62). Representa la suma de las longitudes de las corrientes de la cuenca, las cuales pueden ser efímeras (solo transportan agua durante la precipitación e inmediatamente después), intermitentes (transportan agua la mayor parte del tiempo y cesa cuando disminuye el nivel freático) o perennes (contienen agua todo el tiempo) (Ibáñez Asensio et al., 2011, p. 12; Villón Béjar, 2002, p. 61).

Densidad de las corrientes. Es el cociente entre el número de corrientes perennes e intermitentes de la cuenca y el área de la misma (Aparicio Mijares, 1992, p. 21).

Densidad de drenaje. Es el cociente entre la longitud de las corrientes y el área de la cuenca (Aparicio Mijares, 1992, p. 21). Linsley et al. (1975/1977) mencionan que valores bajos de densidad reflejan una cuenca pobremente drenada, con respuesta hidrológica lenta, presencia de suelos resistentes a la erosión o muy permeables y relieve bajo en su superficie, mientras que valores altos reflejan una cuenca bien drenada, con respuesta rápida a la precipitación, con suelos fácilmente erosionables o relativamente

impermeables, pendientes altas y escasa cobertura vegetal (pp. 348-349). Del mismo modo, Monsalve Sáenz (1999) establece valores de 0.50 km/km^2 en cuencas con drenaje pobre y valores de hasta 3.50 km/km^2 en cuencas bien drenadas (p. 39).

Extensión media de escorrentía. Es la distancia media de recorrido de las aguas de precipitación, en el caso hipotético de que la escorrentía fuera perpendicular a cualquier curso de agua presente en la cuenca (Monsalve Sáenz, 1999, p. 39).

2.2.3. Completación y extensión de datos

Definición. Nacen como respuesta a uno de los problemas más comunes al realizar un estudio hidrológico: la falta de algunos datos o periodos de información considerable de un registro histórico (Aliaga Araujo, 1983, p. 66). La extensión es la transferencia de información de un registro histórico largo a otro con registro histórico corto, mientras que la completación, que es un caso particular de extensión, consiste en rellenar los vacíos de información de un determinado registro histórico (Villón Béjar, 2005, p. 335).

Técnicas. Requieren la aplicación de modelos de Regresión lineal simple o de Regresión lineal múltiple, considerando el siguiente orden de prioridad para la correlación de datos: a) Correlación cruzada entre dos o más estaciones, sin desfase (Figura 2, caso 1) o con desfase (Figura 2, caso 3), b) Autocorrelación (Figura 2, caso 2); c) Criterios prácticos (Villón Béjar, 2005, p. 336).

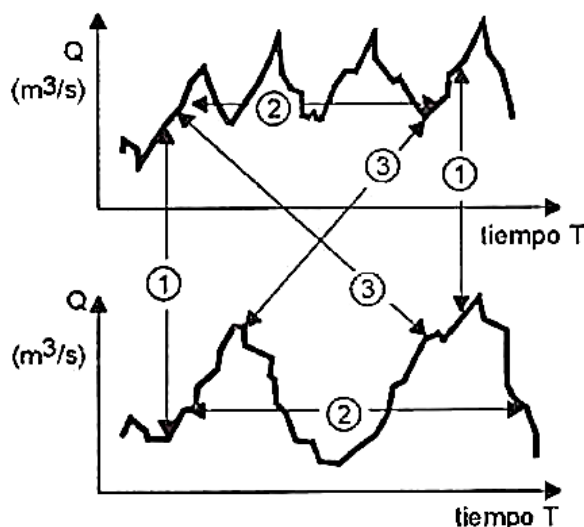


Figura 2.

Tipos de correlación (Obtenido de Villón Béjar, 2005, p. 336).

Regresión lineal simple. Está basada en la suposición de la relación lineal entre dos variables (Villón Béjar, 2005, p. 273).

Regresión lineal múltiple. Está basada en la suposición de la relación lineal entre una variable dependiente y dos o más variables independientes (Villón Béjar, 2005, p. 286).

Procedimiento. Definir el tipo de correlación y el modelo de regresión a emplear con las variables de análisis (Aliaga Araujo, 1983, p. 71), seguidamente, determinar el coeficiente de correlación que será evaluado mediante la prueba t de Student para establecer si es significativo o no al 95% de probabilidad o 5% de significancia, teniendo en cuenta que: Si el coeficiente de correlación es significativo, entonces existe correlación entre las variables y la ecuación del modelo de regresión empleado puede usarse en el proceso de completación y/o extensión; caso contrario, es necesario usar otro modelo y/o establecer otro tipo de correlación (Villón Béjar, 2005, p. 341).

Finalmente, Villón Béjar (2005) plantea que, es necesario verificar si la adición de datos mejoró o no los parámetros de la serie original, sugiriendo la varianza como medida de precisión, tal que: Si la varianza de la serie completada o extendida es mayor que la varianza de la serie original, entonces el parámetro es menos preciso, no se recomienda usar la serie resultante y se sugiere repetir el proceso usando otro modelo y/o estableciendo otro tipo de correlación, caso contrario, el parámetro es más preciso, la serie resultante es de uso recomendable y se da por terminado el proceso (p. 342).

2.2.4. Análisis de consistencia de datos

Definición. Es el proceso que permite finalidad identificar, describir y remover la inconsistencia y la no homogeneidad de una determinada serie de datos, a fin de determinar cuán confiable es la información hidrometeorológica recopilada (Villón Béjar, 2005, p. 307). La inconsistencia está relacionada con errores sistemáticos a través de la presencia de saltos y tendencias, y la no homogeneidad está dada por los cambios de datos vírgenes con el tiempo, sin embargo, el análisis de consistencia se centra más en los errores sistemáticos de origen artificial, es decir, los causados por el hombre, ya que son los de mayor interés práctico (Aliaga Araujo, 1983, pp. 14-15). Cabe destacar que, para llevar a cabo el modelamiento hidrológico, es necesario que las series de datos sean confiables, es decir, consistentes y homogéneas (Villón Béjar, 2005, p. 308).

Análisis de saltos. Comprende las actividades de identificación, evaluación y corrección (Aliaga Araujo, 1983, p. 24).

La identificación de saltos se realiza a través de los siguientes procesos:

Análisis visual gráfico. Consiste en analizar la distribución temporal de una determinada serie de datos a través de un gráfico trazado en coordenadas rectangulares con información hidrometeorológica en el eje de las ordenadas y el tiempo cronológico respectivo en el eje de las abscisas, a fin de identificar el periodo o los periodos dudosos vinculados a un salto (Aliaga Araujo, 1983, p. 27; Villón Béjar, 2005, p. 310).

Análisis de doble masa. Es una herramienta utilizada para detectar inconsistencias en una serie de datos cuando se dispone de dos o más series, mas no para llevar a cabo la corrección a partir de la misma (Aliaga Araujo, 1983, pp. 28-29). Es complementaria al Análisis visual gráfico, y consiste en identificar los periodos confiables o dudosos a través de los quiebres de la recta de doble masa (Villón Béjar, 2005, p. 314).

Como alternativa estadística para la identificación de saltos, Chiew y Siriwardena (2005) proponen el uso de Pruebas de tendencia que determinan los puntos de cambio de los parámetros estadísticos en una serie de datos (p. 16), y cumplen la misma labor que el Análisis visual gráfico y Análisis de doble masa. Entre estas pruebas tenemos a:

Prueba de desviación acumulativa. Desarrollado por Buishand (1982, como se citó en Grayson et al., 1996, p. 64), es una prueba paramétrica que tiene como propósito detectar un cambio en la media de una serie de datos después de un determinado número de observaciones, verificando si las medias en dos partes de dicha serie son diferentes (para un tiempo de cambio desconocido), asumiendo que los datos presentan una distribución normal (Chiew y Siriwardena, 2005, p. 18).

Prueba de razón de verosimilitud de Worsley. Desarrollado por Worsley (1979, como se citó en Grayson et al., 1996, p. 65), es una prueba paramétrica que, de manera similar a la Prueba de desviación acumulativa, verifica si las medias en dos partes de una serie de datos son diferentes (para un tiempo de cambio desconocido), asumiendo que los datos presentan una distribución normal, siendo la diferencia principal la ponderación del valor de las desviaciones estándar acumuladas en función de su posición en la serie temporal (Chiew y Siriwardena, 2005, p. 19; Grayson et al., 1996, p. 65).

Una vez identificados los saltos, se realiza su evaluación mediante los siguientes procesos:

Consistencia en la media. Es el análisis estadístico que, mediante la prueba t de Student, busca determinar si las medias de dos submuestras de una serie de datos hidrometeorológicos son o no estadísticamente iguales al 95% de probabilidad o 5% de significancia (Villón Béjar, 2005, p. 315).

Consistencia en la desviación estándar. Es el análisis estadístico que, mediante la prueba F, busca determinar si las desviaciones estándar de dos submuestras de una serie de datos hidrometeorológicos son o no estadísticamente iguales al 95% de probabilidad o 5% de significancia (Villón Béjar, 2005, p. 317).

Basado en la evaluación de la consistencia en la media y en la desviación estándar, Villón Béjar (2005) menciona que: Si los periodos de datos son estadísticamente iguales

en los parámetros estadísticos analizados, entonces la serie de datos no presenta saltos significativos, por lo que no es necesario corregir de ningún periodo de la misma; caso contrario, se corrige el periodo considerado dudoso repitiendo este procedimiento hasta obtener una serie de datos libre de saltos significativos (pp. 317-318).

Análisis de tendencias. Se realiza en la serie de datos libre de saltos y comprende los siguientes procesos secuenciales:

Tendencia en la media. Puede expresarse mediante un modelo de regresión lineal o polinomial, cuyo coeficiente de correlación es evaluado mediante la prueba t de Student para establecer si la tendencia es significativa o no al 95% de probabilidad o 5% de significancia, de tal manera que: Si la serie de datos no presenta tendencia significativa, entonces no se corrige la serie y se procede al análisis de tendencia en la desviación estándar; caso contrario, se corrigen los datos (Villón Béjar, 2005, pp. 319-322).

Tendencia en la desviación estándar. Se presenta solamente en datos semanales o mensuales, mas no en datos anuales. Puede expresarse mediante un modelo de regresión lineal o polinomial, cuyo coeficiente de correlación es evaluado mediante la prueba t de Student para establecer si la tendencia es significativa o no al 95% de probabilidad o 5% de significancia, de tal forma que: Si la serie de datos no presenta tendencia significativa, entonces no se corrige la serie, ya que es consistente y homogénea; caso contrario, se corrige los datos (Villón Béjar, 2005, pp. 323-324).

2.2.5. Precipitación

Definición. Es toda forma de humedad (lluvia, granizo, garúa o nevada) que, originada en las nubes, cae en la superficie terrestre y representa su fuente primordial de agua (Chereque Morán, 1984, p. 15; Aparicio Mijares, 1992, p.113). Linsley y Franzini, (1964/1967) hacen distinción entre precipitación pluvial líquida y precipitación helada (p. 25). Su cuantificación es el punto de inicio para la mayoría de estudios enfocados en el uso y control del agua (Aparicio Mijares, 1992, p. 113).

Cálculo de la precipitación media de una cuenca

Método Aritmético. Es el método más simple y sencillo (Linsley y Franzini, 1964/1967, p. 29; Chereque Morán, 1984, p. 30). Es útil para tener una idea aproximada de la precipitación media de la cuenca (Aparicio Mijares, 1992, p. 145). Brinda mayor precisión cuando la zona de estudio presenta las siguientes características: Número grande de estaciones disponibles (Villón Béjar, 2002, p. 78), topografía muy suave (Aparicio Mijares, 1992, p. 145), distribución uniforme de estaciones y pequeña variación entre sus mediciones pluviométricas (Monsalve Sáenz, 1999, p. 106).

Método de polígonos de Thiessen. Toma en cuenta la distribución de las estaciones en la zona de estudio (Aparicio Mijares, 1992, p. 145), mas no la influencia orográfica, brindando mayor precisión en zonas con topografía plana (Monsalve Sáenz, 1999, p. 106). Es el método más práctico para cálculos repetitivos, ya que los polígonos no varían a menos que se cambie el número de estaciones (Aparicio Mijares, 1992, p. 145).

Método de isoyetas. Es el más preciso (Chereque Morán, 1984, p. 31), sin embargo, esta precisión está ligada a su criterio de trazado (Villón Béjar, 2002, p. 80), ya que una interpolación lineal entre estaciones no brinda mayor precisión que el Método de polígonos de Thiessen (Linsley y Franzini, 1964/1967, p. 30), siendo necesario considerar los efectos orográficos en la distribución de la precipitación para obtener un modelo más real (Monsalve Sáenz, 1999, p. 107).

2.2.6. Temperatura

Definición. Es una medida del movimiento de traslación de las moléculas en un determinado sistema, como el aire (Breña Puyol y Jacobo Villa, 2006, p. 52), asimismo, es proporcional a la fluctuación de la radiación solar incidente (Monsalve Sáenz, 1999, p. 78) y se constituye como un factor interviniente muy importante en el ciclo hidrológico ya que está presente en todas sus etapas (Chereque Morán, 1984, p. 4).

Cálculo de la temperatura media de una cuenca

Método de las isotermas. Consiste en trazar líneas que unen puntos que tienen la misma temperatura, teniendo en cuenta su correlación con otras variables, tales como la altitud, vegetación, etc. (Madrid Soto y Ortiz López, 2005, p. 122).

2.2.7. Evapotranspiración

Definición. Denominada también “Evaporación total” (Linsley y Franzini, 1964/1967, p. 50), es una etapa permanente en el ciclo hidrológico (Villón Béjar, 2002, p. 305) que describe las pérdidas totales de agua de una zona por los procesos de evaporación y transpiración (Linsley y Franzini, 1964/1967, p. 50). Está ligada a parámetros climatológicos como la radiación, temperatura del aire, humedad atmosférica y velocidad del viento (Allen et al., 2006, p. 1). Linsley y Franzini (1964/1967) nos dicen que, en ningún caso, la evapotranspiración puede exceder a la precipitación, salvo el caso de aprovechamiento de otra cuenca para abastecimiento local (pp. 53-54).

Cálculo de la evapotranspiración media de una cuenca

Método de Thornthwaite. Thornthwaite (1944, como se citó en Linsley et al., 1975/1977) introduce el término de “Evapotranspiración Potencial” para expresar la

pérdida de agua en caso de no existir deficiencia de agua en el suelo para el uso de la vegetación (p. 144). Es uno de los métodos más sencillos ya que solo requiere información climatológica y geográfica (Breña Puyol y Jacobo Villa, 2006, p. 18). Brinda resultados de carácter estimativo que pueden ser usados únicamente en estudios preliminares (Aparicio Mijares, 1992, p. 56).

Método FAO Penman - Monteith. Allen et al. (2006) nos presentan el término “Evapotranspiración de cultivo de referencia (ET_0)”, para expresar la fuerza evaporativa de la atmósfera, no recomendando el uso de denominaciones como “Evapotranspiración Potencial” ya que presentan ambigüedades en su definición (p. 7). Asimismo, Allen et al. (2006) mencionan que este método es el único recomendable para la determinación de la ET_0 con parámetros climáticos, ya que posee bases físicas sólidas, tiene buena estimación de la ET_0 para cualquier localidad evaluada, usa de manera explícita factores fisiológicos y aerodinámicos, y establece procedimientos para casos de parámetros climáticos faltantes (p. 7). Sin embargo, cabe indicar que, la aplicación de este método requiere como mínimo datos de temperatura máxima y mínima del aire (p. 64).

2.2.8. Oferta hídrica

Definición. La Autoridad Nacional del Agua, mediante R. J. N° 180-2016-ANA (2016, p. 168), la define como el “caudal disponible en las fuentes superficiales y subterráneas de acuerdo con las mediciones directas efectuadas en la cuenca aforada”.

2.2.9. Demanda hídrica

Definición. Es la cantidad de agua requerida por los usuarios para satisfacer las necesidades de uso poblacional o en actividades económicas productivas (R. J. N° 180-2016-ANA, 2016, p. 56). La demanda de uso poblacional está orientada a la satisfacción de las necesidades básicas humanas a través del uso de agua, debidamente tratada, proveniente de una fuente o red pública (R. J. N° 151-2020-ANA, 2020, ítem 173).

2.2.10. Balance hídrico

Definición. Es la “comparación entre la oferta de agua y las demandas de agua para todos los usos” (Coronado del Águila, 2014; como se citó en R. J. N° 180-2016-ANA, 2016, p. 28). Cabe destacar que existe diferencia con el término “Balance hidrológico”, el cual está ligado a la ecuación de continuidad (Ordoñez Gálvez, 2011b, p. 7) y referido a la evaluación, en un periodo de tiempo determinado, de entradas, salidas y variaciones en el almacenamiento de agua (Organización Meteorológica Mundial [OMM], 2012; como se citó en R. J. N° 180-2016-ANA, 2016, p. 404).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito de la investigación

3.1.1. Contexto de la investigación

Ubicación. Se consideró a nivel político, geográfico e hidrográfico, tal como sigue:

Ubicación política. La microcuenca de la quebrada Yuracyacu se ubica en el corazón de la región San Martín, específicamente en el distrito de Agua Blanca, provincia de El Dorado; y distribuye su extensión, en menor medida, en el distrito de San José de Sisa, provincia de El Dorado y en el distrito de Alto Saposa, provincia de Huallaga.

Ubicación geográfica. La microcuenca de la quebrada Yuracyacu se encuentra enmarcada entre las coordenadas UTM Zona 18S WGS 1984 detalladas en la Tabla 2.

Tabla 2

Coordenadas UTM de la microcuenca de la quebrada Yuracyacu

Coordenada	Límite Izquierdo	Límite Inferior	Límite Derecho	Límite Superior
Este	300,000.00 E	-----	315,000.00 E	-----
Sur	-----	9,250,000.00 S	-----	9,267,500.00 S

Ubicación hidrográfica. La Autoridad Nacional de Agua, a través de la Dirección de Conservación y Planeamiento de los Recursos Hídricos (2012), realizó la delimitación y codificación de las unidades hidrográficas presentes en nuestro país mediante la metodología de división por niveles jerárquicos (p. 8), de este modo, a nivel hidrográfico, la microcuenca de la quebrada Yuracyacu se ubica en la Unidad Hidrográfica de Nivel 5: Intercuenca Medio Alto Huallaga, de acuerdo a lo detallado en la Tabla 3.

Tabla 3

Ubicación hidrográfica de la microcuenca de la quebrada Yuracyacu

Nivel	Código	Unidad Hidrográfica
1	4	Región Hidrográfica del río Amazonas
2	49	Intercuenca Hidrográfica Alto Amazonas
3	498	Cuenca Hidrográfica del río Marañón
4	4984	Cuenca Hidrográfica del río Huallaga
5	49847	Intercuenca Medio Alto Huallaga

Vías de acceso. Desde la ciudad de Tarapoto, la principal vía de acceso al distrito de Agua Blanca recibe el Código de ruta SM-102 y pertenece a la red vial departamental de la región San Martín, cuyo trayecto está dado por la ruta Emp. PE-5N (Dv.

Cuñumbuque) - Cuñumbuque - San José de Sisa - Agua Blanca - San Pablo - Emp. PE-5N (Dv. Bellavista).

Geología. El mapa geológico de la microcuenca de la quebrada Yuracyacu muestra 12 unidades litoestratigráficas, las cuales presentan características de tipo sedimentaria y litología variada, tal como se aprecia en la Tabla 4. Además, destaca la presencia de diversas fallas y pliegues en toda su extensión.

Tabla 4

Unidades litoestratigráficas en la microcuenca de la quebrada Yuracyacu

Etiqueta	Unidad Litoestratigráfica	Tipo	Litología
Qh-al	Depósito aluvial	Sedimento	Grava, arena, limo, conglomerado
Ks-v3	Formación Vivian	Sedimentaria	Arenisca, lutita
Kis-ch3	Formación Chonta	Sedimentaria	Limoarcillita, caliza, marga, arenisca
Ki-ac3	Grupo Oriente - Formación Agua Caliente	Sedimentaria	Arenisca, limoarcillita
Ki-cu3	Grupo Oriente - Formación Cushabatay	Sedimentaria	Arenisca, limoarcillita
Ki-r3	Grupo Oriente - Formación Raya	Sedimentaria	Lutita, limolita, arenisca, caliza
Ji-c3	Grupo Pucará - Formación Condorsinga	Sedimentaria	Caliza
Js-s3	Formación Sarayaquillo	Sedimentaria	Arenisca, lodolita, lodolita
Nmp-i3	Formación Ipururo	Sedimentaria	Arenisca, lodolita, lutita, conglomerado, limolita
PN-ch3	Formación Chambira	Sedimentaria	Lodolitas, areniscas, limoarcillita
P-poz3	Formación Pozo	Sedimentaria	Caliza, limoarcillita, lodolita, arenisca
P-y3	Formación Yahuarango	Sedimentaria	Lodolita, limoarcillita, limolita, arenisca, caliza

3.1.2. Periodo de ejecución

El periodo de ejecución contempló una duración de tres (03) meses.

3.1.3. Autorización y permisos

No aplica, porque que los materiales utilizados en la investigación no están sujetos a restricciones, tal como el registro histórico de información hidrometeorológica, que se obtuvo desde la base de datos del SENAMHI a través del libre acceso a su web oficial

de mapa de estaciones, situada en <https://www.senamhi.gob.pe/mapas/mapa-estaciones/mapadepesta1.php?>. Asimismo, el MDE es de libre acceso y se obtuvo, mediante un registro previo, de la base de datos del Alaska Satellite Facility (ASF).

3.1.4. Control ambiental y protocolos de bioseguridad

No aplica, porque la investigación no presentó tratamiento directo con el medio ambiente ni con elementos que puedan afectar la integridad y la salud, sino que se enfocó principalmente en el procesamiento de información mediante herramientas digitales.

3.1.5. Aplicación de principios éticos internacionales

El investigador declara que su intervención respetó los principios éticos generales de la investigación, particularmente los principios de: totalidad/integridad, ya que desarrolló la tesis con la máxima responsabilidad científica y ética requerida; el respeto a las personas, ya que reconoció, en todo momento, la autonomía, unicidad y libertad de las personas intervinientes; el respeto al ecosistema, ya que no afectó su evolución natural y espontánea, ni introdujo factores externos artificiales que pudieran dañarla; la beneficencia, ya que actuó con competencia integral, promovió el bienestar máximo y redujo los riesgos; y finalmente, la justicia, ya que estableció la distribución igualitaria de los beneficios para la sociedad, sin distinción ni preferencia por algún grupo social.

3.2. Sistema de variables

3.2.1. Variables principales

- **Variable Independiente.** Parámetros hidrometeorológicos.
- **Variable Dependiente.** Caudales medios mensuales.

3.2.2. Variables secundarias

- Precipitación total mensual, medida en milímetros (mm).
- Temperatura media mensual, medida en grados centígrados (°C).
- Temperatura máxima promedio mensual, medida en grados centígrados (°C).
- Temperatura mínima promedio mensual, medida en grados centígrados (°C).
- Velocidad del viento promedio mensual, medida en metros por segundo (m/s).
- Evapotranspiración mensual, medida en milímetros (mm).
- Oferta hídrica mensual, medida en hectómetros cúbicos (hm³).

- Demanda hídrica mensual, medida en hectómetros cúbicos (hm³).

3.3. Procedimientos de la investigación

3.3.1. Objetivo específico 1: Identificación, delimitación y caracterización de la microcuenca

El proceso de identificación de la microcuenca se inició con la búsqueda documental e informática de los principales datos técnicos de la quebrada Yuracyacu, tales como su ubicación, centros poblados aledaños, población, vías de acceso, geología, punto de desembocadura y sentido de flujo. Posteriormente, en el software Word 2019, se elaboró fichas de investigación para sintetizar los datos recopilados y facilitar su visualización.

El proceso de delimitación de la microcuenca contempló la obtención del MDE que abarca el área de influencia de la quebrada Yuracyacu (ver Figura 3), el cual se descargó de la base de datos del Alaska Satellite Facility (ASF), situada en la dirección web https://datapool.asf.alaska.edu/RTC_HI_RES/A3/AP_24740_FBD_F7050_RT1.zip. El MDE descargado es de alta resolución (celdas de 12.5m x 12.5m), pertenece al conjunto de datos ALOS PALSAR y está datado con fecha 16 de setiembre del 2010. Seguidamente, se procesó el MDE descargado en el software ArcGIS v10.8.2 de acuerdo a la secuencia de herramientas mostradas en la Tabla 5.

Tabla 5
Delimitación de la microcuenca en ArcGIS v10.8.2

Herramienta	Procedimiento	Nota
Clip	Se recortó el MDE descargado, al tamaño de la zona de estudio, para facilitar su uso en el software ArcGIS v10.8.2	Ver Figura 4
Fill	Se rellenó las celdas vacías existentes en el MDE recortado con la finalidad de evitar errores de procesamiento por falta de información en las mismas	Ver Figura 4
Flow Direction	Se estableció la dirección de flujo del MDE rellenado y libre de celdas vacías	Ver Figura 5
Flow Accumulation	Se determinó las líneas de escurrimiento del MDE con dirección de flujo, de tal manera que facilitó la ubicación del punto de descarga de la microcuenca	Ver Figura 6
Watershed	Utilizando el MDE con dirección de flujo más el punto de descarga establecido previamente, se obtuvo la delimitación de microcuenca en formato ráster	Ver Figura 7
Raster To Polygon	Se exportó el archivo ráster de delimitación a formato Shapefile para facilitar el cálculo de sus características geométricas	Ver Plano MH-01
Smooth Polygon	Se suavizó la línea de delimitación, estableciendo un valor de tolerancia de 50 m	Ver Plano MH-01

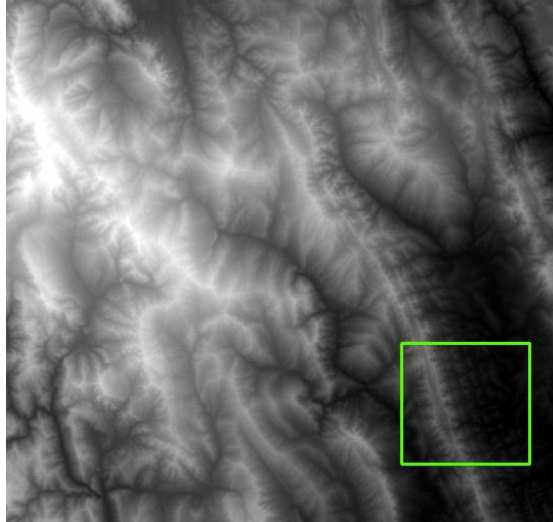


Figura 3.
MDE descargado e identificación de zona de estudio.

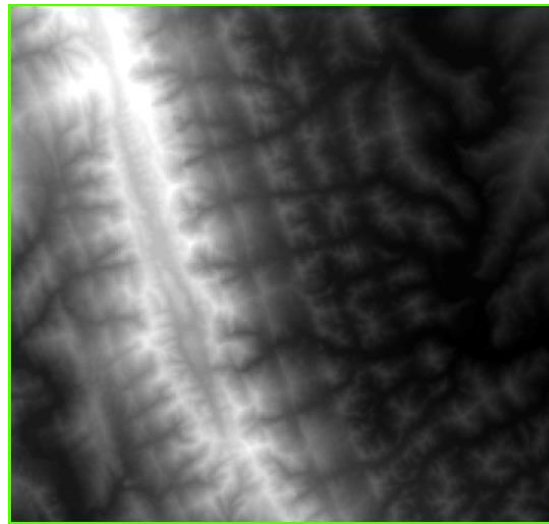


Figura 4.
MDE recortado a la zona de estudio y libre de celdas vacías.

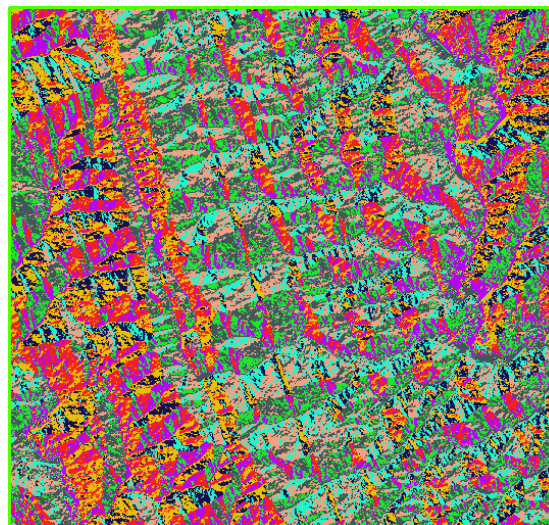


Figura 5.
Dirección de flujo en la zona de estudio.

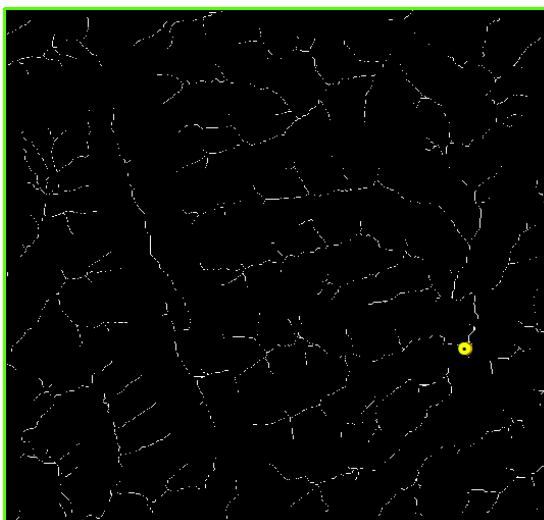


Figura 6.
Acumulación de flujo y ubicación del punto de descarga.

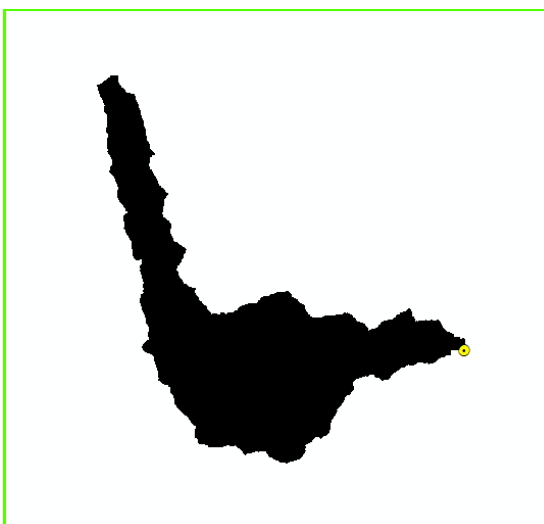


Figura 7.
Archivo ráster de delimitación de la microcuenca.

Como paso previo a la caracterización de la microcuenca, se elaboró un plano con curvas de nivel y otro con la red de drenaje, de acuerdo a lo siguiente:

El plano con curvas de nivel se elaboró en el software ArcGIS v10.8.2 siguiendo la secuencia descrita en la Tabla 6. Su trazo se obtuvo aplicando los ítems 1 y 2, mientras que el cuadro de datos se obtuvo aplicando los ítems del 3 al 6. Asimismo, se determinó que la cota máxima es 1,551 m s.n.m. y la cota mínima es 305 m s.n.m. (ver Figura 10).

Tabla 6

Elaboración de plano con curvas de nivel en ArcGIS v10.8.2

Herramienta	Procedimiento	Nota
Contour	En el MDE rellenado y libre de celdas vacías, se estableció intervalos de 100 m y 500 m para las curvas menores y mayores respectivamente	Ver Figuras 8 y 9

Herramienta	Procedimiento	Nota
Smooth Line	Se suavizó las curvas de nivel, tanto mayores como menores, estableciendo un valor de tolerancia de 50 m	Ver Plano MT-01
Clip	Se recortó el MDE relleno a la forma de la microcuenca, obteniendo solamente información contenida en el área delimitada	Ver Figura 10
Reclassify	Se estableció intervalos de altitud a cada 100 m, para obtener una mejor visualización de la distribución de altitudes	Ver Figura 11
Raster To Polygon	Se exportó el archivo ráster de reclasificación a formato Shapefile para facilitar el cálculo de las características geométricas por cada intervalo de altitud	Ver Figura 12
Smooth Polygon	Se suavizó las líneas de contorno de los polígonos resultantes, estableciendo un valor de tolerancia de 50 m	Ver Figura 12

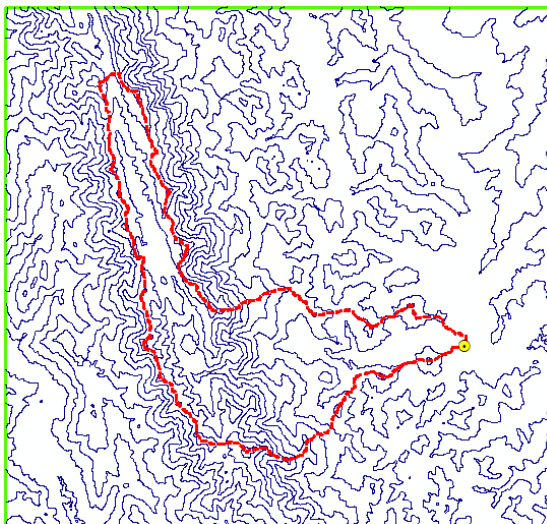


Figura 8.

Trazo de curvas de nivel menores.

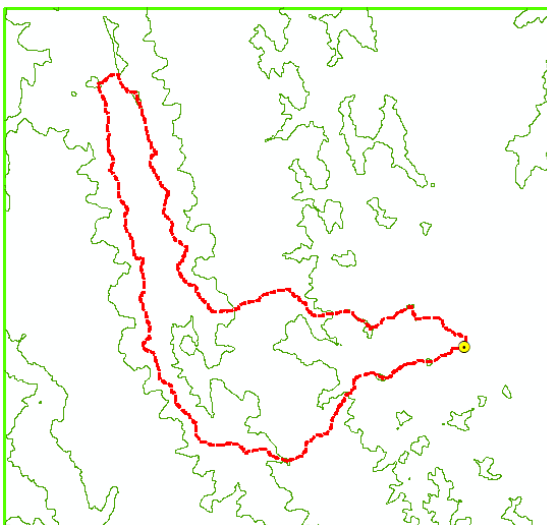


Figura 9.

Trazo de curvas de nivel mayores.

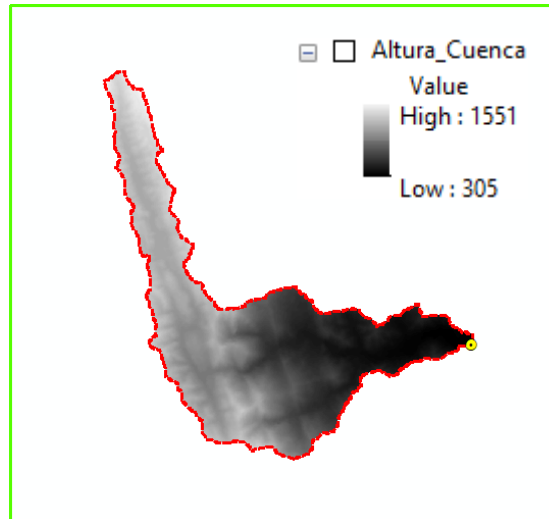


Figura 10.
MDE recortado a la forma de la microcuenca.

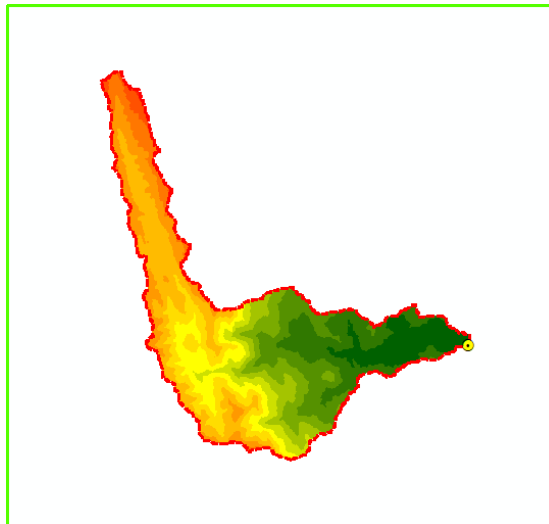


Figura 11.
Reclasificación del MDE en función a intervalos de altitud.

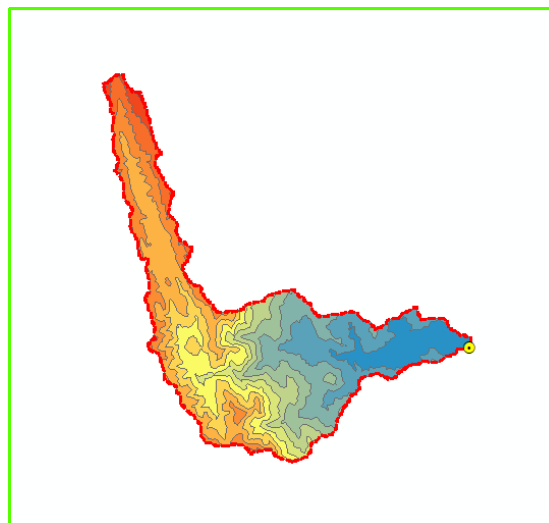


Figura 12.
Agrupación de polígonos por cada intervalo de altitud.

El plano de la red de drenaje se elaboró en el software ArcGIS v10.8.2 siguiendo la secuencia herramientas descrita en la Tabla 7.

Tabla 7

Elaboración de plano de la red de drenaje en ArcGIS v10.8.2

Herramienta	Procedimiento	Nota
Raster Calculator (Log10)	Se aplicó sobre la acumulación de flujo obtenida previamente, a fin de visualizar la totalidad de las líneas de escurrimiento presentes en la zona de estudio	Ver Figura 13
Raster Calculator (Conditional)	Se asignó un parámetro de comparación para visualizar únicamente las líneas de escurrimiento hasta un nivel de densidad aceptable	Ver Figura 14
Stream Link	Se realizó la diferenciación de las corrientes presentes en la microcuenca, tomando como referencia sus puntos de intersección	Ver Figura 15
Stream Order	Se realizó la jerarquización de las corrientes presentes en la zona de estudio	Ver Figura 16
Stream to Feature	Se exportó el archivo ráster del orden de las corrientes a formato Shapefile para facilitar el cálculo de sus características geométricas	Ver Figura 17
Clip	Se recortó las líneas de escurrimiento a la forma de la microcuenca, a fin de obtener la red de drenaje contenida en su superficie	Ver Figura 18
Smooth Line	Se suavizó las líneas de la red de drenaje, estableciendo un valor de tolerancia de 50 m	Ver Plano RH - 01

Asimismo, en el software ArcGIS v10.8.2, se extrajo la información para el cuadro de datos del plano de la red de drenaje, aplicando la función *Calculate Geometry* en la Tabla de atributos de las líneas resultantes para cada jerarquía de corrientes.

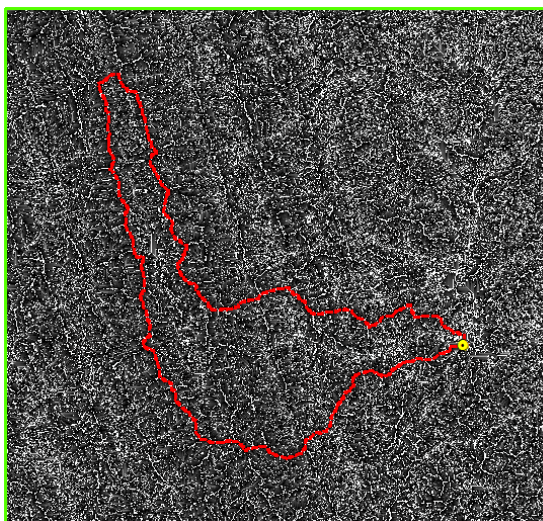


Figura 13.

Totalidad de líneas de escurrimiento presentes en la zona de estudio.

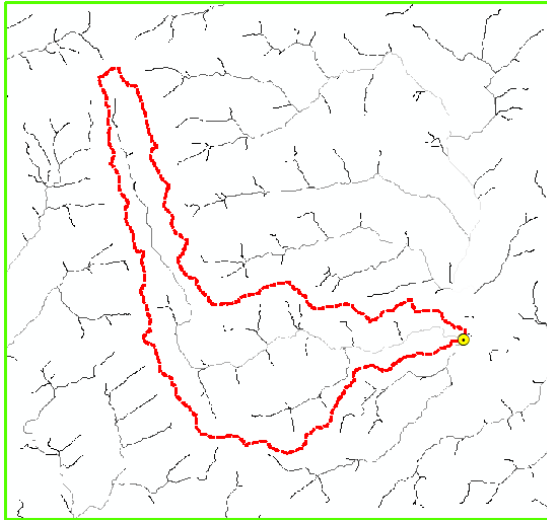


Figura 14.
Densidad establecida para las líneas de escurrimiento.

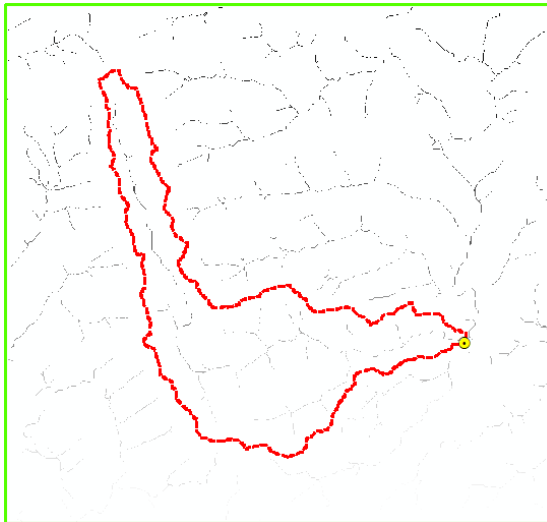


Figura 15.
Asignación automática de nodos para diferenciación de corrientes.

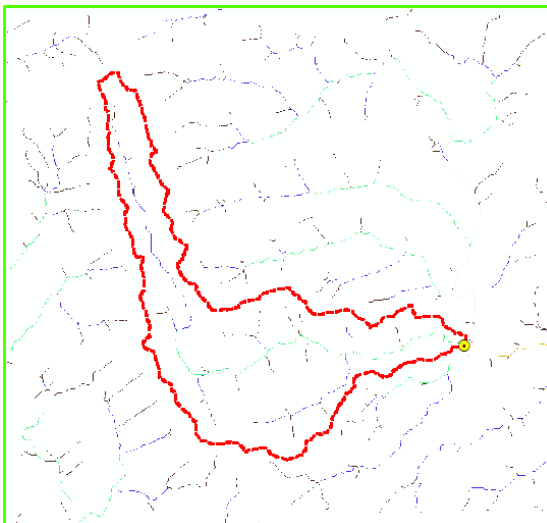


Figura 16.
Jerarquización de las corrientes presentes en la microcuenca.

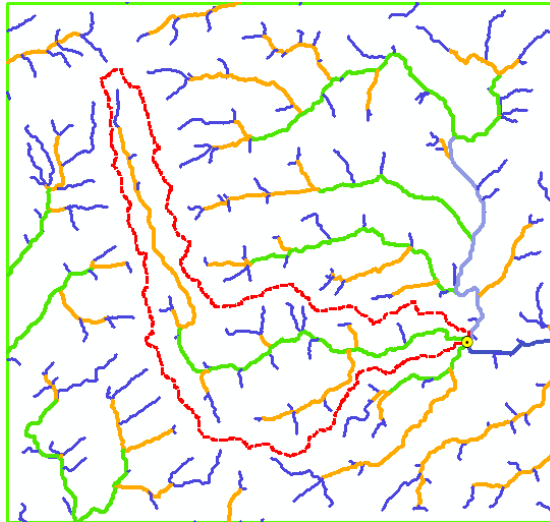


Figura 17.
Redes de drenaje presentes en la zona de estudio.

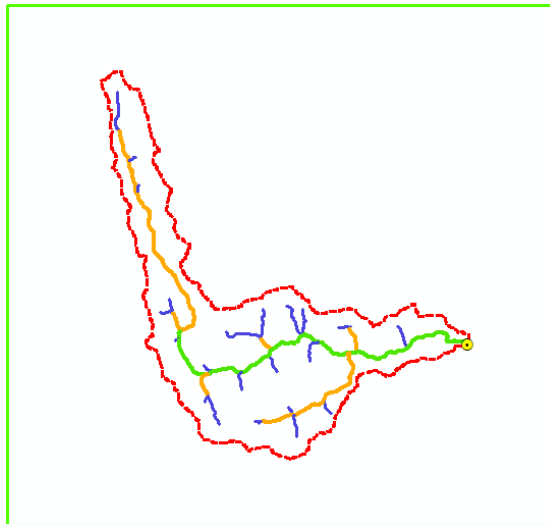


Figura 18.
Red de drenaje presente en la microcuenca.

El proceso de caracterización de la microcuenca se efectuó una vez obtenidos los planos de delimitación, curvas de nivel y de red de drenaje, de acuerdo a lo siguiente:

El área de la microcuenca se calculó, en el software ArcGIS v10.8.2, aplicando la función *Calculate Geometry* en la Tabla de Atributos del polígono delimitado de la microcuenca, asignando unidades en kilómetros cuadrados (km²) y una precisión de 4 decimales.

El perímetro de la microcuenca se calculó, en el software ArcGIS v10.8.2, mediante la función *Calculate Geometry* en la Tabla de Atributos del polígono delimitado de la microcuenca, asignando unidades en kilómetros (km) y una precisión de 4 decimales.

La longitud de la microcuenca se determinó en el software AutoCAD 2021, trazando una línea recta entre el punto de descarga y el punto de origen del cauce principal que se

proyectó hasta la línea de delimitación. De manera previa, se exportó a formato CAD el polígono delimitado de la microcuenca, así como la red de drenaje.

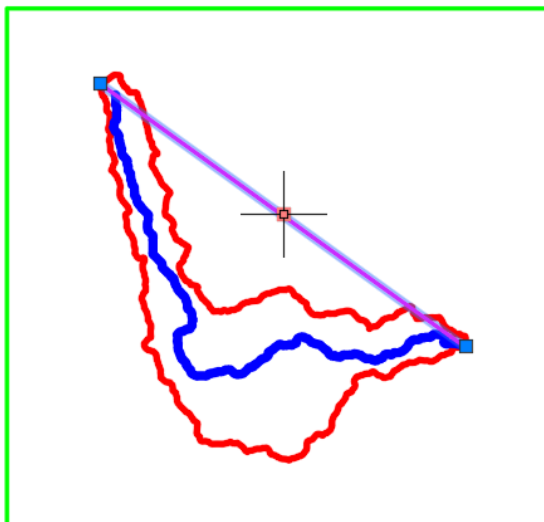


Figura 19.

Trazo de la longitud de la microcuenca en AutoCAD 2021.

El ancho de la microcuenca se calculó empleando la fórmula mostrada en la Tabla 8.

Tabla 8

Cálculo del ancho de la microcuenca

Fórmula resumida	Descripción
$B_c = \frac{A_c}{L_c}$	B_c : Ancho de la cuenca (km) A_c : Área de la cuenca (km) L_c : Longitud de la cuenca (km)

Nota. Adaptado de Monsalve Sáenz (1999)

El factor de forma se determinó aplicando la fórmula mostrada en la siguiente tabla:

Tabla 9

Cálculo del factor de forma

Fórmula resumida	Descripción
$K_f = \frac{B_c}{L_c}$	K_f : Factor de forma (Adimensional) B_c : Ancho de la cuenca (km) L_c : Longitud de la cuenca (km)

Nota. Adaptado de Monsalve Sáenz (1999)

El coeficiente de compacidad se calculó empleando la fórmula detallada en la Tabla 10.

Tabla 10

Cálculo del coeficiente de compacidad o índice de Gravelius

Fórmula resumida	Descripción
$K_c = 0.28 * \frac{P_c}{\sqrt{A_c}}$	K_c : Índice de Gravelius (Adimensional) P_c : Perímetro de la cuenca (km) A_c : Área de la cuenca (km ²)

Nota. Adaptado de Villón Béjar (2002)

El histograma de frecuencia de altitudes se trazó en el software Word 2019, a tal efecto, se tomó los datos de distribución de las áreas del plano con curvas de nivel (ver plano MT-01), cuyo procesamiento se muestra en la Tabla 11, y se planteó la columna de “Porcentaje del área total” para cada intervalo de altitud.

La curva hipsométrica se trazó en el software Word 2019, para lo cual, tomando datos de la Tabla 11, se planteó la columna de “Porcentaje del área total sobre altitud mayor” en el eje de las abscisas y datos de altitud en el eje de las ordenadas.

Tabla 11

Parámetros para trazo de histograma de frecuencia de altitudes y curva hipsométrica

Altitud menor (m s.n.m.)	Altitud mayor (m s.n.m.)	Área parcial (km ²)	Porcentaje del área total (%)	Área acumulada (km ²)	Área sobre altitud mayor (km ²)	Porcentaje del área total sobre altitud mayor (%)
-----	305	-----	-----	-----	42.8675	100.00%
305	400	3.8267	8.93%	3.8267	39.0408	91.07%
400	500	5.1021	11.90%	8.9288	33.9387	79.17%
500	600	4.5295	10.57%	13.4583	29.4092	68.60%
600	700	2.9877	6.97%	16.4460	26.4215	61.64%
700	800	2.3928	5.58%	18.8388	24.0287	56.05%
800	900	1.9440	4.53%	20.7828	22.0847	51.52%
900	1,000	3.4816	8.12%	24.2644	18.6031	43.40%
1,000	1,100	4.1845	9.76%	28.4489	14.4186	33.64%
1,100	1,200	7.0816	16.52%	35.5305	7.3370	17.12%
1,200	1,300	4.7180	11.01%	40.2485	2.6190	6.11%
1,300	1,400	1.9342	4.51%	42.1827	0.6848	1.60%
1,400	1,500	0.6261	1.46%	42.8088	0.0587	0.14%
1,500	1,551	0.0587	0.14%	42.8675	0.0000	0.00%
1,551	-----	-----	-----	-----	-----	-----
SUMA		42.8675	100.00%			

La altitud media de la cuenca se determinó empleando la fórmula detallada en la siguiente tabla:

Tabla 12

Cálculo de la altitud media de la cuenca

Fórmula resumida	Descripción
$A_m = \frac{\sum a_i e_i}{A_c}$	<p>A_m : Altitud media de la cuenca (m s.n.m.)</p> <p>a_i : Área comprendida en cada intervalo de altitud “i” (km²)</p> <p>e_i : Altitud media del intervalo “i” (m s.n.m.)</p> <p>A_c : Área de la cuenca (km²)</p>

Nota. Adaptado de Villón Béjar (2002)

Complementariamente, se elaboró la Tabla 13 con el propósito de detallar los parámetros utilizados en la aplicación de la fórmula anterior que, del mismo modo que para el histograma de frecuencia de altitudes y curva hipsométrica, requirió información del cuadro de datos del plano con curvas de nivel (ver plano MT-01).

Tabla 13*Parámetros para cálculo de altitud media de la cuenca*

Altitud Menor (m s.n.m.)	Altitud Mayor (m s.n.m.)	e_i (m s.n.m.)	a_i (km ²)
305	400	352.50	3.8267
400	500	450.00	5.1021
500	600	550.00	4.5295
600	700	650.00	2.9877
700	800	750.00	2.3928
800	900	850.00	1.9440
900	1,000	950.00	3.4816
1,000	1,100	1,050.00	4.1845
1,100	1,200	1,150.00	7.0816
1,200	1,300	1,250.00	4.7180
1,300	1,400	1,350.00	1.9342
1,400	1,500	1,450.00	0.6261
1,500	1,551	1,525.50	0.0587
	SUMA		42.8675

El rectángulo equivalente se trazó en el software AutoCAD 2021, tomando como datos las longitudes de los lados mayor y menor, así como la distribución de los segmentos del lado mayor para cada intervalo de altitud, que fueron calculados mediante las fórmulas mostradas en la Tabla 14. De la aplicación de las fórmulas, se determinó que las longitudes de los lados mayor y menor son 20.8892 km y 2.0521 km respectivamente. Con estos valores, se elaboró la Tabla 15 en la que se detalla el cálculo de los segmentos del lado mayor para cada intervalo de altitud.

Tabla 14*Cálculo de parámetros del rectángulo equivalente*

Fórmula resumida	Descripción
$\blacksquare) L_{RE} = \frac{K_c \sqrt{A_c}}{1.12} \left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K_c} \right)^2} \right]$	L_{RE} : Lado mayor del rectángulo equivalente (km)
$\blacksquare) l_{RE} = \frac{K_c \sqrt{A_c}}{1.12} \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K_c} \right)^2} \right]$	$L_{i_{RE}}$: Segmento del lado mayor del rectángulo equivalente comprendido en el intervalo "i" (km)
$\blacksquare) L_{i_{RE}} = a_i / l_{RE}$	l_{RE} : Lado menor del rectángulo equivalente (km)
	K_c : Índice de Gravelius (Adimensional)
	A_c : Área de la cuenca (km ²)
	a_i : Área comprendida en cada intervalo "i" (km ²)

Nota. Adaptado de Villón Béjar (2002)

Tabla 15
Parámetros para trazo de rectángulo equivalente

Altitud Menor (m s.n.m.)	Altitud Mayor (m s.n.m.)	a_i (km ²)	l_{RE} (km)	L_{iRE} (km)
305	400	3.8267	2.0521	1.8647
400	500	5.1021	2.0521	2.4862
500	600	4.5295	2.0521	2.2072
600	700	2.9877	2.0521	1.4559
700	800	2.3928	2.0521	1.1660
800	900	1.9440	2.0521	0.9473
900	1,000	3.4816	2.0521	1.6966
1,000	1,100	4.1845	2.0521	2.0391
1,100	1,200	7.0816	2.0521	3.4508
1,200	1,300	4.7180	2.0521	2.2991
1,300	1,400	1.9342	2.0521	0.9425
1,400	1,500	0.6261	2.0521	0.3051
1,500	1,551	0.0587	2.0521	0.0286
SUMA		42.8675		20.8892

La pendiente de la cuenca se calculó empleando el Método de Alvord, cuya fórmula se describe en la Tabla 16. Para ello, tomando la información del cuadro de datos del plano con curvas de nivel (ver plano MT-01), se elaboró la Tabla 17 en la que se aprecian los parámetros utilizados para la aplicación de este método.

Tabla 16
Cálculo de pendiente de la cuenca por el Método de Alvord

Fórmula resumida	Descripción
$S_c = 100 * \left(\frac{D_1 l_1 + D(l_2 + \dots + l_{n-1}) + D_n l_n}{A_c} \right)$	S_c : Pendiente de la cuenca (%) D_1 : Desnivel la parte más baja (km) D_n : Desnivel en la parte más alta (km) D : Equidistancia de las curvas de nivel (km) l_i : Longitud de curvas de nivel "i" (km) A_c : Área de la cuenca (km ²)

Nota. Adaptado de Villón Béjar (2002)

Tabla 17
Parámetros para aplicación del Método de Alvord

Altitud Menor (m s.n.m.)	Altitud Mayor (m s.n.m.)	l_i (km)	Desniveles D_i		
			D_1 (km)	D (km)	D_n (km)
305	400	12.9458	0.0950		
400	500	13.7058		0.1000	
500	600	11.1122		0.1000	
600	700	10.3709		0.1000	
700	800	9.3617		0.1000	
800	900	11.5601		0.1000	

Altitud Menor (m s.n.m.)	Altitud Mayor (m s.n.m.)	l_i (km)	Desniveles D_i		
			D_1 (km)	D (km)	D_n (km)
900	1,000	20.1091		0.1000	
1,000	1,100	23.0568		0.1000	
1,100	1,200	25.8519		0.1000	
1,200	1,300	10.3964		0.1000	
1,300	1,400	4.2212		0.1000	
1,400	1,500	1.0346			0.0510
1,500	1,551	-----			-----
SUMA		153.7265			

La pendiente del cauce principal se determinó mediante la ecuación de Taylor y Schwarz, cuya fórmula de cálculo se aprecia en la Tabla 18.

Tabla 18

Cálculo de pendiente de cauce principal por Ecuación de Taylor y Schwarz

Fórmula resumida	Descripción
$S_{cp} = \left(\frac{\sum l_i}{\sum \frac{l_i}{\sqrt{S_i}}} \right)^2$	S_{cp} : Pendiente del cauce principal (%) l_i : Longitud del tramo "i" (km) S_i : Pendiente del tramo "i" (Adimensional)

Nota. Adaptado de Villón Béjar (2002)

De manera previa, en el software ArcGIS v10.8.2, se procesó la red de drenaje contenida en el área delimitada de la microcuenca en concordancia con las herramientas descritas en la Tabla 19, y se determinó que las cotas inicial y final del cauce principal son 305 m s.n.m. y 1,307.25 m s.n.m. respectivamente.

Tabla 19

Trazo de cauce principal en ArcGIS v10.8.2

Herramienta	Procedimiento
Convert Features to 3D	Se aplicó sobre el trazo del cauce principal para asignar valores de cotas a cada punto que conforma dicho cauce en función al MDE relleno y libre de vacíos
Profile Graph	Se trazó el perfil longitudinal del cauce principal en base a las cotas asignadas para cada punto, permitiendo identificar las cotas inicial y final

Seguidamente, en el software AutoCAD 2021, se procesó el archivo del cauce principal conjuntamente con el de curvas de nivel, con la finalidad de determinar las longitudes de los segmentos que conforman el cauce principal para cada intervalo de altitud. Esta información se utilizó para la elaboración de la Tabla 20, en la que se detallan los parámetros empleados en la aplicación de la Ecuación de Taylor y Schwarz.

Tabla 20*Parámetros para aplicación de Ecuación de Taylor y Schwarz*

Altitud Menor (m s.n.m.)	Altitud Mayor (m s.n.m.)	l_i (km)	Desnivel (km)	S_i (Adim.)
305.00	400.00	5.5451	0.0950	0.0171
400.00	500.00	2.0197	0.1000	0.0495
500.00	600.00	1.0423	0.1000	0.0959
600.00	700.00	0.4853	0.1000	0.2061
700.00	800.00	0.3733	0.1000	0.2679
800.00	900.00	1.3234	0.1000	0.0756
900.00	1,000.00	2.4011	0.1000	0.0416
1,000.00	1,100.00	1.4887	0.1000	0.0672
1,100.00	1,200.00	5.4429	0.1000	0.0184
1,200.00	1,300.00	1.1696	0.1000	0.0855
1,300.00	1,307.25	0.1322	0.0073	0.0552
SUMA		21.4236		

El orden de las corrientes se estableció en el software ArcGIS v10.8.2, definiendo como sistema de ordenamiento al Método de Strahler. Esta característica se obtuvo previamente mediante la función *Stream Order* de la Tabla 7.

La longitud de las corrientes se determinó, en el software ArcGIS v10.8.2, mediante la función *Calculate Geometry* en la Tabla de Atributos de la red de drenaje presente en la microcuenca, asignando unidades en kilómetros (km) y una precisión de 4 decimales.

La densidad de las corrientes se calculó con la fórmula presentada en la Tabla 21.

Tabla 21*Cálculo de densidad de las corrientes*

Fórmula resumida	Descripción
$D_{co} = \frac{N_{co}}{A_c}$	D_{co} : Densidad de las corrientes (1/km ²) N_{co} : Número de corrientes perennes e intermitentes A_c : Área de la cuenca (km ²)

Nota. Adaptado de Aparicio Mijares (1992)

La densidad de drenaje se determinó aplicando la fórmula que se aprecia en la tabla siguiente:

Tabla 22*Cálculo de densidad de drenaje*

Fórmula resumida	Descripción
$D_d = \frac{L_{co}}{A_c}$	D_d : Densidad de drenaje (km/km ²) L_{co} : Longitud de las corrientes (km) A_c : Área de la cuenca (km ²)

Nota. Adaptado de Aparicio Mijares (1992)

El cálculo de la extensión media de escorrentía se efectuó empleando la fórmula mostrada en la Tabla 23.

Tabla 23

Cálculo de extensión media de escorrentía

Fórmula resumida	Descripción
$E_m = \frac{A_c}{4L_{co}}$	E_m : Extensión media de la escorrentía superficial (km) L_{co} : Longitud de las corrientes (km) A_c : Área de la cuenca (km ²)

Nota. Adaptado de Monsalve Sáenz (1999)

3.3.2. Objetivo específico 2: Completación de datos hidrometeorológicos faltantes

El proceso de completación de datos hidrometeorológicos faltantes se inició con la identificación de las estaciones del SENAMHI próximas o dentro del ámbito de influencia de la quebrada Yuracyacu (ver plano ME-01), entre las cuales tenemos:

Tabla 24

Estaciones del SENAMHI en el área de estudio

Estación	Tipo	Latitud	Longitud	Altitud
Alao	Convencional - Meteorológica	6°31'1.2"	76°44'17"	420 m s.n.m.
San Pablo	Convencional - Meteorológica	6°48'34.4"	76°34'34.5"	270 m s.n.m.
Saposa	Convencional - Meteorológica	6°56'35.27"	76°46'5.62"	307 m s.n.m.
Sisa	Convencional - Meteorológica	6° 37' 1"	76° 41' 1"	381 m s.n.m.

Seguidamente, se accedió a la base de datos del SENAMHI a fin de obtener el registro 2002-2021 (20 años) de datos hidrometeorológicos para cada una de estas estaciones. Sin embargo, se notó que únicamente la estación Sisa no presentaba este registro por encontrarse en condición de CERRADA desde el año 1984. De las 3 estaciones restantes, se obtuvo información concerniente a temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura bulbo seco (a las 07h, 13h y 19h, cuyo promedio es la temperatura media), precipitación (a las 07h y 19h) y velocidad del viento (a las 13h).

Debido a que el formato de cada registro mostraba valores diarios de los parámetros hidrometeorológicos agrupados en tablas de periodicidad mensual, se realizó su procesamiento mediante el uso de tablas dinámicas en el software Excel 2019, de tal manera que se obtuvo series de datos originales o primarios con valores mensuales de cada parámetro. Asimismo, después de realizar el agrupamiento, se notó la existencia de vacíos en las series de datos, los cuales se constituyen como datos faltantes y fueron catalogados como S/D (Sin Datos). El agrupamiento de datos para cada estación se muestra en la serie de tablas que va desde la Tabla 25 hasta la Tabla 39.

Tabla 25*Datos primarios de precipitación total mensual (mm) - Estación Alao*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2002	31.50	83.40	87.00	252.70	43.50	75.70	148.80	52.40	73.10	162.80	70.80	42.10	1,123.80
2003	66.10	54.70	154.50	130.90	89.20	120.40	69.20	56.20	95.60	152.30	260.10	225.60	1,474.80
2004	30.80	74.60	86.00	138.20	172.50	90.70	66.70	97.40	113.10	143.60	134.70	181.50	1,329.80
2005	66.50	166.20	171.50	327.90	44.30	63.20	56.10	31.80	75.20	192.10	172.80	142.30	1,509.90
2006	154.00	106.90	223.30	135.90	135.90	51.80	133.80	32.20	67.40	109.00	85.30	58.10	1,293.60
2007	37.30	7.40	222.70	83.40	273.90	22.30	71.40	39.00	208.40	269.90	162.30	84.10	1,482.10
2008	58.80	109.90	328.70	130.10	132.30	79.00	62.50	49.10	248.40	124.40	180.40	108.40	1,612.00
2009	225.80	58.90	241.10	279.70	97.30	277.80	84.80	89.80	149.60	100.00	52.50	51.40	1,708.70
2010	34.40	141.20	116.60	300.90	101.80	97.30	137.20	76.40	83.50	187.10	257.10	166.10	1,699.60
2011	45.10	35.00	166.30	118.90	156.20	88.60	63.90	141.50	100.20	172.40	203.40	232.20	1,523.70
2012	146.90	94.30	258.80	329.70	75.10	136.40	21.70	8.80	60.90	213.70	133.00	76.50	1,555.80
2013	189.90	105.80	141.10	136.50	101.00	95.20	82.30	100.80	121.50	126.00	146.70	178.20	1,525.00
2014	46.60	65.30	175.10	199.00	165.30	94.40	69.00	57.60	134.40	289.10	143.10	67.80	1,506.70
2015	176.70	151.70	163.70	282.30	120.90	72.70	59.70	87.10	40.50	103.40	194.10	120.00	1,572.80
2016	40.20	226.40	384.70	162.40	98.00	74.50	45.30	49.30	121.00	190.30	68.20	46.30	1,506.60
2017	144.90	221.40	235.70	55.60	171.70	74.80	60.60	67.10	167.90	167.00	199.20	97.90	1,663.80
2018	163.60	176.10	149.20	233.40	195.60	37.50	109.80	93.40	52.70	140.20	78.20	124.90	1,554.60
2019	152.80	221.00	205.90	303.30	98.20	93.80	164.20	34.70	176.40	264.40	223.20	141.40	2,079.30
2020	84.60	56.00	145.60	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	286.20
2021	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
PROMEDIO	99.82	113.48	192.50	200.04	126.26	91.45	83.72	64.70	116.10	172.65	153.62	119.16	1,533.50

Nota. Información procesada (Fuente: SENAMHI / Dirección de Redes de Observación y Datos). S/D = Sin datos

Tabla 26*Datos primarios de precipitación total mensual (mm) - Estación San Pablo*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2002	18.70	27.60	61.90	104.90	65.90	82.40	118.90	61.90	74.50	80.70	65.80	48.30	811.50
2003	85.10	109.10	115.70	131.30	75.60	136.10	36.20	94.50	87.70	131.50	145.70	235.70	1,384.20
2004	46.10	65.20	71.20	81.60	37.20	94.10	57.60	80.60	42.70	213.70	153.90	95.90	1,039.80
2005	49.40	85.90	89.20	201.90	38.30	48.90	36.00	37.50	24.00	113.30	244.90	161.10	1,130.40
2006	70.50	106.00	186.60	111.90	34.70	121.00	66.10	41.50	130.30	128.80	101.20	47.70	1,146.30
2007	28.90	20.80	283.10	74.00	186.90	29.50	28.10	51.70	93.60	185.50	151.60	64.20	1,197.90
2008	86.40	79.80	142.40	101.10	62.00	27.20	32.30	91.70	106.80	113.10	96.80	172.10	1,111.70
2009	159.40	81.40	164.90	299.20	130.60	82.60	32.70	37.90	139.20	104.80	84.70	40.70	1,358.10
2010	23.30	110.70	112.30	94.50	46.80	50.60	33.50	41.10	140.40	57.80	157.50	103.30	971.80
2011	57.40	36.00	184.80	162.10	159.70	85.90	42.50	24.10	225.40	76.40	138.40	156.30	1,349.00
2012	134.50	100.80	184.60	175.90	33.70	92.00	23.50	26.60	14.00	179.70	155.60	176.80	1,297.70
2013	165.00	168.10	274.60	126.60	111.10	100.50	26.60	176.00	144.80	157.60	100.40	70.00	1,621.30
2014	58.90	141.10	151.10	168.00	16.40	14.70	81.90	58.20	132.60	188.00	125.80	46.30	1,183.00
2015	142.40	162.10	118.50	232.80	126.40	62.70	58.00	37.50	27.70	188.70	169.90	79.90	1,406.60
2016	36.00	162.80	190.20	109.40	103.70	26.80	24.40	40.20	155.40	112.70	63.90	16.80	1,042.30
2017	94.30	207.90	172.90	60.00	230.30	29.60	51.20	83.00	153.90	98.10	147.70	64.40	1,393.30
2018	342.50	156.70	127.70	206.60	81.20	35.50	47.10	80.80	113.40	143.50	126.60	143.00	1,604.60
2019	62.30	118.20	167.40	155.80	51.40	47.80	89.60	35.70	169.80	138.50	204.90	109.00	1,350.40
2020	57.10	36.40	75.00	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	168.50
2021	S/D	S/D	225.40	89.20	51.20	75.70	88.70	53.40	102.20	160.80	90.60	183.40	1,120.60
PROMEDIO	90.43	104.03	154.98	141.41	86.48	65.45	51.31	60.73	109.39	135.43	132.94	106.05	1,238.63

Nota. Información procesada (Fuente: SENAMHI / Dirección de Redes de Observación y Datos). S/D = Sin datos

Tabla 27*Datos primarios de precipitación total mensual (mm) - Estación Saposoa*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2002	81.00	79.50	123.80	193.80	121.40	106.00	218.10	44.00	161.90	177.40	93.70	21.60	1,422.20
2003	55.60	166.20	238.80	101.30	173.70	125.60	63.30	59.00	133.80	134.00	260.20	306.50	1,818.00
2004	14.10	87.60	144.10	60.30	38.40	92.70	69.20	113.50	120.40	104.40	142.40	177.90	1,165.00
2005	141.80	78.40	147.10	284.00	134.80	69.80	16.70	57.10	23.80	107.10	152.90	246.00	1,459.50
2006	114.90	195.00	163.30	129.30	53.00	112.30	49.70	41.10	112.10	177.10	213.80	65.90	1,427.50
2007	105.50	35.90	176.70	167.00	168.50	51.60	17.90	66.80	125.50	213.40	256.20	96.40	1,481.40
2008	131.30	174.10	256.60	129.00	137.20	97.00	81.20	53.00	132.50	98.10	212.40	224.50	1,726.90
2009	245.80	142.40	128.70	245.90	145.10	63.80	14.80	74.90	128.40	113.20	139.80	111.90	1,554.70
2010	12.40	145.20	91.00	177.40	202.40	62.50	65.70	48.60	26.90	60.60	130.70	109.30	1,132.70
2011	101.80	53.70	224.00	204.20	74.70	116.20	93.50	43.20	149.70	101.10	201.10	255.80	1,619.00
2012	167.30	124.70	139.40	240.30	53.30	110.00	26.30	32.40	74.10	213.20	129.50	146.50	1,457.00
2013	168.50	203.20	377.90	82.40	84.70	109.60	47.30	160.60	77.30	160.40	170.50	181.80	1,824.20
2014	68.90	145.40	174.60	226.40	47.40	101.00	93.30	75.40	145.00	195.50	174.10	58.40	1,505.40
2015	262.50	245.20	121.40	294.60	159.70	78.20	89.60	51.10	89.90	130.40	137.50	163.00	1,823.10
2016	61.70	247.70	288.60	169.20	137.10	44.10	21.80	35.30	235.80	248.30	66.60	33.20	1,589.40
2017	205.60	217.70	160.90	105.20	152.60	69.80	44.00	115.80	113.00	103.00	264.00	173.70	1,725.30
2018	173.70	230.20	110.70	246.20	82.00	25.70	57.20	53.50	S/D	S/D	87.60	154.50	1,221.30
2019	141.20	135.10	288.80	82.90	72.30	67.50	234.90	68.90	132.60	176.00	171.30	181.30	1,752.80
2020	49.80	43.80	85.50	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	126.20	305.30
2021	115.90	140.30	296.60	61.90	115.80	60.20	62.00	32.70	110.00	102.00	177.80	154.20	1,429.40
PROMEDIO	120.97	144.57	186.93	168.49	113.37	82.29	71.92	64.57	116.26	145.29	167.48	149.43	1,472.01

Nota. Información procesada (Fuente: SENAMHI / Dirección de Redes de Observación y Datos). S/D = Sin datos

Tabla 28*Datos primarios de temperatura media mensual (°C) - Estación Alao*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2002	26.20	26.40	26.00	25.50	25.40	24.60	24.10	24.50	25.40	25.50	25.80	26.80	25.52
2003	27.00	26.20	25.70	25.40	24.80	24.80	24.10	24.70	25.30	26.20	26.20	25.50	25.49
2004	27.20	26.00	25.70	26.00	25.30	23.90	23.90	24.10	24.30	26.00	25.90	26.00	25.36
2005	27.00	26.00	26.40	25.30	25.50	25.00	24.30	25.50	26.00	25.90	25.90	25.90	25.73
2006	26.00	25.90	25.20	25.30	24.70	24.80	24.40	25.10	25.50	26.50	26.40	27.00	25.57
2007	27.10	27.80	25.50	25.20	24.70	25.10	25.20	25.60	24.80	25.30	25.60	26.30	25.68
2008	25.90	25.60	24.80	25.30	24.50	24.70	24.40	25.70	25.20	25.20	25.80	26.90	25.33
2009	25.20	25.90	25.10	24.90	25.10	24.40	24.80	25.20	25.30	26.40	27.60	27.70	25.63
2010	27.70	27.10	26.70	26.00	25.90	24.90	24.90	25.50	26.20	26.50	26.10	26.30	26.15
2011	27.00	26.40	25.60	25.40	25.20	24.80	24.70	25.50	25.00	25.80	26.00	25.80	25.60
2012	26.20	25.70	25.30	25.00	25.30	24.40	24.60	25.80	26.00	26.20	26.70	26.60	25.65
2013	26.20	25.60	26.20	25.90	25.60	24.50	23.90	24.30	25.90	25.80	26.30	26.40	25.55
2014	26.50	26.40	25.40	25.00	25.90	25.20	25.00	25.10	25.20	25.40	26.50	26.50	25.68
2015	26.10	25.70	25.80	25.00	25.30	24.80	25.00	26.00	26.90	27.00	27.00	26.50	25.93
2016	28.60	26.40	26.20	26.00	25.80	25.10	25.20	26.00	26.10	26.50	27.60	27.20	26.39
2017	26.10	26.60	26.00	26.10	25.90	25.80	24.80	26.20	25.60	26.40	26.60	26.80	26.08
2018	25.80	26.60	25.70	25.50	25.80	25.20	25.20	25.10	26.00	26.00	27.20	26.70	25.90
2019	26.20	26.00	25.80	25.80	26.00	25.40	24.80	24.90	25.80	25.40	26.20	26.60	25.74
2020	26.90	27.40	26.90	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	27.07
2021	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
PROMEDIO	26.57	26.30	25.79	25.48	25.37	24.86	24.63	25.27	25.58	26.00	26.41	26.53	25.79

Nota. Información procesada (Fuente: SENAMHI / Dirección de Redes de Observación y Datos). S/D = Sin datos

Tabla 29*Datos primarios de temperatura media mensual (°C) - Estación San Pablo*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2002	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2003	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	26.30	27.10	26.90	26.50	26.70
2004	28.00	26.70	26.30	27.00	26.70	25.10	25.10	25.40	25.80	26.80	27.00	27.00	26.41
2005	27.80	27.00	27.40	26.40	26.70	26.30	25.40	26.60	27.10	26.80	26.70	26.80	26.75
2006	26.70	26.60	26.20	26.30	25.70	26.10	25.60	26.40	26.50	27.50	27.30	27.50	26.53
2007	27.90	28.20	26.40	26.30	26.00	26.10	25.80	26.40	26.10	26.60	26.70	27.30	26.65
2008	26.90	26.60	26.10	26.50	25.80	25.90	25.90	27.00	26.40	26.70	27.10	27.70	26.55
2009	26.30	26.80	26.20	25.80	26.20	25.50	26.00	26.50	26.60	27.50	28.20	28.20	26.65
2010	28.10	27.80	27.40	27.30	26.90	26.20	26.10	26.70	27.40	27.40	27.00	27.20	27.13
2011	27.80	27.10	26.20	26.30	26.00	25.70	25.90	26.60	26.70	27.00	27.30	26.60	26.60
2012	27.00	26.50	26.30	26.20	26.40	26.20	26.20	27.70	27.60	27.40	27.70	26.70	26.83
2013	27.20	27.10	27.20	27.40	27.20	26.30	26.10	29.90	30.60	27.30	27.30	27.60	27.60
2014	27.40	26.80	26.40	26.00	27.10	26.70	26.40	26.30	26.40	26.70	27.80	27.80	26.82
2015	27.00	26.80	26.90	26.50	26.60	26.70	26.60	27.50	28.00	27.80	27.90	27.10	27.12
2016	29.40	26.50	26.60	26.80	26.70	26.50	27.00	27.60	27.30	27.10	27.90	27.60	27.25
2017	26.30	26.90	26.90	27.00	26.70	27.00	26.70	27.40	26.80	27.00	27.30	27.90	26.99
2018	27.00	27.10	26.70	26.90	27.20	27.10	27.00	26.90	27.50	27.00	27.50	27.60	27.13
2019	27.20	27.10	26.90	27.00	27.70	27.30	27.30	26.90	27.30	27.00	27.20	27.30	27.18
2020	27.70	27.70	27.60	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	27.67
2021	S/D	S/D	26.30	26.40	26.70	25.90	26.30	26.70	26.50	27.20	26.70	26.60	26.53
PROMEDIO	27.39	27.02	26.69	26.61	26.60	26.29	26.19	26.99	27.08	27.10	27.34	27.32	26.92

Nota. Información procesada (Fuente: SENAMHI / Dirección de Redes de Observación y Datos). S/D = Sin datos

Tabla 30*Datos primarios de temperatura media mensual (°C) - Estación Saposoá*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2002	26.80	26.60	26.10	26.40	26.10	25.30	24.70	25.80	26.40	26.70	26.40	27.70	26.25
2003	28.00	26.90	26.10	26.10	25.50	25.60	24.90	25.30	26.10	27.00	27.00	26.20	26.23
2004	27.90	26.70	26.40	27.00	26.50	24.90	25.20	25.00	25.40	27.00	27.20	26.90	26.34
2005	27.50	26.90	26.80	26.00	26.30	26.10	25.00	26.30	27.30	27.30	26.90	26.60	26.58
2006	26.80	26.40	26.20	26.30	25.70	25.80	25.50	26.40	26.90	28.00	27.20	27.30	26.54
2007	27.20	27.90	26.10	26.30	S/D	25.90	25.60	26.20	26.10	26.60	26.50	27.00	26.49
2008	26.70	26.30	25.80	26.20	25.60	25.40	25.50	26.80	26.50	26.80	27.30	S/D	26.26
2009	26.40	26.70	26.30	26.30	26.50	25.60	26.40	26.70	26.80	27.60	28.30	27.80	26.78
2010	28.30	27.80	27.90	27.10	26.90	26.30	26.00	26.50	27.50	27.60	27.20	27.10	27.18
2011	27.50	27.00	26.30	26.50	26.40	26.00	25.90	26.80	26.30	27.10	27.30	26.70	26.65
2012	27.10	26.60	26.50	26.30	26.50	25.70	25.70	27.00	27.50	27.10	27.50	27.10	26.72
2013	27.30	26.90	26.90	27.00	26.80	25.60	25.20	29.00	26.80	27.00	27.20	27.10	26.90
2014	26.90	26.70	26.00	29.40	26.80	26.50	25.90	25.90	26.30	26.40	27.30	27.40	26.79
2015	26.60	26.20	26.60	26.30	26.10	25.70	26.10	27.00	26.10	27.20	27.80	26.80	26.54
2016	25.60	26.40	26.70	26.60	26.60	25.60	26.10	26.90	23.70	26.90	27.90	27.30	26.36
2017	26.00	26.60	26.10	26.30	26.30	26.00	25.90	27.10	26.70	27.20	27.50	27.20	26.58
2018	26.30	26.90	26.30	26.30	26.50	25.80	26.20	26.00	S/D	S/D	27.50	27.20	26.50
2019	26.90	26.60	26.50	26.80	26.70	26.10	25.40	25.40	26.60	26.20	26.70	27.20	26.43
2020	27.50	27.40	26.80	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	27.40	27.28
2021	26.50	27.10	25.90	26.50	26.20	25.30	24.80	25.90	26.20	27.90	27.10	27.00	26.37
PROMEDIO	27.02	26.82	26.44	26.62	26.34	25.77	25.62	26.45	26.41	27.04	27.26	27.11	26.60

Nota. Información procesada (Fuente: SENAMHI / Dirección de Redes de Observación y Datos). S/D = Sin datos

Tabla 31*Datos primarios de temperatura máxima promedio mensual (°C) - Estación Alao*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2002	33.20	32.60	32.30	31.60	31.40	30.70	29.10	31.10	32.70	32.30	32.00	33.00	31.83
2003	33.00	32.30	31.90	31.50	30.90	31.00	30.80	31.40	32.00	33.10	32.60	31.30	31.82
2004	34.00	32.40	32.20	32.50	31.60	29.80	30.10	30.50	30.60	32.50	32.20	32.30	31.73
2005	33.50	31.70	32.30	30.80	31.20	31.20	31.00	32.60	32.70	32.30	32.00	31.80	31.93
2006	31.80	31.80	31.30	31.20	30.60	31.20	31.50	32.00	32.90	32.80	32.30	33.10	31.88
2007	33.20	34.10	31.80	31.20	30.60	31.60	32.00	32.80	31.30	31.80	31.40	32.30	32.01
2008	31.90	31.50	30.50	31.40	30.50	30.70	31.00	32.80	31.70	31.70	32.30	33.40	31.62
2009	31.10	31.60	30.80	30.30	30.80	30.40	30.90	32.10	32.10	32.90	34.20	34.30	31.79
2010	34.30	33.10	33.00	31.50	31.40	31.30	31.00	32.70	33.30	33.80	32.20	32.50	32.51
2011	33.40	32.40	31.30	31.50	30.90	30.40	31.00	33.00	31.30	31.90	32.50	31.60	31.77
2012	32.60	31.50	31.50	30.80	31.40	30.90	31.30	33.30	33.60	32.90	33.60	32.70	32.18
2013	32.40	31.80	32.20	32.90	31.80	30.60	30.90	31.40	33.30	33.10	33.00	33.10	32.21
2014	32.90	32.60	31.00	30.70	31.60	31.50	31.30	32.00	32.10	31.80	32.80	32.40	31.89
2015	32.10	31.40	32.00	30.60	30.90	31.20	31.30	33.40	34.40	34.00	33.50	32.60	32.28
2016	35.60	32.40	31.80	32.40	32.20	31.50	32.10	34.10	33.00	33.30	34.30	33.80	33.04
2017	32.10	32.50	32.00	32.50	32.40	32.10	31.60	33.60	32.50	33.00	32.90	33.20	32.53
2018	32.40	32.80	31.70	31.50	31.90	31.60	31.70	32.00	33.70	32.50	33.60	32.70	32.34
2019	32.10	32.00	31.90	32.10	32.20	32.10	31.50	32.00	33.20	31.80	32.80	32.90	32.22
2020	33.30	33.80	33.70	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	33.60
2021	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
PROMEDIO	32.89	32.33	31.85	31.50	31.35	31.10	31.12	32.38	32.58	32.64	32.79	32.72	32.17

Nota. Información procesada (Fuente: SENAMHI / Dirección de Redes de Observación y Datos). S/D = Sin datos

Tabla 32*Datos primarios de temperatura máxima promedio mensual (°C) - Estación San Pablo*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2002	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2003	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	32.90	33.50	33.20	31.80	32.85
2004	34.10	32.30	31.60	32.90	32.50	30.70	30.80	31.30	31.80	32.90	32.70	32.50	32.18
2005	33.50	32.30	32.80	31.40	31.90	32.20	31.80	33.30	34.10	32.80	32.30	32.20	32.55
2006	32.10	31.80	31.90	31.50	31.50	31.90	32.10	32.90	33.60	33.60	33.10	33.30	32.44
2007	33.90	34.30	31.80	31.60	31.30	32.20	32.20	33.30	32.80	32.80	32.40	33.10	32.64
2008	32.50	32.40	31.30	31.90	31.30	31.70	32.40	33.70	32.90	32.70	32.90	33.60	32.44
2009	31.60	32.20	31.30	31.00	31.70	31.20	32.70	33.40	33.00	34.00	34.50	34.70	32.61
2010	34.60	33.80	33.40	32.50	32.50	32.60	32.40	33.80	34.10	34.30	33.10	32.80	33.33
2011	34.10	32.80	31.50	31.90	31.40	31.10	31.70	33.90	33.60	33.00	33.60	32.30	32.58
2012	33.70	32.30	32.10	31.50	32.50	32.00	32.50	34.30	35.10	34.40	34.90	33.60	33.24
2013	33.70	33.20	32.90	33.90	33.30	32.60	33.20	33.30	34.80	34.10	33.60	34.20	33.57
2014	33.60	33.00	31.60	31.60	32.90	32.60	32.60	33.10	33.20	32.50	33.90	33.90	32.88
2015	32.60	32.30	32.50	31.90	31.70	32.30	32.40	34.50	35.50	35.00	34.90	33.70	33.28
2016	37.00	33.00	32.70	33.10	32.90	32.80	33.60	34.50	34.40	34.10	35.70	35.20	34.08
2017	33.10	33.80	34.30	34.80	34.20	34.40	33.70	34.80	33.90	34.40	34.60	34.70	34.23
2018	33.80	34.10	33.20	34.10	34.60	34.30	34.10	33.90	35.00	34.50	35.10	34.80	34.29
2019	34.30	34.00	33.90	34.60	35.20	34.70	34.80	34.30	34.40	33.90	34.00	34.40	34.38
2020	35.10	35.20	34.70	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	35.00
2021	S/D	S/D	33.20	32.90	33.70	33.50	33.90	34.70	34.80	35.50	34.60	34.90	34.17
PROMEDIO	33.72	33.11	32.59	32.54	32.65	32.52	32.76	33.71	33.88	33.78	33.84	33.65	33.30

Nota. Información procesada (Fuente: SENAMHI / Dirección de Redes de Observación y Datos). S/D = Sin datos

Tabla 33*Datos primarios de temperatura máxima promedio mensual (°C) - Estación Saposoa*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2002	32.90	32.10	31.90	31.70	31.70	31.50	30.10	32.40	32.90	32.50	32.50	33.60	32.15
2003	34.40	32.60	31.70	31.80	30.90	30.80	31.20	32.30	32.80	33.80	33.00	31.60	32.24
2004	33.90	32.50	31.90	32.90	32.50	30.80	31.00	31.50	31.50	33.50	33.00	32.70	32.31
2005	33.60	33.00	32.70	31.40	31.70	32.10	31.80	33.90	34.50	34.20	33.20	32.20	32.86
2006	32.30	31.80	31.90	31.90	31.60	31.00	32.60	33.30	34.30	34.20	33.10	33.10	32.59
2007	33.60	34.50	32.10	32.00	S/D	32.30	32.30	33.50	32.60	32.80	32.30	33.00	32.82
2008	32.60	32.50	31.30	32.10	31.40	31.40	32.80	33.80	33.00	32.40	32.90	S/D	32.38
2009	31.50	31.70	31.00	30.80	31.60	31.00	32.50	33.10	33.10	33.60	34.40	34.00	32.36
2010	34.60	33.40	33.80	32.60	32.50	32.20	31.80	33.10	34.10	34.50	32.70	32.70	33.17
2011	33.40	32.10	31.00	31.90	31.30	30.70	31.50	33.90	32.50	32.60	33.20	31.50	32.13
2012	32.30	31.40	31.90	31.20	31.70	31.40	31.80	34.20	34.30	33.00	32.90	32.20	32.36
2013	32.90	31.60	31.90	33.10	32.20	31.20	31.20	32.80	33.70	33.00	32.70	32.80	32.43
2014	32.80	32.00	30.80	31.50	32.00	32.30	31.80	32.60	33.10	32.30	32.80	33.40	32.28
2015	32.10	31.30	31.80	31.30	31.00	31.40	32.10	34.10	30.10	33.80	34.00	32.50	32.13
2016	35.70	31.50	31.90	32.60	32.10	31.60	32.60	34.70	33.40	33.20	34.30	33.90	33.13
2017	31.20	32.10	31.80	32.20	31.60	31.80	31.90	33.80	32.80	33.60	33.40	33.20	32.45
2018	32.30	32.90	32.30	31.80	32.50	32.30	33.00	32.70	S/D	S/D	32.90	33.30	32.60
2019	32.50	32.50	32.50	33.30	32.70	33.00	32.10	33.10	34.10	33.20	33.30	32.90	32.93
2020	33.80	33.80	33.20	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	33.50	33.58
2021	32.80	33.40	31.40	31.50	32.40	31.50	31.70	33.30	33.30	35.60	33.40	33.50	32.82
PROMEDIO	33.06	32.44	31.94	31.98	31.86	31.59	31.88	33.27	33.12	33.43	33.16	32.93	32.59

Nota. Información procesada (Fuente: SENAMHI / Dirección de Redes de Observación y Datos). S/D = Sin datos

Tabla 34*Datos primarios de temperatura mínima promedio mensual (°C) - Estación Alao*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2002	20.80	21.60	21.20	21.60	21.10	19.60	20.10	18.90	19.60	20.80	20.90	21.30	20.63
2003	21.30	21.70	21.20	21.00	20.70	20.50	19.00	19.20	19.70	20.70	21.30	21.70	20.67
2004	21.20	21.00	21.50	21.40	21.20	19.90	19.70	18.90	19.40	21.00	21.30	21.20	20.64
2005	21.20	21.50	21.50	21.40	21.00	20.40	18.80	19.30	20.10	21.10	21.20	21.10	20.72
2006	21.30	20.80	21.10	21.00	20.10	20.20	19.00	19.30	19.80	21.50	21.50	21.60	20.60
2007	21.30	21.20	21.00	20.90	20.50	20.10	19.00	19.50	19.60	20.40	21.00	21.20	20.48
2008	20.80	20.70	20.60	20.50	20.30	20.30	19.30	19.60	19.70	20.70	21.20	21.20	20.41
2009	21.00	21.10	21.10	21.10	20.90	19.90	20.10	20.20	20.20	21.00	21.90	22.00	20.88
2010	21.10	22.20	21.90	22.20	21.70	20.60	19.90	19.40	20.30	21.00	21.30	21.50	21.09
2011	21.50	21.40	21.60	21.10	21.30	20.70	19.90	19.60	20.20	21.60	21.50	22.00	21.03
2012	21.40	21.30	21.00	21.50	20.70	19.60	19.00	19.90	19.70	21.20	21.80	22.10	20.77
2013	21.80	21.50	22.10	21.00	21.50	20.30	19.10	19.60	19.90	21.20	21.30	21.40	20.89
2014	21.80	21.70	21.80	21.20	21.70	20.80	20.20	19.90	20.20	20.50	21.70	21.90	21.12
2015	21.80	21.70	21.80	21.40	21.50	20.30	20.60	20.30	20.80	21.60	22.20	21.80	21.32
2016	22.40	22.60	22.50	22.00	21.70	20.50	20.00	19.70	20.50	21.50	21.90	21.80	21.43
2017	21.60	21.80	21.80	21.70	21.50	21.20	19.60	20.30	20.70	21.00	21.90	21.60	21.23
2018	21.20	21.60	21.60	21.60	21.40	20.20	20.00	19.80	20.50	21.90	22.50	21.70	21.17
2019	21.80	22.00	22.10	21.60	21.50	20.70	19.90	19.40	20.60	21.10	21.60	22.10	21.20
2020	22.30	22.40	22.20	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	22.30
2021	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
PROMEDIO	21.45	21.57	21.56	21.34	21.13	20.32	19.62	19.60	20.08	21.10	21.56	21.62	20.98

Nota. Información procesada (Fuente: SENAMHI / Dirección de Redes de Observación y Datos). S/D = Sin datos

Tabla 35*Datos primarios de temperatura mínima promedio mensual (°C) - Estación San Pablo*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2002	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2003	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	19.20	20.50	21.70	22.40	20.95
2004	22.50	22.10	22.20	22.30	21.80	20.30	20.20	19.60	19.90	21.90	22.50	22.50	21.48
2005	22.00	22.30	22.50	22.30	21.80	20.80	19.10	19.50	20.60	22.10	21.90	22.10	21.42
2006	22.00	21.90	22.00	21.70	20.00	20.60	19.20	20.00	20.30	22.40	22.60	22.50	21.27
2007	22.20	22.00	21.90	22.10	20.90	20.60	19.30	19.80	20.20	21.30	22.10	22.40	21.23
2008	21.90	21.70	21.80	21.70	21.00	20.70	19.80	20.40	20.50	21.50	22.00	21.90	21.24
2009	21.80	21.60	21.70	21.70	21.50	19.90	20.50	20.30	20.80	22.10	22.70	22.30	21.41
2010	21.40	22.60	22.50	23.00	22.00	20.50	19.80	19.30	21.10	21.80	21.70	21.80	21.46
2011	21.90	21.50	22.00	21.60	21.70	21.10	20.30	19.90	21.20	22.40	21.90	22.50	21.50
2012	21.50	21.30	21.40	21.60	21.00	20.40	19.70	20.50	20.80	21.20	20.80	20.70	20.91
2013	21.20	21.10	21.20	20.70	21.20	20.70	19.70	20.30	20.90	21.20	21.10	20.90	20.85
2014	21.10	21.30	21.30	21.20	21.50	19.70	18.70	18.60	19.00	19.00	19.60	21.00	20.17
2015	21.70	21.60	21.70	21.50	21.30	20.60	20.80	20.90	21.00	21.50	21.10	20.80	21.21
2016	21.00	20.70	20.60	20.50	20.50	20.30	20.30	20.50	20.50	20.60	20.80	21.00	20.61
2017	20.60	20.70	20.80	20.80	20.70	20.70	20.50	20.90	20.60	20.70	20.80	20.60	20.70
2018	20.30	20.40	20.60	20.40	20.40	20.30	20.30	20.40	20.50	20.50	20.60	20.70	20.45
2019	20.60	20.80	20.60	20.40	20.80	20.70	20.50	19.90	20.80	20.90	21.30	21.50	20.73
2020	21.40	22.20	21.90	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	21.83
2021	S/D	S/D	20.70	21.80	21.40	20.60	20.40	20.20	20.20	20.50	20.50	20.20	20.65
PROMEDIO	21.48	21.52	21.52	21.49	21.15	20.50	19.95	20.06	20.45	21.23	21.43	21.54	21.06

Nota. Información procesada (Fuente: SENAMHI / Dirección de Redes de Observación y Datos). S/D = Sin datos

Tabla 36*Datos primarios de temperatura mínima promedio mensual (°C) - Estación Saposoa*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2002	22.00	22.40	22.10	22.30	22.20	20.70	20.80	20.10	20.40	21.80	21.70	22.50	21.58
2003	22.50	22.40	22.30	22.00	21.70	21.30	19.90	19.80	20.50	21.60	22.30	22.70	21.58
2004	22.90	22.30	22.50	22.50	21.90	20.50	20.60	19.60	20.10	22.00	22.40	22.80	21.68
2005	22.60	22.80	22.80	22.40	22.30	21.50	19.60	19.70	20.80	22.10	22.20	22.60	21.78
2006	22.40	22.60	22.40	22.10	20.70	21.10	19.50	20.20	20.40	22.60	22.60	22.70	21.61
2007	22.20	22.50	22.20	22.10	S/D	20.80	20.00	20.10	20.60	21.50	22.20	22.70	21.54
2008	22.10	21.90	21.80	22.00	21.10	21.10	20.60	21.20	21.00	22.40	22.60	S/D	21.62
2009	22.30	22.90	22.40	22.40	22.60	21.30	21.30	21.30	21.60	22.90	23.10	23.10	22.27
2010	22.30	22.90	23.10	23.00	22.40	21.50	21.00	20.70	21.40	22.40	22.50	22.70	22.16
2011	22.70	22.70	22.40	22.10	22.20	21.60	20.80	20.30	21.10	22.80	22.70	22.70	22.01
2012	22.40	22.20	22.00	22.20	21.80	20.60	19.90	20.20	20.70	22.20	22.70	22.90	21.65
2013	22.70	22.70	23.00	22.00	22.30	21.30	19.70	20.20	20.60	22.20	22.70	22.60	21.83
2014	22.40	22.40	22.50	22.10	22.50	21.70	20.90	20.20	20.80	21.20	22.70	23.00	21.87
2015	22.30	22.40	22.50	21.90	22.40	21.30	21.10	21.10	21.30	22.10	23.30	22.60	22.03
2016	23.30	23.30	23.00	22.70	22.30	21.00	20.60	20.20	20.90	22.30	22.80	22.30	22.06
2017	21.80	22.00	22.20	21.80	22.00	21.70	20.30	21.00	21.20	22.40	23.00	22.50	21.83
2018	22.00	22.20	22.40	22.10	21.80	20.80	20.50	20.50	S/D	S/D	23.00	21.40	21.67
2019	21.30	22.00	21.90	21.60	21.70	20.80	20.20	19.40	20.80	21.20	21.70	22.50	21.26
2020	21.90	22.40	21.70	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	22.10	22.03
2021	21.40	22.00	21.50	21.60	21.10	20.90	19.70	20.40	21.30	21.80	21.90	21.60	21.27
PROMEDIO	22.28	22.45	22.34	22.15	21.94	21.13	20.37	20.33	20.86	22.08	22.53	22.53	21.76

Nota. Información procesada (Fuente: SENAMHI / Dirección de Redes de Observación y Datos). S/D = Sin datos

Tabla 37*Datos primarios de velocidad del viento promedio mensual (m/s) - Estación Alao*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2002	3.80	3.70	3.10	2.30	3.10	2.70	2.30	3.60	3.30	3.50	3.70	5.00	3.34
2003	4.20	3.40	3.60	2.30	2.50	2.60	3.30	3.10	3.70	4.40	3.40	2.60	3.26
2004	4.00	2.80	2.40	2.60	2.30	2.60	2.80	2.80	2.40	2.90	2.90	3.00	2.79
2005	3.80	2.70	2.80	2.00	2.30	2.70	2.50	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	2.69
2006	S/D	S/D	S/D	2.50	2.20	2.80	3.20	3.20	3.10	4.00	3.80	5.30	3.34
2007	3.60	6.00	3.60	2.60	2.20	2.40	3.20	3.20	2.90	2.60	3.10	3.60	3.25
2008	4.30	3.30	3.40	3.10	2.80	2.20	2.30	3.00	2.40	2.80	2.60	3.40	2.97
2009	3.00	3.60	3.10	2.60	2.80	2.60	2.60	2.70	2.20	3.40	4.90	7.20	3.39
2010	6.80	3.00	3.20	2.10	2.10	2.20	2.40	2.40	3.00	3.30	2.50	2.90	2.99
2011	4.60	3.30	3.60	2.40	2.20	2.20	2.20	2.90	3.40	3.30	3.10	2.80	3.00
2012	3.80	3.50	2.80	2.20	2.40	2.60	2.60	4.10	4.00	3.40	3.80	3.60	3.23
2013	2.50	2.70	3.00	2.50	2.60	2.30	2.50	2.60	3.00	3.00	2.50	3.00	2.68
2014	3.60	3.60	2.10	2.40	2.80	2.40	2.00	2.30	2.20	2.60	3.50	4.40	2.83
2015	3.00	2.50	2.80	2.80	2.50	2.20	2.90	2.40	3.20	3.80	3.20	2.50	2.82
2016	3.70	2.90	2.50	3.50	3.00	2.20	2.90	2.70	3.20	3.10	4.00	4.80	3.21
2017	5.00	3.60	3.30	3.40	2.70	2.80	3.00	3.40	2.90	3.80	3.60	5.00	3.54
2018	5.90	5.60	3.90	2.50	3.00	2.60	2.70	2.70	3.60	3.80	3.80	4.50	3.72
2019	3.30	4.20	3.00	2.90	3.10	2.80	2.70	2.90	4.00	3.50	3.00	3.60	3.25
2020	4.30	5.10	3.10	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	4.17
2021	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
PROMEDIO	4.07	3.64	3.07	2.59	2.59	2.49	2.67	2.94	3.09	3.36	3.38	3.95	3.18

Nota. Información procesada (Fuente: SENAMHI / Dirección de Redes de Observación y Datos). S/D = Sin datos

Tabla 38*Datos primarios de velocidad del viento promedio mensual (m/s) - Estación San Pablo*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2002	3.40	4.60	3.80	3.40	3.30	2.70	2.80	2.40	3.10	3.50	3.80	3.30	3.34
2003	3.70	3.70	4.40	3.80	3.70	4.00	3.70	4.20	3.40	3.40	3.60	3.80	3.78
2004	3.80	3.40	2.90	4.00	3.80	3.70	3.80	3.50	4.10	3.40	3.70	3.40	3.63
2005	3.80	3.80	4.00	3.90	3.80	3.50	4.00	4.20	4.10	3.80	3.90	3.30	3.84
2006	3.30	3.20	3.70	3.20	3.60	3.10	3.60	3.50	3.90	3.60	3.60	3.60	3.49
2007	4.30	4.00	3.60	3.70	3.30	3.00	3.60	3.80	3.90	3.40	2.60	2.70	3.49
2008	2.60	2.60	2.60	2.40	2.40	2.30	2.60	3.20	3.00	3.90	2.70	4.10	2.87
2009	2.80	2.40	2.80	2.60	2.70	2.80	2.80	3.20	2.80	3.20	3.80	3.90	2.98
2010	4.10	3.40	3.40	3.10	3.40	2.90	2.80	3.20	2.70	2.80	2.50	2.50	3.07
2011	2.40	2.30	2.30	2.30	2.40	2.30	2.40	2.80	3.10	2.80	2.50	2.60	2.52
2012	2.10	2.10	2.50	2.10	2.30	2.80	2.30	2.70	2.60	2.40	2.80	2.80	2.46
2013	2.30	2.70	2.30	2.70	2.70	2.30	2.50	2.50	2.20	2.40	2.20	2.50	2.44
2014	2.20	2.30	2.70	2.10	2.00	2.10	2.10	2.10	2.10	2.00	2.30	2.20	2.18
2015	2.20	2.10	2.20	2.10	2.00	2.00	2.00	2.00	2.40	2.30	2.30	2.00	2.13
2016	2.00	2.20	2.10	2.00	2.00	2.10	2.20	2.10	2.20	2.50	2.20	2.30	2.16
2017	2.40	2.30	2.50	2.20	2.30	2.00	2.30	2.30	2.20	2.10	2.30	2.30	2.27
2018	2.30	2.30	2.20	2.10	2.30	2.10	2.00	2.10	2.20	2.20	2.00	2.00	2.15
2019	2.10	2.10	2.00	2.10	2.10	2.10	2.00	2.30	2.20	2.10	2.10	2.20	2.12
2020	2.30	2.00	2.00	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	2.10
2021	S/D	S/D	2.00	2.00	2.20	2.00	2.00	2.10	2.10	2.10	2.00	2.10	2.06
PROMEDIO	2.85	2.82	2.80	2.73	2.75	2.62	2.71	2.85	2.86	2.84	2.78	2.82	2.75

Nota. Información procesada (Fuente: SENAMHI / Dirección de Redes de Observación y Datos). S/D = Sin datos

Tabla 39*Datos primarios de velocidad del viento promedio mensual (m/s) - Estación Saposoa*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2002	5.10	5.70	3.40	5.10	4.70	5.20	4.50	4.50	5.20	5.30	4.80	4.80	4.86
2003	5.80	4.70	6.50	4.90	4.30	4.20	4.70	4.70	5.00	4.70	4.90	5.20	4.97
2004	5.00	5.10	4.90	4.40	4.50	4.70	4.90	4.50	4.50	4.10	5.80	5.70	4.84
2005	6.60	5.30	S/D	S/D	S/D	S/D	4.70	S/D	5.10	6.40	6.10	5.60	5.69
2006	5.60	5.50	5.60	4.90	4.00	4.70	4.50	5.30	4.50	5.70	6.00	6.40	5.23
2007	6.40	6.00	4.90	5.30	S/D	5.40	4.90	4.80	4.80	5.60	5.40	5.00	5.32
2008	4.90	5.40	4.80	4.80	5.30	5.60	4.30	4.60	4.90	5.10	4.40	S/D	4.92
2009	4.40	5.00	4.80	4.00	4.40	4.40	5.10	4.30	4.70	3.90	4.70	3.40	4.43
2010	4.40	3.80	4.20	3.40	3.80	3.80	4.30	4.50	4.50	4.40	4.80	4.20	4.18
2011	5.20	4.60	4.30	4.70	4.30	5.00	4.30	4.80	4.30	3.80	4.20	S/D	4.50
2012	4.70	4.30	4.20	4.10	3.60	2.70	2.60	3.00	3.10	2.80	2.70	3.10	3.41
2013	3.40	3.60	3.10	2.50	2.20	2.60	2.40	2.30	2.40	2.40	2.50	2.70	2.68
2014	2.60	2.60	2.40	2.50	2.30	2.40	2.60	2.50	2.50	2.30	2.80	2.00	2.46
2015	2.60	2.40	2.10	2.10	2.50	2.30	2.10	2.10	2.40	2.90	3.80	3.20	2.54
2016	3.50	4.00	3.00	3.40	3.70	3.20	3.60	2.90	2.50	3.10	3.70	3.40	3.33
2017	4.30	3.30	4.10	3.60	3.80	4.10	3.80	3.40	4.00	4.00	3.30	3.60	3.78
2018	3.80	4.20	4.70	4.20	3.50	4.30	4.80	4.00	S/D	S/D	2.90	1.30	3.77
2019	1.10	1.60	1.50	1.10	1.10	1.20	1.40	S/D	1.60	1.60	1.60	2.40	1.47
2020	2.70	3.00	2.30	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	3.60	2.90
2021	3.10	3.00	3.60	4.30	3.00	3.00	2.70	3.00	3.30	3.50	3.10	2.90	3.21
PROMEDIO	4.26	4.16	3.92	3.85	3.59	3.82	3.80	3.84	3.85	3.98	4.08	3.81	3.92

Nota. Información procesada (Fuente: SENAMHI / Dirección de Redes de Observación y Datos). S/D = Sin datos

Posteriormente, se aplicó un modelo de regresión lineal múltiple (RLM) agrupando la información hidrometeorológica de las 3 estaciones en 2 variables independientes (X1 y X2) y una variable dependiente (Y). Por ello, se estableció correlaciones del tipo cruzada sin desfase y cruzada con desfase teniendo en cuenta la correspondencia completa mes a mes, a fin de obtener un panorama más amplio para realizar la completación de datos faltantes. Luego, en el software Excel 2019, se procesó todas las correlaciones planteadas, obteniendo las ecuaciones de RLM y su respectivo coeficiente de correlación múltiple, siguiendo los criterios mostrados en la Tabla 40.

Tabla 40

Modelo de regresión lineal múltiple para completación y/o extensión de datos

Fórmula resumida	
<p>■) $y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_mx_m$</p> <p>■) $r = \left(\frac{a_0 \sum y + a_1 \sum x_1y + a_2 \sum x_2y + \dots + a_m \sum x_my - N_1 \bar{y}^2}{\sum y^2 - N_1 \bar{y}^2} \right)^{\frac{1}{2}}$</p>	<p>Descripción</p> <p>y : Variable dependiente x_1, x_2, \dots, x_m : Variables independientes a_1, a_2, \dots, a_m : Parámetros a determinar r : Coeficiente de correlación múltiple \bar{y}: Media de la variable dependiente N_1 : Tamaño del registro común de las series</p>

Nota. Adaptado de Villón Béjar (2005)

Seguidamente, se efectuó la evaluación de cada ecuación con la finalidad de definir cuáles son aptas para ser usadas en la completación de datos faltantes, así como para precisar la jerarquía de uso de las mismas, aplicando para ello el criterio de confiabilidad descrito en la Tabla 41. El cálculo y evaluación de estos parámetros estadísticos se aprecian en la serie de tablas que va desde la Tabla 42 hasta la Tabla 56.

Tabla 41

Criterio de confiabilidad para completación y/o extensión de datos

Fórmula resumida	Descripción
<p>■) t_c : Estadístico t calculado</p> $t_c = \frac{r\sqrt{N_1 - 2}}{\sqrt{1 - r^2}}$ <p>■) t_t : Estadístico t tabular</p> <p>Se obtiene de tablas <i>t de Student</i> para 95% de probabilidad o 5% de significancia, con $\alpha/2 = 0.025$ y $G.L. = N_1 - 2$. Asimismo, puede obtenerse mediante la función DISTR.T.INV en Excel 2007 o posterior.</p>	<p>r : Coeficiente de correlación N_1 : Tamaño del registro común de las series $G.L.$: Grados de libertad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si $t_c < t_t \rightarrow r$ no es significativo, no hay correlación y no se puede usar la ecuación • Si $t_c > t_t \rightarrow r$ es significativo, hay correlación y se puede usar la ecuación

Nota. Adaptado de Villón Béjar (2005)

Tabla 42

Evaluación de parámetros estadísticos para completación de datos de precipitación total mensual - Estación Alao

Ítem	Periodo de datos			Ecuación	r	N ₁	t _c	t _t	Obs.	Jerarquía de uso
	X1: Estación San Pablo	X2: Estación Saposoa	Y: Estación Alao							
1	2002-2021	2002-2021	2019-2021	Y = 162.3110 - 1.7847*X1 + 1.0262*X2	0.5794	15	2.5631	2.1604	S (0.05)	25
2	2002-2021	2002-2021	2018-2021	Y = 103.4697 + 0.1902*X1 + 0.1934*X2	0.3025	27	1.5868	2.0595	NS	31
3	2002-2021	2002-2021	2017-2021	Y = 148.6282 + 0.2158*X1 - 0.2010*X2	0.1577	39	0.9714	2.0262	NS	36
4	2002-2021	2002-2021	2016-2021	Y = 107.3030 + 0.0959*X1 + 0.1838*X2	0.2158	51	1.5471	2.0096	NS	32
5	2002-2021	2002-2021	2015-2021	Y = 96.3792 - 0.0991*X1 + 0.4167*X2	0.3321	63	2.7499	1.9996	S (0.05)	24
6	2002-2021	2002-2021	2014-2021	Y = 107.2216 + 0.0617*X1 + 0.1816*X2	0.2041	75	1.7813	1.9930	NS	29
7	2002-2021	2002-2021	2013-2021	Y = 113.6763 + 0.0456*X1 + 0.1298*X2	0.1525	87	1.4226	1.9883	NS	33
8	2002-2021	2002-2021	2012-2021	Y = 69.3913 + 0.5644*X1 + 0.0862*X2	0.5048	99	5.7594	1.9847	S (0.05)	2
9	2002-2021	2002-2021	2011-2021	Y = 90.5298 + 0.4296*X1 + 0.0180*X2	0.3538	111	3.9492	1.9820	S (0.05)	15
10	2002-2021	2002-2021	2010-2021	Y = 84.3207 + 0.0124*X1 + 0.3908*X2	0.3670	123	4.3398	1.9798	S (0.05)	11
11	2002-2021	2002-2021	2009-2021	Y = 82.0073 + 0.2819*X1 + 0.1959*X2	0.3887	135	4.8653	1.9780	S (0.05)	7
12	2002-2021	2002-2021	2008-2021	Y = 93.9052 + 0.3572*X1 + 0.0387*X2	0.3140	147	3.9825	1.9765	S (0.05)	14
13	2002-2021	2002-2021	2007-2021	Y = 88.2126 + 0.2719*X1 + 0.1431*X2	0.3188	159	4.2145	1.9752	S (0.05)	12
14	2002-2021	2002-2021	2006-2021	Y = 82.2398 - 0.0241*X1 + 0.4055*X2	0.3679	171	5.1434	1.9741	S (0.05)	5
15	2002-2021	2002-2021	2005-2021	Y = 78.2406 + 0.3316*X1 + 0.1534*X2	0.3846	183	5.6054	1.9732	S (0.05)	3
16	2002-2021	2002-2021	2004-2021	Y = 98.3828 + 0.1305*X1 + 0.1429*X2	0.2282	195	3.2562	1.9723	S (0.05)	18
17	2002-2021	2002-2021	2003-2021	Y = 84.7316 + 0.3440*X1 + 0.0680*X2	0.3427	205	5.1975	1.9717	S (0.05)	4
18	2002-2021	2002-2021	2002-2021	Y = 33.1106 + 0.4836*X1 + 0.3529*X2	0.6896	217	13.9625	1.9711	S (0.05)	1
19	2003-2021	2003-2021	2002-2021	Y = 96.7641 + 0.3676*X1 - 0.0705*X2	0.2734	206	4.0596	1.9717	S (0.05)	13
20	2004-2021	2004-2021	2002-2021	Y = 80.9869 + 0.1794*X1 + 0.2216*X2	0.3368	203	5.0712	1.9718	S (0.05)	6
21	2005-2021	2005-2021	2002-2021	Y = 84.0218 + 0.2947*X1 + 0.0851*X2	0.3190	191	4.6273	1.9726	S (0.05)	9

Ítem	Periodo de datos			Ecuación	r	N ₁	t _c	t _t	Obs.	Jerarquía de uso
	X1: Estación San Pablo	X2: Estación Saposoa	Y: Estación Alao							
22	2006-2021	2006-2021	2002-2021	Y = 82.2552 + 0.2739*X1 + 0.1077*X2	0.3176	179	4.4561	1.9735	S (0.05)	10
23	2007-2021	2007-2021	2002-2021	Y = 86.0832 + 0.1646*X1 + 0.1610*X2	0.2760	167	3.6886	1.9744	S (0.05)	16
24	2008-2021	2008-2021	2002-2021	Y = 87.2973 + 0.0945*X1 + 0.1964*X2	0.2610	155	3.3443	1.9756	S (0.05)	17
25	2009-2021	2009-2021	2002-2021	Y = 91.9540 + 0.2778*X1 + 0.0209*X2	0.2533	143	3.1092	1.9769	S (0.05)	20
26	2010-2021	2010-2021	2002-2021	Y = 90.8277 + 0.0744*X1 + 0.1916*X2	0.2500	131	2.9326	1.9785	S (0.05)	22
27	2011-2021	2011-2021	2002-2021	Y = 68.6073 + 0.4738*X1 + 0.0056*X2	0.3972	119	4.6815	1.9804	S (0.05)	8
28	2012-2021	2012-2021	2002-2021	Y = 83.1526 + 0.1975*X1 + 0.1154*X2	0.2782	107	2.9679	1.9828	S (0.05)	21
29	2013-2021	2013-2021	2002-2021	Y = 104.9785 + 0.1251*X1 + 0.0074*X2	0.1168	95	1.1341	1.9858	NS	35
30	2014-2021	2014-2021	2002-2021	Y = 92.0730 + 0.2423*X1 + 0.0121*X2	0.2129	83	1.9611	1.9897	NS	27
31	2015-2021	2015-2021	2002-2021	Y = 69.9462 + 0.0893*X1 + 0.2652*X2	0.3563	71	3.1675	1.9949	S (0.05)	19
32	2016-2021	2016-2021	2002-2021	Y = 91.6561 + 0.0102*X1 + 0.2133*X2	0.2309	59	1.7917	2.0025	NS	28
33	2017-2021	2017-2021	2002-2021	Y = 113.0240 + 0.0526*X1 - 0.0790*X2	0.0744	47	0.5005	2.0141	NS	37
34	2018-2021	2018-2021	2002-2021	Y = 62.3717 + 0.1114*X1 + 0.2784*X2	0.3498	35	2.1450	2.0345	S (0.05)	26
35	2019-2021	2019-2021	2002-2021	Y = 81.7904 + 0.4066*X1 - 0.1592*X2	0.3222	25	1.6323	2.0687	NS	30
36	2020-2021	2020-2021	2002-2021	Y = 52.0857 + 0.2496*X1 + 0.4119*X2	0.6384	13	2.7508	2.2010	S (0.05)	23
37	2021-2021	2021-2021	2002-2021	Y = 100.3250 + 0.6177*X1 - 0.5852*X2	0.4407	10	1.3886	2.3060	NS	34

Nota. NS = No significativo. S (0.05) = Significativo al 95% de probabilidad o 5% de significancia

Tabla 43

Evaluación de parámetros estadísticos para completación de datos de precipitación total mensual - Estación San Pablo

Ítem	Periodo de datos			Ecuación	r	N ₁	t _c	t _t	Obs.	Jerarquía de uso
	X1: Estación Alao	X2: Estación Saposoa	Y: Estación San Pablo							
1	2002-2021	2002-2021	2021-2021	Y = 121.5689 + 0.1689*X1 - 0.2104*X2	0.1535	10	0.4394	2.3060	NS	36
2	2002-2021	2002-2021	2020-2021	Y = 30.1398 + 0.0170*X1 + 0.4630*X2	0.6620	13	2.9294	2.2010	S (0.05)	23
3	2002-2021	2002-2021	2019-2021	Y = 64.4242 + 0.1904*X1 + 0.1796*X2	0.3207	25	1.6238	2.0687	NS	28
4	2002-2021	2002-2021	2018-2021	Y = 86.6485 + 0.2654*X1 - 0.0088*X2	0.2854	37	1.7617	2.0301	NS	27
5	2002-2021	2002-2021	2017-2021	Y = 105.9790 - 0.0964*X1 + 0.1632*X2	0.1300	49	0.8989	2.0117	NS	34
6	2002-2021	2002-2021	2016-2021	Y = 91.7654 + 0.1469*X1 + 0.0001*X2	0.1636	61	1.2738	2.0010	NS	31
7	2002-2021	2002-2021	2015-2021	Y = 68.8070 + 0.1334*X1 + 0.2145*X2	0.3366	73	3.0120	1.9939	S (0.05)	22
8	2002-2021	2002-2021	2014-2021	Y = 82.4204 + 0.1247*X1 + 0.0952*X2	0.2251	85	2.1048	1.9890	S (0.05)	26
9	2002-2021	2002-2021	2013-2021	Y = 102.2407 + 0.1362*X1 - 0.0538*X2	0.1319	97	1.2969	1.9853	NS	30
10	2002-2021	2002-2021	2012-2021	Y = 69.8488 + 0.0955*X1 + 0.2402*X2	0.3308	109	3.6260	1.9824	S (0.05)	18
11	2002-2021	2002-2021	2011-2021	Y = 62.1816 + 0.2362*X1 + 0.1710*X2	0.4198	121	5.0456	1.9801	S (0.05)	6
12	2002-2021	2002-2021	2010-2021	Y = 71.3202 + 0.0542*X1 + 0.2475*X2	0.3079	133	3.7040	1.9782	S (0.05)	16
13	2002-2021	2002-2021	2009-2021	Y = 69.2900 + 0.0953*X1 + 0.2235*X2	0.3217	145	4.0630	1.9767	S (0.05)	15
14	2002-2021	2002-2021	2008-2021	Y = 73.5234 + 0.0847*X1 + 0.1917*X2	0.2798	157	3.6284	1.9754	S (0.05)	17
15	2002-2021	2002-2021	2007-2021	Y = 75.6723 + 0.1681*X1 + 0.0858*X2	0.2639	169	3.5357	1.9743	S (0.05)	20
16	2002-2021	2002-2021	2006-2021	Y = 62.7011 + 0.1495*X1 + 0.1953*X2	0.3548	181	5.0772	1.9733	S (0.05)	5
17	2002-2021	2002-2021	2005-2021	Y = 63.5574 + 0.1648*X1 + 0.1674*X2	0.3427	191	5.0150	1.9726	S (0.05)	7
18	2002-2021	2002-2021	2004-2021	Y = 64.1350 + 0.1713*X1 + 0.1438*X2	0.3287	205	4.9588	1.9717	S (0.05)	8
19	2002-2021	2002-2021	2003-2021	Y = 69.0366 + 0.1672*X1 + 0.1156*X2	0.2944	206	4.3999	1.9717	S (0.05)	12
20	2002-2021	2002-2021	2002-2021	Y = 11.5108 + 0.2878*X1 + 0.4235*X2	0.7481	217	16.5303	1.9711	S (0.05)	1
21	2003-2021	2003-2021	2002-2021	Y = 62.1165 + 0.2615*X1 + 0.0541*X2	0.3516	205	5.3512	1.9717	S (0.05)	4

Ítem	Periodo de datos			Ecuación	r	N_1	$ t_c $	t_t	Obs.	Jerarquía de uso
	X1: Estación Alao	X2: Estación Saposa	Y: Estación San Pablo							
22	2004-2021	2004-2021	2002-2021	$Y = 66.3571 + 0.0319*X1 + 0.2513*X2$	0.3077	193	4.4693	1.9725	S (0.05)	11
23	2005-2021	2005-2021	2002-2021	$Y = 55.2975 + 0.2134*X1 + 0.1364*X2$	0.3897	181	5.6614	1.9733	S (0.05)	3
24	2006-2021	2006-2021	2002-2021	$Y = 69.9157 + 0.1714*X1 + 0.0648*X2$	0.2662	169	3.5688	1.9743	S (0.05)	19
25	2007-2021	2007-2021	2002-2021	$Y = 62.2556 + 0.1877*X1 + 0.0967*X2$	0.3253	157	4.2829	1.9754	S (0.05)	14
26	2008-2021	2008-2021	2002-2021	$Y = 57.3421 + 0.1281*X1 + 0.1963*X2$	0.3596	145	4.6085	1.9767	S (0.05)	10
27	2009-2021	2009-2021	2002-2021	$Y = 55.7377 + 0.3268*X1 - 0.0108*X2$	0.3917	133	4.8726	1.9782	S (0.05)	9
28	2010-2021	2010-2021	2002-2021	$Y = 65.5824 + 0.1514*X1 + 0.0836*X2$	0.2683	121	3.0382	1.9801	S (0.05)	21
29	2011-2021	2011-2021	2002-2021	$Y = 48.7822 + 0.2033*X1 + 0.1296*X2$	0.3857	109	4.3243	1.9824	S (0.05)	13
30	2012-2021	2012-2021	2002-2021	$Y = 43.4896 + 0.4524*X1 - 0.0703*X2$	0.5116	97	5.8034	1.9853	S (0.05)	2
31	2013-2021	2013-2021	2002-2021	$Y = 89.3918 + 0.2455*X1 - 0.2129*X2$	0.2534	85	2.3865	1.9890	S (0.05)	25
32	2014-2021	2014-2021	2002-2021	$Y = 65.4805 - 0.0272*X1 + 0.2298*X2$	0.2737	73	2.3978	1.9939	S (0.05)	24
33	2015-2021	2015-2021	2002-2021	$Y = 78.9672 + 0.1326*X1 - 0.0281*X2$	0.1482	61	1.1511	2.0010	NS	33
34	2016-2021	2016-2021	2002-2021	$Y = 77.5633 + 0.1546*X1 - 0.0609*X2$	0.1786	49	1.2444	2.0117	NS	32
35	2017-2021	2017-2021	2002-2021	$Y = 86.3162 + 0.0523*X1 - 0.0481*X2$	0.0670	37	0.3973	2.0301	NS	37
36	2018-2021	2018-2021	2002-2021	$Y = 65.1052 + 0.2136*X1 - 0.0637*X2$	0.2751	25	1.3723	2.0687	NS	29
37	2019-2021	2019-2021	2002-2021	$Y = 82.7013 + 0.0308*X1 - 0.0993*X2$	0.2101	15	0.7748	2.1604	NS	35

Nota. NS = No significativo. S (0.05) = Significativo al 95% de probabilidad o 5% de significancia

Tabla 44

Evaluación de parámetros estadísticos para completación de datos de precipitación total mensual - Estación Saposoa

Ítem	Periodo de datos			Ecuación	r	N ₁	t _c	t _t	Obs.	Jerarquía de uso
	X1: Estación Alao	X2: Estación San Pablo	Y: Estación Saposoa							
1	2002-2021	2002-2021	2021-2021	Y = 181.6480 + 0.0092*X1 - 0.9374*X2	0.3729	12	1.2709	2.2281	NS	34
2	2002-2021	2002-2021	2020-2021	Y = 53.2263 + 0.4925*X1 + 0.0237*X2	0.5005	16	2.1631	2.1448	S (0.05)	26
3	2002-2021	2002-2021	2019-2021	Y = 123.6301 + 0.1513*X1 - 0.1757*X2	0.1175	28	0.6033	2.0555	NS	37
4	2002-2021	2002-2021	2018-2021	Y = 94.9488 + 0.4830*X1 - 0.2754*X2	0.3683	38	2.3769	2.0281	S (0.05)	24
5	2002-2021	2002-2021	2017-2021	Y = 125.6734 - 0.1894*X1 + 0.2629*X2	0.1615	50	1.1338	2.0106	NS	36
6	2002-2021	2002-2021	2016-2021	Y = 99.9939 + 0.1411*X1 + 0.1412*X2	0.2341	62	1.8652	2.0003	NS	28
7	2002-2021	2002-2021	2015-2021	Y = 95.8908 + 0.4851*X1 - 0.1944*X2	0.3687	74	3.3656	1.9935	S (0.05)	19
8	2002-2021	2002-2021	2014-2021	Y = 105.8004 - 0.0208*X1 + 0.2978*X2	0.2309	86	2.1750	1.9886	S (0.05)	25
9	2002-2021	2002-2021	2013-2021	Y = 130.1015 + 0.1911*X1 - 0.2004*X2	0.1437	98	1.4227	1.9850	NS	33
10	2002-2021	2002-2021	2012-2021	Y = 92.9286 + 0.0893*X1 + 0.3038*X2	0.3073	110	3.3559	1.9822	S (0.05)	20
11	2002-2021	2002-2021	2011-2021	Y = 88.3243 + 0.0987*X1 + 0.3432*X2	0.3528	122	4.1303	1.9799	S (0.05)	11
12	2002-2021	2002-2021	2010-2021	Y = 91.9796 + 0.1618*X1 + 0.1757*X2	0.2687	134	3.2050	1.9781	S (0.05)	21
13	2002-2021	2002-2021	2009-2021	Y = 98.6071 + 0.0645*X1 + 0.2348*X2	0.2424	146	2.9982	1.9766	S (0.05)	22
14	2002-2021	2002-2021	2008-2021	Y = 87.6908 + 0.0891*X1 + 0.3166*X2	0.3273	158	4.3263	1.9753	S (0.05)	9
15	2002-2021	2002-2021	2007-2021	Y = 90.5996 + 0.1222*X1 + 0.2466*X2	0.3022	170	4.1091	1.9742	S (0.05)	12
16	2002-2021	2002-2021	2006-2021	Y = 93.5437 + 0.2072*X1 + 0.0981*X2	0.2777	182	3.8783	1.9732	S (0.05)	14
17	2002-2021	2002-2021	2005-2021	Y = 87.1703 + 0.1129*X1 + 0.2679*X2	0.3192	194	4.6671	1.9724	S (0.05)	5
18	2002-2021	2002-2021	2004-2021	Y = 81.0022 + 0.1864*X1 + 0.2150*X2	0.3500	206	5.3365	1.9717	S (0.05)	3
19	2002-2021	2002-2021	2003-2021	Y = 100.8216 - 0.0009*X1 + 0.2845*X2	0.2444	209	3.6263	1.9715	S (0.05)	18
20	2002-2021	2002-2021	2002-2021	Y = 31.9256 + 0.2879*X1 + 0.5804*X2	0.7352	217	15.9034	1.9711	S (0.05)	1
21	2003-2021	2003-2021	2002-2021	Y = 89.2144 + 0.1732*X1 + 0.1701*X2	0.2958	205	4.4119	1.9717	S (0.05)	7

Ítem	Periodo de datos			Ecuación	r	N_1	$ t_c $	t_t	Obs.	Jerarquía de uso
	X1: Estación Alao	X2: Estación San Pablo	Y: Estación Saposa							
22	2004-2021	2004-2021	2002-2021	$Y = 94.6358 + 0.0736*X1 + 0.2416*X2$	0.2712	195	3.9143	1.9723	S (0.05)	13
23	2005-2021	2005-2021	2002-2021	$Y = 80.7907 + 0.2231*X1 + 0.1775*X2$	0.3593	183	5.1798	1.9732	S (0.05)	4
24	2006-2021	2006-2021	2002-2021	$Y = 76.4520 + 0.2475*X1 + 0.1843*X2$	0.3895	171	5.4977	1.9741	S (0.05)	2
25	2007-2021	2007-2021	2002-2021	$Y = 92.0751 + 0.2401*X1 + 0.0277*X2$	0.2811	159	3.6702	1.9752	S (0.05)	16
26	2008-2021	2008-2021	2002-2021	$Y = 87.3773 + 0.0976*X1 + 0.2333*X2$	0.2902	147	3.6516	1.9765	S (0.05)	17
27	2009-2021	2009-2021	2002-2021	$Y = 75.0119 + 0.2485*X1 + 0.1606*X2$	0.3700	135	4.5930	1.9780	S (0.05)	6
28	2010-2021	2010-2021	2002-2021	$Y = 76.3034 + 0.3050*X1 + 0.0618*X2$	0.3699	123	4.3795	1.9798	S (0.05)	8
29	2011-2021	2011-2021	2002-2021	$Y = 80.2652 + 0.0339*X1 + 0.3348*X2$	0.3475	111	3.8691	1.9820	S (0.05)	15
30	2012-2021	2012-2021	2002-2021	$Y = 74.5605 + 0.3122*X1 + 0.0710*X2$	0.3874	99	4.1386	1.9847	S (0.05)	10
31	2013-2021	2013-2021	2002-2021	$Y = 109.4543 + 0.1886*X1 - 0.0727*X2$	0.1592	87	1.4867	1.9883	NS	32
32	2014-2021	2014-2021	2002-2021	$Y = 95.5019 + 0.1060*X1 + 0.1343*X2$	0.2204	75	1.9306	1.9930	NS	27
33	2015-2021	2015-2021	2002-2021	$Y = 78.1027 + 0.2428*X1 + 0.0841*X2$	0.3320	63	2.7489	1.9996	S (0.05)	23
34	2016-2021	2016-2021	2002-2021	$Y = 101.2107 + 0.2595*X1 - 0.1194*X2$	0.2255	51	1.6202	2.0096	NS	30
35	2017-2021	2017-2021	2002-2021	$Y = 131.7951 - 0.2244*X1 + 0.1960*X2$	0.1886	39	1.1682	2.0262	NS	35
36	2018-2021	2018-2021	2002-2021	$Y = 84.2087 + 0.2872*X1 + 0.0277*X2$	0.2918	27	1.5254	2.0595	NS	31
37	2019-2021	2019-2021	2002-2021	$Y = 82.1412 + 0.5902*X1 - 0.4908*X2$	0.4242	15	1.6890	2.1604	NS	29

Nota. NS = No significativo. S (0.05) = Significativo al 95% de probabilidad o 5% de significancia

Tabla 45

Evaluación de parámetros estadísticos para completación de datos de temperatura media mensual - Estación Alao

Ítem	Periodo de datos			Ecuación	r	N ₁	t _c	t _t	Obs.	Jerarquía de uso
	X1: Estación San Pablo	X2: Estación Saposoa	Y: Estación Alao							
1	2002-2021	2002-2021	2018-2021	Y = 24.7772 - 1.1824*X1 + 1.2483*X2	0.2752	7	0.6401	2.5706	NS	37
2	2002-2021	2002-2021	2017-2021	Y = 9.6294 + 1.2192*X1 - 0.6032*X2	0.7162	19	4.2312	2.1098	S (0.05)	29
3	2002-2021	2002-2021	2016-2021	Y = 15.7345 - 0.0033*X1 + 0.3914*X2	0.4370	31	2.6164	2.0452	S (0.05)	35
4	2002-2021	2002-2021	2015-2021	Y = 14.1337 + 0.4638*X1 - 0.0157*X2	0.4802	43	3.5054	2.0195	S (0.05)	31
5	2002-2021	2002-2021	2014-2021	Y = 9.8089 + 0.4490*X1 + 0.1659*X2	0.5588	54	4.8590	2.0066	S (0.05)	24
6	2002-2021	2002-2021	2013-2021	Y = 11.7845 + 0.1451*X1 + 0.3933*X2	0.4870	65	4.4257	1.9983	S (0.05)	27
7	2002-2021	2002-2021	2012-2021	Y = 11.0179 - 0.0635*X1 + 0.6273*X2	0.6038	77	6.5598	1.9921	S (0.05)	10
8	2002-2021	2002-2021	2011-2021	Y = 7.9932 + 0.8269*X1 - 0.1542*X2	0.6225	89	7.4190	1.9876	S (0.05)	7
9	2002-2021	2002-2021	2010-2021	Y = 12.8748 + 0.2237*X1 + 0.2648*X2	0.4494	101	5.0054	1.9842	S (0.05)	23
10	2002-2021	2002-2021	2009-2021	Y = 8.8352 - 0.1380*X1 + 0.7781*X2	0.6171	113	8.2624	1.9816	S (0.05)	3
11	2002-2021	2002-2021	2008-2021	Y = 9.9783 - 0.1333*X1 + 0.7322*X2	0.5666	125	7.6262	1.9794	S (0.05)	5
12	2002-2021	2002-2021	2007-2021	Y = 12.1013 + 0.1816*X1 + 0.3341*X2	0.4653	137	6.1078	1.9777	S (0.05)	16
13	2002-2021	2002-2021	2006-2021	Y = 11.8193 + 0.2106*X1 + 0.3135*X2	0.4624	149	6.3229	1.9762	S (0.05)	14
14	2002-2021	2002-2021	2005-2021	Y = 9.0181 + 0.3307*X1 + 0.2982*X2	0.5432	161	8.1580	1.9750	S (0.05)	4
15	2002-2021	2002-2021	2004-2021	Y = 12.2691 + 0.3303*X1 + 0.1753*X2	0.4374	173	6.3605	1.9739	S (0.05)	12
16	2002-2021	2002-2021	2003-2021	Y = 12.6473 + 0.1799*X1 + 0.3121*X2	0.4217	183	6.2569	1.9732	S (0.05)	15
17	2002-2021	2002-2021	2002-2021	Y = 0.1647 + 0.5937*X1 + 0.3620*X2	0.7793	195	17.2766	1.9723	S (0.05)	1
18	2003-2021	2003-2021	2002-2021	Y = 11.1267 + 0.2947*X1 + 0.2515*X2	0.4395	196	6.8150	1.9723	S (0.05)	8
19	2004-2021	2004-2021	2002-2021	Y = 11.5630 + 0.2101*X1 + 0.3192*X2	0.4335	201	6.7860	1.9720	S (0.05)	9
20	2005-2021	2005-2021	2002-2021	Y = 7.2908 + 0.3562*X1 + 0.3311*X2	0.5291	189	8.5266	1.9727	S (0.05)	2
21	2006-2021	2006-2021	2002-2021	Y = 11.5213 + 0.1934*X1 + 0.3366*X2	0.4133	177	6.0043	1.9736	S (0.05)	17

Ítem	Periodo de datos			Ecuación	r	N_1	$ t_c $	t_t	Obs.	Jerarquía de uso
	X1: Estación San Pablo	X2: Estación Saposoa	Y: Estación Alao							
22	2007-2021	2007-2021	2002-2021	$Y = 10.5819 + 0.2126*X1 + 0.3507*X2$	0.4438	165	6.3228	1.9746	S (0.05)	13
23	2008-2021	2008-2021	2002-2021	$Y = 11.2031 + 0.1861*X1 + 0.3530*X2$	0.4221	154	5.7404	1.9757	S (0.05)	20
24	2009-2021	2009-2021	2002-2021	$Y = 11.7674 + 0.1479*X1 + 0.3696*X2$	0.4198	143	5.4922	1.9769	S (0.05)	21
25	2010-2021	2010-2021	2002-2021	$Y = 9.6841 + 0.1880*X1 + 0.4060*X2$	0.4562	131	5.8226	1.9785	S (0.05)	19
26	2011-2021	2011-2021	2002-2021	$Y = 12.0537 + 0.0749*X1 + 0.4339*X2$	0.4029	119	4.7616	1.9804	S (0.05)	25
27	2012-2021	2012-2021	2002-2021	$Y = 12.5327 + 0.0814*X1 + 0.4077*X2$	0.3931	107	4.3807	1.9828	S (0.05)	28
28	2013-2021	2013-2021	2002-2021	$Y = 18.0186 + 0.0088*X1 + 0.2752*X2$	0.2719	95	2.7248	1.9858	S (0.05)	33
29	2014-2021	2014-2021	2002-2021	$Y = 6.9507 + 0.2644*X1 + 0.4318*X2$	0.4487	83	4.5187	1.9897	S (0.05)	26
30	2015-2021	2015-2021	2002-2021	$Y = 9.1503 + 0.2518*X1 + 0.3613*X2$	0.3789	71	3.4010	1.9949	S (0.05)	32
31	2016-2021	2016-2021	2002-2021	$Y = 15.3409 + 0.0544*X1 + 0.3286*X2$	0.3324	59	2.6609	2.0025	S (0.05)	34
32	2017-2021	2017-2021	2002-2021	$Y = 12.1595 - 0.5767*X1 + 1.0917*X2$	0.6613	47	5.9139	2.0141	S (0.05)	18
33	2018-2021	2018-2021	2002-2021	$Y = 14.8673 - 0.4769*X1 + 0.8918*X2$	0.6576	35	5.0143	2.0345	S (0.05)	22
34	2019-2021	2019-2021	2002-2021	$Y = -0.9146 - 0.0347*X1 + 1.0316*X2$	0.8409	25	7.4517	2.0687	S (0.05)	6
35	2020-2021	2020-2021	2002-2021	$Y = 5.4997 + 0.0803*X1 + 0.6730*X2$	0.8923	13	6.5555	2.2010	S (0.05)	11
36	2021-2021	2021-2021	2002-2021	$Y = 37.5470 - 1.4962*X1 + 1.0467*X2$	0.7832	10	3.5628	2.3060	S (0.05)	30

Nota. NS = No significativo. S (0.05) = Significativo al 95% de probabilidad o 5% de significancia

Tabla 46

Evaluación de parámetros estadísticos para completación de datos de temperatura media mensual - Estación San Pablo

Ítem	Periodo de datos			Ecuación	r	N ₁	t _c	t _t	Obs.	Jerarquía de uso
	X1: Estación Alao	X2: Estación Saposoa	Y: Estación San Pablo							
1	2002-2021	2002-2021	2021-2021	Y = 21.6195 - 0.4228*X1 + 0.5976*X2	0.6603	10	2.4868	2.3060	S (0.05)	30
2	2002-2021	2002-2021	2020-2021	Y = 16.2105 + 1.3413*X1 - 0.9042*X2	0.7785	13	4.1138	2.2010	S (0.05)	22
3	2002-2021	2002-2021	2019-2021	Y = 21.9702 + 0.5904*X1 - 0.3808*X2	0.5291	25	2.9903	2.0687	S (0.05)	25
4	2002-2021	2002-2021	2018-2021	Y = 24.3371 + 0.1277*X1 - 0.0219*X2	0.1895	37	1.1418	2.0301	NS	37
5	2002-2021	2002-2021	2017-2021	Y = 24.1887 + 0.0085*X1 + 0.0990*X2	0.2152	49	1.5107	2.0117	NS	34
6	2002-2021	2002-2021	2016-2021	Y = 24.5099 - 0.1701*X1 + 0.2619*X2	0.1686	60	1.3027	2.0017	NS	35
7	2002-2021	2002-2021	2015-2021	Y = 21.7713 + 0.0268*X1 + 0.1752*X2	0.3072	72	2.7008	1.9944	S (0.05)	26
8	2002-2021	2002-2021	2014-2021	Y = 22.7159 + 0.1938*X1 - 0.0243*X2	0.2819	84	2.6606	1.9893	S (0.05)	27
9	2002-2021	2002-2021	2013-2021	Y = 23.9568 - 0.0696*X1 + 0.1862*X2	0.1313	95	1.2773	1.9858	NS	36
10	2002-2021	2002-2021	2012-2021	Y = 21.3547 - 0.0868*X1 + 0.2996*X2	0.2401	107	2.5344	1.9828	S (0.05)	29
11	2002-2021	2002-2021	2011-2021	Y = 22.0766 + 0.0435*X1 + 0.1444*X2	0.2098	119	2.3210	1.9804	S (0.05)	31
12	2002-2021	2002-2021	2010-2021	Y = 19.2274 + 0.1171*X1 + 0.1811*X2	0.3320	131	3.9975	1.9785	S (0.05)	23
13	2002-2021	2002-2021	2009-2021	Y = 18.1345 - 0.0386*X1 + 0.3709*X2	0.3634	143	4.6318	1.9769	S (0.05)	19
14	2002-2021	2002-2021	2008-2021	Y = 17.0563 + 0.0011*X1 + 0.3716*X2	0.3956	155	5.3279	1.9756	S (0.05)	16
15	2002-2021	2002-2021	2007-2021	Y = 17.2007 + 0.1315*X1 + 0.2397*X2	0.3912	167	5.4602	1.9744	S (0.05)	14
16	2002-2021	2002-2021	2006-2021	Y = 16.2081 + 0.0743*X1 + 0.3314*X2	0.4156	179	6.0791	1.9735	S (0.05)	9
17	2002-2021	2002-2021	2005-2021	Y = 13.7861 + 0.2600*X1 + 0.2426*X2	0.5210	189	8.3469	1.9727	S (0.05)	2
18	2002-2021	2002-2021	2004-2021	Y = 16.7617 + 0.2286*X1 + 0.1597*X2	0.3899	203	6.0029	1.9718	S (0.05)	11
19	2002-2021	2002-2021	2003-2021	Y = 15.4267 + 0.2094*X1 + 0.2282*X2	0.4313	196	6.6585	1.9723	S (0.05)	6
20	2002-2021	2002-2021	2002-2021	Y = 7.1058 + 0.5175*X1 + 0.2423*X2	0.7587	195	16.1798	1.9723	S (0.05)	1
21	2003-2021	2003-2021	2002-2021	Y = 17.1642 + 0.2866*X1 + 0.0869*X2	0.3658	183	5.2878	1.9732	S (0.05)	17

Ítem	Periodo de datos			Ecuación	r	N_1	$ t_c $	t_t	Obs.	Jerarquía de uso
	X1: Estación Alao	X2: Estación Saposoa	Y: Estación San Pablo							
22	2004-2021	2004-2021	2002-2021	$Y = 16.3917 + 0.4019*X1 + 0.0029*X2$	0.4208	171	6.0303	1.9741	S (0.05)	10
23	2005-2021	2005-2021	2002-2021	$Y = 15.9098 + 0.5501*X1 - 0.1237*X2$	0.5103	159	7.4350	1.9752	S (0.05)	4
24	2006-2021	2006-2021	2002-2021	$Y = 14.7894 + 0.3850*X1 + 0.0784*X2$	0.4252	148	5.6764	1.9763	S (0.05)	13
25	2007-2021	2007-2021	2002-2021	$Y = 15.1801 + 0.3987*X1 + 0.0469*X2$	0.4702	136	6.1672	1.9778	S (0.05)	8
26	2008-2021	2008-2021	2002-2021	$Y = 15.8498 + 0.4660*X1 - 0.0439*X2$	0.4417	125	5.4602	1.9794	S (0.05)	15
27	2009-2021	2009-2021	2002-2021	$Y = 11.4903 + 0.4518*X1 + 0.1315*X2$	0.5712	113	7.3317	1.9816	S (0.05)	5
28	2010-2021	2010-2021	2002-2021	$Y = 12.4735 + 0.3342*X1 + 0.2072*X2$	0.5045	101	5.8138	1.9842	S (0.05)	12
29	2011-2021	2011-2021	2002-2021	$Y = 9.5392 + 0.5411*X1 + 0.1160*X2$	0.6403	89	7.7752	1.9876	S (0.05)	3
30	2012-2021	2012-2021	2002-2021	$Y = 9.1362 + 0.4889*X1 + 0.1803*X2$	0.5890	77	6.3119	1.9921	S (0.05)	7
31	2013-2021	2013-2021	2002-2021	$Y = 15.9457 + 0.4340*X1 - 0.0250*X2$	0.4805	65	4.3488	1.9983	S (0.05)	21
32	2014-2021	2014-2021	2002-2021	$Y = 11.9684 + 0.4645*X1 + 0.0927*X2$	0.5757	53	5.0281	2.0076	S (0.05)	18
33	2015-2021	2015-2021	2002-2021	$Y = 13.2522 + 0.5293*X1 - 0.0162*X2$	0.4854	41	3.4672	2.0227	S (0.05)	24
34	2016-2021	2016-2021	2002-2021	$Y = 12.5725 + 0.0433*X1 + 0.4847*X2$	0.4513	29	2.6279	2.0518	S (0.05)	28
35	2017-2021	2017-2021	2002-2021	$Y = -0.6534 - 0.0378*X1 + 1.0593*X2$	0.7567	17	4.4828	2.1314	S (0.05)	20
36	2018-2021	2018-2021	2002-2021	$Y = 8.8645 - 0.8119*X1 + 1.4656*X2$	0.5616	7	1.5177	2.5706	NS	33

Nota. NS = No significativo. S (0.05) = Significativo al 95% de probabilidad o 5% de significancia

Tabla 47

Evaluación de parámetros estadísticos para completación de datos de temperatura media mensual - Estación Saposoa

Ítem	Periodo de datos			Ecuación	r	N_1	$ t_c $	t_t	Obs.	Jerarquía de uso
	X1: Estación Alao	X2: Estación San Pablo	Y: Estación Saposoa							
1	2002-2021	2002-2021	2020-2021	$Y = -35.9071 - 2.1429*X1 + 4.4286*X2$	0.9776	4	6.5688	4.3027	S (0.05)	11
2	2002-2021	2002-2021	2019-2021	$Y = 9.7705 + 0.2895*X1 + 0.3532*X2$	0.6861	13	3.1279	2.2010	S (0.05)	36
3	2002-2021	2002-2021	2018-2021	$Y = 18.3926 + 2.0846*X1 - 1.7039*X2$	0.6313	20	3.4536	2.1009	S (0.05)	33
4	2002-2021	2002-2021	2017-2021	$Y = 8.7141 + 0.3090*X1 + 0.3742*X2$	0.7504	30	6.0073	2.0484	S (0.05)	16
5	2002-2021	2002-2021	2016-2021	$Y = 12.7786 - 0.2248*X1 + 0.7345*X2$	0.4989	42	3.6408	2.0211	S (0.05)	32
6	2002-2021	2002-2021	2015-2021	$Y = 18.9626 + 0.6233*X1 - 0.3150*X2$	0.4314	54	3.4482	2.0066	S (0.05)	34
7	2002-2021	2002-2021	2014-2021	$Y = 15.9625 + 0.3531*X1 + 0.0572*X2$	0.4751	66	4.3194	1.9977	S (0.05)	29
8	2002-2021	2002-2021	2013-2021	$Y = 22.4591 + 0.6222*X1 - 0.4464*X2$	0.3484	78	3.2403	1.9917	S (0.05)	35
9	2002-2021	2002-2021	2012-2021	$Y = 14.8200 + 0.0004*X1 + 0.4405*X2$	0.4262	90	4.4196	1.9873	S (0.05)	27
10	2002-2021	2002-2021	2011-2021	$Y = 19.5375 + 0.5271*X1 - 0.2416*X2$	0.3812	102	4.1233	1.9840	S (0.05)	31
11	2002-2021	2002-2021	2010-2021	$Y = 17.9106 + 0.4328*X1 - 0.0894*X2$	0.4176	114	4.8639	1.9814	S (0.05)	24
12	2002-2021	2002-2021	2009-2021	$Y = 18.1898 + 0.4388*X1 - 0.1056*X2$	0.3919	126	4.7435	1.9793	S (0.05)	26
13	2002-2021	2002-2021	2008-2021	$Y = 19.0189 + 0.5124*X1 - 0.2046*X2$	0.4269	138	5.5053	1.9776	S (0.05)	19
14	2002-2021	2002-2021	2007-2021	$Y = 19.7887 + 0.4189*X1 - 0.1450*X2$	0.3744	149	4.8954	1.9762	S (0.05)	23
15	2002-2021	2002-2021	2006-2021	$Y = 18.3782 + 0.3210*X1 + 0.0001*X2$	0.3664	161	4.9654	1.9750	S (0.05)	22
16	2002-2021	2002-2021	2005-2021	$Y = 18.8809 + 0.5864*X1 - 0.2727*X2$	0.4867	172	7.2642	1.9740	S (0.05)	8
17	2002-2021	2002-2021	2004-2021	$Y = 19.0944 + 0.3677*X1 - 0.0717*X2$	0.3581	184	5.1742	1.9731	S (0.05)	21
18	2002-2021	2002-2021	2003-2021	$Y = 18.5458 + 0.3149*X1 - 0.0010*X2$	0.3622	187	5.2853	1.9729	S (0.05)	20
19	2002-2021	2002-2021	2002-2021	$Y = 8.3551 + 0.3934*X1 + 0.3021*X2$	0.6890	195	13.2070	1.9723	S (0.05)	1
20	2003-2021	2003-2021	2002-2021	$Y = 14.3670 + 0.3064*X1 + 0.1613*X2$	0.4544	195	7.0866	1.9723	S (0.05)	9
21	2004-2021	2004-2021	2002-2021	$Y = 15.6627 + 0.3571*X1 + 0.0636*X2$	0.4284	193	6.5523	1.9725	S (0.05)	12

Ítem	Periodo de datos			Ecuación	r	N_1	$ t_c $	t_t	Obs.	Jerarquía de uso
	X1: Estación Alao	X2: Estación San Pablo	Y: Estación Saposoá							
22	2005-2021	2005-2021	2002-2021	$Y = 11.1129 + 0.3670 \cdot X1 + 0.2224 \cdot X2$	0.5405	181	8.5951	1.9733	S (0.05)	5
23	2006-2021	2006-2021	2002-2021	$Y = 13.1174 + 0.3768 \cdot X1 + 0.1391 \cdot X2$	0.4998	169	7.4570	1.9743	S (0.05)	7
24	2007-2021	2007-2021	2002-2021	$Y = 13.4277 + 0.3847 \cdot X1 + 0.1200 \cdot X2$	0.4858	157	6.9195	1.9754	S (0.05)	10
25	2008-2021	2008-2021	2002-2021	$Y = 11.9168 + 0.5568 \cdot X1 + 0.0105 \cdot X2$	0.5944	145	8.8389	1.9767	S (0.05)	3
26	2009-2021	2009-2021	2002-2021	$Y = 11.0099 + 0.5662 \cdot X1 + 0.0335 \cdot X2$	0.6292	133	9.2655	1.9782	S (0.05)	2
27	2010-2021	2010-2021	2002-2021	$Y = 12.0736 + 0.4275 \cdot X1 + 0.1254 \cdot X2$	0.5050	121	6.3825	1.9801	S (0.05)	15
28	2011-2021	2011-2021	2002-2021	$Y = 12.7753 + 0.6963 \cdot X1 - 0.1570 \cdot X2$	0.6147	109	8.0614	1.9824	S (0.05)	6
29	2012-2021	2012-2021	2002-2021	$Y = 10.7974 + 0.7365 \cdot X1 - 0.1246 \cdot X2$	0.6649	97	8.6763	1.9853	S (0.05)	4
30	2013-2021	2013-2021	2002-2021	$Y = 13.1379 + 0.5824 \cdot X1 - 0.0681 \cdot X2$	0.5813	85	6.5085	1.9890	S (0.05)	13
31	2014-2021	2014-2021	2002-2021	$Y = 17.2506 + 0.8208 \cdot X1 - 0.4499 \cdot X2$	0.6033	74	6.4189	1.9935	S (0.05)	14
32	2015-2021	2015-2021	2002-2021	$Y = 17.9688 + 0.8310 \cdot X1 - 0.4861 \cdot X2$	0.5908	63	5.7191	1.9996	S (0.05)	17
33	2016-2021	2016-2021	2002-2021	$Y = 23.5295 + 0.8193 \cdot X1 - 0.6826 \cdot X2$	0.5700	51	4.8561	2.0096	S (0.05)	25
34	2017-2021	2017-2021	2002-2021	$Y = 10.9845 + 0.9924 \cdot X1 - 0.3849 \cdot X2$	0.6757	39	5.5755	2.0262	S (0.05)	18
35	2018-2021	2018-2021	2002-2021	$Y = 21.4894 + 0.9492 \cdot X1 - 0.7279 \cdot X2$	0.6551	27	4.3353	2.0595	S (0.05)	28
36	2019-2021	2019-2021	2002-2021	$Y = 28.4216 + 1.0748 \cdot X1 - 1.0987 \cdot X2$	0.7611	15	4.2307	2.1604	S (0.05)	30

Nota. NS = No significativo. S (0.05) = Significativo al 95% de probabilidad o 5% de significancia

Tabla 48

Evaluación de parámetros estadísticos para completación de datos de temperatura máxima promedio mensual - Estación Alao

Ítem	Periodo de datos			Ecuación	r	N ₁	t _c	t _t	Obs.	Jerarquía de uso
	X1: Estación San Pablo	X2: Estación Saposoa	Y: Estación Alao							
1	2002-2021	2002-2021	2018-2021	Y = 44.9172 + 0.0995*X1 - 0.4608*X2	0.4697	7	1.1897	2.5706	NS	36
2	2002-2021	2002-2021	2017-2021	Y = 23.8643 + 0.7571*X1 - 0.4852*X2	0.3980	19	1.7888	2.1098	NS	31
3	2002-2021	2002-2021	2016-2021	Y = 27.7501 + 0.5235*X1 - 0.3753*X2	0.2438	31	1.3538	2.0452	NS	35
4	2002-2021	2002-2021	2015-2021	Y = 22.3527 + 0.2391*X1 + 0.0748*X2	0.3848	43	2.6695	2.0195	S (0.05)	26
5	2002-2021	2002-2021	2014-2021	Y = 21.1539 + 0.3087*X1 + 0.0460*X2	0.3346	54	2.5604	2.0066	S (0.05)	27
6	2002-2021	2002-2021	2013-2021	Y = 24.5642 + 0.0568*X1 + 0.1880*X2	0.2354	65	1.9225	1.9983	NS	30
7	2002-2021	2002-2021	2012-2021	Y = 17.0836 - 0.1949*X1 + 0.6661*X2	0.5295	77	5.4056	1.9921	S (0.05)	13
8	2002-2021	2002-2021	2011-2021	Y = 16.6041 + 0.5412*X1 - 0.0560*X2	0.4877	89	5.2107	1.9876	S (0.05)	15
9	2002-2021	2002-2021	2010-2021	Y = 22.9398 + 0.5398*X1 - 0.2515*X2	0.3231	101	3.3970	1.9842	S (0.05)	22
10	2002-2021	2002-2021	2009-2021	Y = 16.0099 + 0.5178*X1 - 0.0185*X2	0.5162	113	6.3499	1.9816	S (0.05)	6
11	2002-2021	2002-2021	2008-2021	Y = 15.8217 + 0.3667*X1 + 0.1393*X2	0.4915	125	6.2592	1.9794	S (0.05)	7
12	2002-2021	2002-2021	2007-2021	Y = 17.8073 + 0.3858*X1 + 0.0564*X2	0.4165	137	5.3230	1.9777	S (0.05)	14
13	2002-2021	2002-2021	2006-2021	Y = 18.4011 + 0.5348*X1 - 0.1153*X2	0.4798	149	6.6303	1.9762	S (0.05)	5
14	2002-2021	2002-2021	2005-2021	Y = 15.7487 + 0.5342*X1 - 0.0340*X2	0.5529	161	8.3670	1.9750	S (0.05)	2
15	2002-2021	2002-2021	2004-2021	Y = 20.5434 + 0.3209*X1 + 0.0324*X2	0.3848	173	5.4517	1.9739	S (0.05)	12
16	2002-2021	2002-2021	2003-2021	Y = 20.2139 + 0.3168*X1 + 0.0449*X2	0.3994	183	5.8612	1.9732	S (0.05)	10
17	2002-2021	2002-2021	2002-2021	Y = 2.6867 + 0.4704*X1 + 0.4248*X2	0.8878	195	26.7990	1.9723	S (0.05)	1
18	2003-2021	2003-2021	2002-2021	Y = 19.3888 + 0.2772*X1 + 0.1082*X2	0.3986	196	6.0535	1.9723	S (0.05)	9
19	2004-2021	2004-2021	2002-2021	Y = 19.7586 + 0.3130*X1 + 0.0584*X2	0.4040	201	6.2302	1.9720	S (0.05)	8
20	2005-2021	2005-2021	2002-2021	Y = 15.7149 + 0.3442*X1 + 0.1488*X2	0.4994	189	7.8825	1.9727	S (0.05)	3
21	2006-2021	2006-2021	2002-2021	Y = 18.4114 + 0.1161*X1 + 0.2988*X2	0.3914	177	5.6266	1.9736	S (0.05)	11

Ítem	Periodo de datos			Ecuación	r	N ₁	t _c	t _t	Obs.	Jerarquía de uso
	X1: Estación San Pablo	X2: Estación Saposa	Y: Estación Alao							
22	2007-2021	2007-2021	2002-2021	Y = 20.1417 + 0.1873*X1 + 0.1712*X2	0.3595	165	4.9186	1.9746	S (0.05)	16
23	2008-2021	2008-2021	2002-2021	Y = 15.5788 + 0.1663*X1 + 0.3317*X2	0.4821	154	6.7842	1.9757	S (0.05)	4
24	2009-2021	2009-2021	2002-2021	Y = 19.5373 + 0.1394*X1 + 0.2362*X2	0.3813	143	4.8977	1.9769	S (0.05)	17
25	2010-2021	2010-2021	2002-2021	Y = 21.0230 - 0.0626*X1 + 0.3978*X2	0.3607	131	4.3925	1.9785	S (0.05)	19
26	2011-2021	2011-2021	2002-2021	Y = 17.5485 + 0.1327*X1 + 0.3046*X2	0.4125	119	4.8980	1.9804	S (0.05)	18
27	2012-2021	2012-2021	2002-2021	Y = 22.1201 + 0.1011*X1 + 0.1936*X2	0.2745	107	2.9252	1.9828	S (0.05)	25
28	2013-2021	2013-2021	2002-2021	Y = 22.1270 - 0.2032*X1 + 0.5095*X2	0.4104	95	4.3401	1.9858	S (0.05)	20
29	2014-2021	2014-2021	2002-2021	Y = 20.4818 + 0.0961*X1 + 0.2476*X2	0.3252	83	3.0950	1.9897	S (0.05)	24
30	2015-2021	2015-2021	2002-2021	Y = 23.1032 + 0.1495*X1 + 0.1111*X2	0.2445	71	2.0945	1.9949	S (0.05)	29
31	2016-2021	2016-2021	2002-2021	Y = 26.2456 + 0.0032*X1 + 0.1659*X2	0.1786	59	1.3704	2.0025	NS	34
32	2017-2021	2017-2021	2002-2021	Y = 24.8171 - 0.1297*X1 + 0.3499*X2	0.2492	47	1.7261	2.0141	NS	32
33	2018-2021	2018-2021	2002-2021	Y = 23.3395 - 0.2274*X1 + 0.4972*X2	0.3482	35	2.1338	2.0345	S (0.05)	28
34	2019-2021	2019-2021	2002-2021	Y = 36.5144 - 1.0711*X1 + 0.9724*X2	0.5468	25	3.1321	2.0687	S (0.05)	23
35	2020-2021	2020-2021	2002-2021	Y = 17.9084 - 0.1513*X1 + 0.5821*X2	0.7236	13	3.4770	2.2010	S (0.05)	21
36	2021-2021	2021-2021	2002-2021	Y = 28.9005 - 0.7279*X1 + 0.8422*X2	0.5172	10	1.7092	2.3060	NS	33

Nota. NS = No significativo. S (0.05) = Significativo al 95% de probabilidad o 5% de significancia

Tabla 49

Evaluación de parámetros estadísticos para completación de datos de temperatura máxima promedio mensual - Estación San Pablo

Ítem	Periodo de datos			Ecuación	r	N ₁	t _c	t _t	Obs.	Jerarquía de uso
	X1: Estación Alao	X2: Estación Saposa	Y: Estación San Pablo							
1	2002-2021	2002-2021	2021-2021	Y = 14.6349 - 0.6886*X1 + 1.2877*X2	0.7140	10	2.8844	2.3060	S (0.05)	26
2	2002-2021	2002-2021	2020-2021	Y = 12.1151 + 0.2433*X1 + 0.4519*X2	0.6992	13	3.2437	2.2010	S (0.05)	23
3	2002-2021	2002-2021	2019-2021	Y = 30.9314 - 0.3236*X1 + 0.4253*X2	0.3167	25	1.6013	2.0687	NS	32
4	2002-2021	2002-2021	2018-2021	Y = 29.9161 - 0.0174*X1 + 0.1538*X2	0.2415	37	1.4723	2.0301	NS	34
5	2002-2021	2002-2021	2017-2021	Y = 29.8246 - 0.2524*X1 + 0.3870*X2	0.3640	49	2.6793	2.0117	S (0.05)	28
6	2002-2021	2002-2021	2016-2021	Y = 30.7438 - 0.0409*X1 + 0.1493*X2	0.1399	60	1.0760	2.0017	NS	35
7	2002-2021	2002-2021	2015-2021	Y = 23.7576 - 0.4606*X1 + 0.7702*X2	0.4770	72	4.5407	1.9944	S (0.05)	21
8	2002-2021	2002-2021	2014-2021	Y = 20.5269 - 0.3415*X1 + 0.7472*X2	0.4776	84	4.9226	1.9893	S (0.05)	14
9	2002-2021	2002-2021	2013-2021	Y = 26.5687 - 0.2832*X1 + 0.5024*X2	0.2905	95	2.9277	1.9858	S (0.05)	25
10	2002-2021	2002-2021	2012-2021	Y = 23.3125 - 0.4043*X1 + 0.7198*X2	0.4119	107	4.6319	1.9828	S (0.05)	19
11	2002-2021	2002-2021	2011-2021	Y = 19.2429 - 0.0100*X1 + 0.4540*X2	0.4087	119	4.8438	1.9804	S (0.05)	15
12	2002-2021	2002-2021	2010-2021	Y = 24.8976 - 0.0033*X1 + 0.2731*X2	0.2512	131	2.9476	1.9785	S (0.05)	24
13	2002-2021	2002-2021	2009-2021	Y = 19.5427 + 0.0718*X1 + 0.3618*X2	0.3684	143	4.7055	1.9769	S (0.05)	17
14	2002-2021	2002-2021	2008-2021	Y = 17.4538 + 0.4777*X1 + 0.0234*X2	0.4388	155	6.0402	1.9756	S (0.05)	8
15	2002-2021	2002-2021	2007-2021	Y = 19.9857 + 0.3102*X1 + 0.1083*X2	0.3481	167	4.7697	1.9744	S (0.05)	16
16	2002-2021	2002-2021	2006-2021	Y = 21.3155 + 0.3644*X1 + 0.0119*X2	0.3300	179	4.6509	1.9735	S (0.05)	18
17	2002-2021	2002-2021	2005-2021	Y = 15.6789 + 0.6022*X1 - 0.0515*X2	0.5033	189	7.9649	1.9727	S (0.05)	3
18	2002-2021	2002-2021	2004-2021	Y = 18.1107 + 0.5161*X1 - 0.0434*X2	0.4129	203	6.4273	1.9718	S (0.05)	7
19	2002-2021	2002-2021	2003-2021	Y = 19.5008 + 0.5154*X1 - 0.0880*X2	0.3868	196	5.8422	1.9723	S (0.05)	10
20	2002-2021	2002-2021	2002-2021	Y = 1.2523 + 0.8844*X1 + 0.1077*X2	0.8384	195	21.3692	1.9723	S (0.05)	1
21	2003-2021	2003-2021	2002-2021	Y = 17.9234 + 0.4296*X1 + 0.0417*X2	0.3995	183	5.8629	1.9732	S (0.05)	9

Ítem	Periodo de datos			Ecuación	r	N ₁	t _c	t _t	Obs.	Jerarquía de uso
	X1: Estación Alao	X2: Estación Saposa	Y: Estación San Pablo							
22	2004-2021	2004-2021	2002-2021	Y = 18.7160 + 0.3839*X1 + 0.0593*X2	0.3809	171	5.3554	1.9741	S (0.05)	13
23	2005-2021	2005-2021	2002-2021	Y = 13.9116 + 0.6234*X1 - 0.0336*X2	0.5554	159	8.3685	1.9752	S (0.05)	2
24	2006-2021	2006-2021	2002-2021	Y = 15.5941 + 0.4774*X1 + 0.0577*X2	0.4891	148	6.7755	1.9763	S (0.05)	4
25	2007-2021	2007-2021	2002-2021	Y = 19.3413 + 0.3617*X1 + 0.0533*X2	0.4251	136	5.4366	1.9778	S (0.05)	12
26	2008-2021	2008-2021	2002-2021	Y = 15.3412 + 0.2417*X1 + 0.2933*X2	0.5124	125	6.6175	1.9794	S (0.05)	5
27	2009-2021	2009-2021	2002-2021	Y = 14.2089 + 0.4106*X1 + 0.1597*X2	0.5242	113	6.4852	1.9816	S (0.05)	6
28	2010-2021	2010-2021	2002-2021	Y = 19.9599 + 0.0839*X1 + 0.3041*X2	0.3780	101	4.0625	1.9842	S (0.05)	22
29	2011-2021	2011-2021	2002-2021	Y = 14.1064 + 0.3142*X1 + 0.2545*X2	0.5250	89	5.7536	1.9876	S (0.05)	11
30	2012-2021	2012-2021	2002-2021	Y = 17.8352 + 0.5359*X1 - 0.0822*X2	0.4661	77	4.5624	1.9921	S (0.05)	20
31	2013-2021	2013-2021	2002-2021	Y = 23.1823 + 0.0391*X1 + 0.2439*X2	0.3127	65	2.6130	1.9983	S (0.05)	29
32	2014-2021	2014-2021	2002-2021	Y = 21.7758 + 0.2759*X1 + 0.0497*X2	0.3350	53	2.5391	2.0076	S (0.05)	30
33	2015-2021	2015-2021	2002-2021	Y = 17.9447 + 0.3032*X1 + 0.1413*X2	0.3497	41	2.3311	2.0227	S (0.05)	31
34	2016-2021	2016-2021	2002-2021	Y = 24.2289 + 0.2525*X1 - 0.0010*X2	0.2021	29	1.0723	2.0518	NS	36
35	2017-2021	2017-2021	2002-2021	Y = 21.5099 + 0.5533*X1 - 0.2176*X2	0.3724	17	1.5541	2.1314	NS	33
36	2018-2021	2018-2021	2002-2021	Y = 15.4080 - 0.9989*X1 + 1.5057*X2	0.7829	7	2.8138	2.5706	S (0.05)	27

Nota. NS = No significativo. S (0.05) = Significativo al 95% de probabilidad o 5% de significancia

Tabla 50

Evaluación de parámetros estadísticos para completación de datos de temperatura máxima promedio mensual - Estación Saposoa

Ítem	Periodo de datos			Ecuación	r	N ₁	t _c	t _t	Obs.	Jerarquía de uso
	X1: Estación Alao	X2: Estación San Pablo	Y: Estación Saposoa							
1	2002-2021	2002-2021	2020-2021	Y = 10.3652 + 3.3729*X1 - 2.5933*X2	0.8518	4	2.2995	4.3027	NS	33
2	2002-2021	2002-2021	2019-2021	Y = 15.0980 - 0.5111*X1 + 1.0567*X2	0.4194	13	1.5323	2.2010	NS	36
3	2002-2021	2002-2021	2018-2021	Y = 15.9929 + 0.6791*X1 - 0.1455*X2	0.4616	20	2.2077	2.1009	S (0.05)	34
4	2002-2021	2002-2021	2017-2021	Y = 17.4982 - 0.4907*X1 + 0.9615*X2	0.4811	30	2.9039	2.0484	S (0.05)	29
5	2002-2021	2002-2021	2016-2021	Y = 24.1862 - 0.5422*X1 + 0.8020*X2	0.4060	42	2.8098	2.0211	S (0.05)	30
6	2002-2021	2002-2021	2015-2021	Y = 19.6914 - 0.3286*X1 + 0.7278*X2	0.4086	54	3.2282	2.0066	S (0.05)	28
7	2002-2021	2002-2021	2014-2021	Y = 19.1820 - 0.1232*X1 + 0.5411*X2	0.3935	66	3.4243	1.9977	S (0.05)	26
8	2002-2021	2002-2021	2013-2021	Y = 20.1726 + 0.1970*X1 + 0.1921*X2	0.3644	78	3.4113	1.9917	S (0.05)	27
9	2002-2021	2002-2021	2012-2021	Y = 21.3784 - 0.2739*X1 + 0.6157*X2	0.3597	90	3.6163	1.9873	S (0.05)	25
10	2002-2021	2002-2021	2011-2021	Y = 16.4719 - 0.3872*X1 + 0.8741*X2	0.5402	102	6.4192	1.9840	S (0.05)	7
11	2002-2021	2002-2021	2010-2021	Y = 19.7410 - 0.1230*X1 + 0.5134*X2	0.3951	114	4.5517	1.9814	S (0.05)	18
12	2002-2021	2002-2021	2009-2021	Y = 17.5236 - 0.2374*X1 + 0.6925*X2	0.4736	126	5.9879	1.9793	S (0.05)	9
13	2002-2021	2002-2021	2008-2021	Y = 15.2530 + 0.1762*X1 + 0.3586*X2	0.5291	138	7.2715	1.9776	S (0.05)	2
14	2002-2021	2002-2021	2007-2021	Y = 21.1924 - 0.0492*X1 + 0.3950*X2	0.3669	149	4.7819	1.9762	S (0.05)	17
15	2002-2021	2002-2021	2006-2021	Y = 20.0203 + 0.2426*X1 + 0.1450*X2	0.4050	161	5.5854	1.9750	S (0.05)	11
16	2002-2021	2002-2021	2005-2021	Y = 18.8535 + 0.2151*X1 + 0.2080*X2	0.4355	172	6.3078	1.9740	S (0.05)	8
17	2002-2021	2002-2021	2004-2021	Y = 23.3633 + 0.0887*X1 + 0.1934*X2	0.2997	184	4.2380	1.9731	S (0.05)	20
18	2002-2021	2002-2021	2003-2021	Y = 22.4701 + 0.1605*X1 + 0.1499*X2	0.3339	187	4.8180	1.9729	S (0.05)	16
19	2002-2021	2002-2021	2002-2021	Y = 7.2404 + 0.6921*X1 + 0.0933*X2	0.8005	195	18.5555	1.9723	S (0.05)	1
20	2003-2021	2003-2021	2002-2021	Y = 21.8536 + 0.3184*X1 + 0.0131*X2	0.3314	195	4.8797	1.9723	S (0.05)	15
21	2004-2021	2004-2021	2002-2021	Y = 21.4100 + 0.2831*X1 + 0.0594*X2	0.3411	193	5.0149	1.9725	S (0.05)	14

Ítem	Periodo de datos			Ecuación	r	N ₁	t _c	t _t	Obs.	Jerarquía de uso
	X1: Estación Alao	X2: Estación San Pablo	Y: Estación Saposoa							
22	2005-2021	2005-2021	2002-2021	Y = 17.9549 + 0.3777*X1 + 0.0711*X2	0.4328	181	6.4232	1.9733	S (0.05)	6
23	2006-2021	2006-2021	2002-2021	Y = 20.9636 + 0.5221*X1 - 0.1596*X2	0.3727	169	5.1903	1.9743	S (0.05)	12
24	2007-2021	2007-2021	2002-2021	Y = 20.9749 + 0.4480*X1 - 0.0884*X2	0.3844	157	5.1840	1.9754	S (0.05)	13
25	2008-2021	2008-2021	2002-2021	Y = 17.7403 + 0.5767*X1 - 0.1153*X2	0.4867	145	6.6624	1.9767	S (0.05)	5
26	2009-2021	2009-2021	2002-2021	Y = 17.1350 + 0.6239*X1 - 0.1431*X2	0.5047	133	6.6913	1.9782	S (0.05)	4
27	2010-2021	2010-2021	2002-2021	Y = 21.5008 + 0.4113*X1 - 0.0688*X2	0.3340	121	3.8655	1.9801	S (0.05)	22
28	2011-2021	2011-2021	2002-2021	Y = 15.9630 + 0.5429*X1 - 0.0288*X2	0.4921	109	5.8473	1.9824	S (0.05)	10
29	2012-2021	2012-2021	2002-2021	Y = 14.3992 + 0.8059*X1 - 0.2363*X2	0.5754	97	6.8572	1.9853	S (0.05)	3
30	2013-2021	2013-2021	2002-2021	Y = 21.2638 + 0.5337*X1 - 0.1809*X2	0.3876	85	3.8307	1.9890	S (0.05)	23
31	2014-2021	2014-2021	2002-2021	Y = 17.4277 + 0.3275*X1 + 0.1306*X2	0.4383	74	4.1377	1.9935	S (0.05)	21
32	2015-2021	2015-2021	2002-2021	Y = 14.9094 + 0.4883*X1 + 0.0492*X2	0.4845	63	4.3257	1.9996	S (0.05)	19
33	2016-2021	2016-2021	2002-2021	Y = 26.2035 + 0.3172*X1 - 0.1218*X2	0.2196	51	1.5757	2.0096	NS	35
34	2017-2021	2017-2021	2002-2021	Y = 21.0807 + 0.8687*X1 - 0.4942*X2	0.5120	39	3.6256	2.0262	S (0.05)	24
35	2018-2021	2018-2021	2002-2021	Y = 29.3975 + 0.7062*X1 - 0.5823*X2	0.4302	27	2.3828	2.0595	S (0.05)	32
36	2019-2021	2019-2021	2002-2021	Y = 26.5672 + 0.8718*X1 - 0.6550*X2	0.5806	15	2.5711	2.1604	S (0.05)	31

Nota. NS = No significativo. S (0.05) = Significativo al 95% de probabilidad o 5% de significancia

Tabla 51

Evaluación de parámetros estadísticos para completación de datos de temperatura mínima promedio mensual - Estación Alao

Ítem	Periodo de datos			Ecuación	r	N ₁	t _c	t _t	Obs.	Jerarquía de uso
	X1: Estación San Pablo	X2: Estación Saposoa	Y: Estación Alao							
1	2002-2021	2002-2021	2018-2021	Y = 18.9771 + 1.2800*X1 - 1.1195*X2	0.9833	7	12.0814	2.5706	S (0.05)	18
2	2002-2021	2002-2021	2017-2021	Y = 4.7889 - 0.4857*X1 + 1.2404*X2	0.9186	19	9.5840	2.1098	S (0.05)	30
3	2002-2021	2002-2021	2016-2021	Y = 5.8434 - 0.0321*X1 + 0.7406*X2	0.9000	31	11.1190	2.0452	S (0.05)	26
4	2002-2021	2002-2021	2015-2021	Y = 8.1162 + 0.0978*X1 + 0.5100*X2	0.8152	43	9.0125	2.0195	S (0.05)	31
5	2002-2021	2002-2021	2014-2021	Y = 5.8446 + 0.0717*X1 + 0.6439*X2	0.8797	54	13.3401	2.0066	S (0.05)	13
6	2002-2021	2002-2021	2013-2021	Y = 6.4492 + 0.4291*X1 + 0.2622*X2	0.8540	65	13.0286	1.9983	S (0.05)	14
7	2002-2021	2002-2021	2012-2021	Y = 7.0429 + 0.3708*X1 + 0.2890*X2	0.8116	77	12.0310	1.9921	S (0.05)	19
8	2002-2021	2002-2021	2011-2021	Y = 5.7839 + 0.4768*X1 + 0.2406*X2	0.8401	89	14.4459	1.9876	S (0.05)	10
9	2002-2021	2002-2021	2010-2021	Y = 5.7268 + 0.1844*X1 + 0.5267*X2	0.7787	101	12.3494	1.9842	S (0.05)	17
10	2002-2021	2002-2021	2009-2021	Y = 5.0427 - 0.0348*X1 + 0.7711*X2	0.8433	113	16.5315	1.9816	S (0.05)	5
11	2002-2021	2002-2021	2008-2021	Y = 4.0997 + 0.0574*X1 + 0.7249*X2	0.8761	125	20.1531	1.9794	S (0.05)	2
12	2002-2021	2002-2021	2007-2021	Y = 4.9783 + 0.0761*X1 + 0.6653*X2	0.8315	137	17.3910	1.9777	S (0.05)	4
13	2002-2021	2002-2021	2006-2021	Y = 6.6274 - 0.1095*X1 + 0.7655*X2	0.7699	149	14.6272	1.9762	S (0.05)	9
14	2002-2021	2002-2021	2005-2021	Y = 6.4377 - 0.1419*X1 + 0.8041*X2	0.7812	161	15.7790	1.9750	S (0.05)	7
15	2002-2021	2002-2021	2004-2021	Y = 6.5988 - 0.1704*X1 + 0.8227*X2	0.7693	173	15.7460	1.9739	S (0.05)	8
16	2002-2021	2002-2021	2003-2021	Y = 6.1247 - 0.2305*X1 + 0.9019*X2	0.8061	183	18.3260	1.9732	S (0.05)	3
17	2002-2021	2002-2021	2002-2021	Y = 3.4417 - 0.0988*X1 + 0.8982*X2	0.8904	195	27.1758	1.9723	S (0.05)	1
18	2003-2021	2003-2021	2002-2021	Y = 6.0752 - 0.0712*X1 + 0.7496*X2	0.7507	196	15.8271	1.9723	S (0.05)	6
19	2004-2021	2004-2021	2002-2021	Y = 7.1130 - 0.0938*X1 + 0.7228*X2	0.7151	201	14.4312	1.9720	S (0.05)	11
20	2005-2021	2005-2021	2002-2021	Y = 7.2057 - 0.1287*X1 + 0.7511*X2	0.7071	189	13.6745	1.9727	S (0.05)	12
21	2006-2021	2006-2021	2002-2021	Y = 6.6878 + 0.0231*X1 + 0.6280*X2	0.6699	177	11.9361	1.9736	S (0.05)	22

Ítem	Periodo de datos			Ecuación	r	N ₁	t _c	t _t	Obs.	Jerarquía de uso
	X1: Estación San Pablo	X2: Estación Saposoa	Y: Estación Alao							
22	2007-2021	2007-2021	2002-2021	Y = 5.2572 + 0.0588*X1 + 0.6567*X2	0.7116	165	12.9310	1.9746	S (0.05)	16
23	2008-2021	2008-2021	2002-2021	Y = 5.3535 + 0.0132*X1 + 0.6946*X2	0.7260	154	13.0156	1.9757	S (0.05)	15
24	2009-2021	2009-2021	2002-2021	Y = 5.5921 + 0.1084*X1 + 0.5908*X2	0.6917	143	11.3731	1.9769	S (0.05)	25
25	2010-2021	2010-2021	2002-2021	Y = 5.4681 + 0.0659*X1 + 0.6371*X2	0.7228	131	11.8795	1.9785	S (0.05)	23
26	2011-2021	2011-2021	2002-2021	Y = 4.3935 + 0.0936*X1 + 0.6599*X2	0.7427	119	11.9971	1.9804	S (0.05)	21
27	2012-2021	2012-2021	2002-2021	Y = 1.7027 + 0.3358*X1 + 0.5537*X2	0.7609	107	12.0161	1.9828	S (0.05)	20
28	2013-2021	2013-2021	2002-2021	Y = 2.8182 + 0.1770*X1 + 0.6522*X2	0.7748	95	11.8188	1.9858	S (0.05)	24
29	2014-2021	2014-2021	2002-2021	Y = 3.8772 + 0.0689*X1 + 0.7065*X2	0.7662	83	10.7311	1.9897	S (0.05)	27
30	2015-2021	2015-2021	2002-2021	Y = 2.5837 + 0.0958*X1 + 0.7400*X2	0.7787	71	10.3099	1.9949	S (0.05)	28
31	2016-2021	2016-2021	2002-2021	Y = 2.6374 + 0.0877*X1 + 0.7484*X2	0.8025	59	10.1546	2.0025	S (0.05)	29
32	2017-2021	2017-2021	2002-2021	Y = 0.6308 + 0.1056*X1 + 0.8301*X2	0.7650	47	7.9682	2.0141	S (0.05)	33
33	2018-2021	2018-2021	2002-2021	Y = -2.0230 + 0.2293*X1 + 0.8395*X2	0.8397	35	8.8826	2.0345	S (0.05)	32
34	2019-2021	2019-2021	2002-2021	Y = -2.1472 + 0.2200*X1 + 0.8562*X2	0.8358	25	7.3007	2.0687	S (0.05)	34
35	2020-2021	2020-2021	2002-2021	Y = -2.2762 + 0.0815*X1 + 0.9936*X2	0.8557	13	5.4844	2.2010	S (0.05)	35
36	2021-2021	2021-2021	2002-2021	Y = -10.0630 + 0.7929*X1 + 0.6704*X2	0.7705	10	3.4188	2.3060	S (0.05)	36

Nota. NS = No significativo. S (0.05) = Significativo al 95% de probabilidad o 5% de significancia

Tabla 52

Evaluación de parámetros estadísticos para completación de datos de temperatura mínima promedio mensual - Estación San Pablo

Ítem	Periodo de datos			Ecuación	r	N ₁	t _c	t _t	Obs.	Jerarquía de uso
	X1: Estación Alao	X2: Estación Saposoa	Y: Estación San Pablo							
1	2002-2021	2002-2021	2021-2021	Y = 14.2900 + 0.7490*X1 - 0.4195*X2	0.6049	10	2.1486	2.3060	NS	35
2	2002-2021	2002-2021	2020-2021	Y = 12.4716 + 0.4890*X1 - 0.0765*X2	0.4883	13	1.8558	2.2010	NS	36
3	2002-2021	2002-2021	2019-2021	Y = 12.9623 + 0.7843*X1 - 0.3861*X2	0.5881	25	3.4872	2.0687	S (0.05)	31
4	2002-2021	2002-2021	2018-2021	Y = 15.7392 - 0.2806*X1 + 0.4971*X2	0.5021	37	3.4348	2.0301	S (0.05)	33
5	2002-2021	2002-2021	2017-2021	Y = 18.3413 - 0.4494*X1 + 0.5383*X2	0.4228	49	3.1985	2.0117	S (0.05)	34
6	2002-2021	2002-2021	2016-2021	Y = 18.5154 - 0.4228*X1 + 0.5025*X2	0.4462	60	3.7971	2.0017	S (0.05)	29
7	2002-2021	2002-2021	2015-2021	Y = 16.4531 + 0.4297*X1 - 0.2093*X2	0.3808	72	3.4456	1.9944	S (0.05)	32
8	2002-2021	2002-2021	2014-2021	Y = 15.0909 + 0.1839*X1 + 0.0828*X2	0.3645	84	3.5445	1.9893	S (0.05)	30
9	2002-2021	2002-2021	2013-2021	Y = 13.9821 + 0.1288*X1 + 0.1871*X2	0.4646	95	5.0597	1.9858	S (0.05)	28
10	2002-2021	2002-2021	2012-2021	Y = 12.3235 + 0.4306*X1 - 0.0229*X2	0.5454	107	6.6677	1.9828	S (0.05)	24
11	2002-2021	2002-2021	2011-2021	Y = 13.5704 + 0.2589*X1 + 0.0865*X2	0.4475	119	5.4127	1.9804	S (0.05)	27
12	2002-2021	2002-2021	2010-2021	Y = 12.2988 + 0.5062*X1 - 0.0885*X2	0.4594	131	5.8744	1.9785	S (0.05)	26
13	2002-2021	2002-2021	2009-2021	Y = 11.9689 + 0.1640*X1 + 0.2539*X2	0.4923	143	6.7160	1.9769	S (0.05)	23
14	2002-2021	2002-2021	2008-2021	Y = 12.3954 + 0.1568*X1 + 0.2421*X2	0.4677	155	6.5451	1.9756	S (0.05)	25
15	2002-2021	2002-2021	2007-2021	Y = 11.6265 + 0.1540*X1 + 0.2810*X2	0.5005	167	7.4261	1.9744	S (0.05)	21
16	2002-2021	2002-2021	2006-2021	Y = 11.5587 - 0.0723*X1 + 0.5005*X2	0.5046	179	7.7758	1.9735	S (0.05)	20
17	2002-2021	2002-2021	2005-2021	Y = 11.8984 - 0.3209*X1 + 0.7242*X2	0.5159	189	8.2354	1.9727	S (0.05)	18
18	2002-2021	2002-2021	2004-2021	Y = 10.5454 - 0.5182*X1 + 0.9775*X2	0.6178	203	11.1388	1.9718	S (0.05)	14
19	2002-2021	2002-2021	2003-2021	Y = 8.8140 - 0.3548*X1 + 0.9005*X2	0.6407	196	11.6228	1.9723	S (0.05)	11
20	2002-2021	2002-2021	2002-2021	Y = 6.6048 - 0.2348*X1 + 0.8880*X2	0.7300	195	14.8387	1.9723	S (0.05)	3
21	2003-2021	2003-2021	2002-2021	Y = 8.7413 - 0.4778*X1 + 1.0235*X2	0.6764	183	12.3552	1.9732	S (0.05)	7

Ítem	Periodo de datos			Ecuación	r	N ₁	t _c	t _t	Obs.	Jerarquía de uso
	X1: Estación Alao	X2: Estación Saposa	Y: Estación San Pablo							
22	2004-2021	2004-2021	2002-2021	Y = 7.7733 - 0.3501*X1 + 0.9466*X2	0.6578	171	11.3535	1.9741	S (0.05)	12
23	2005-2021	2005-2021	2002-2021	Y = 6.5156 - 0.1691*X1 + 0.8309*X2	0.6471	159	10.6349	1.9752	S (0.05)	15
24	2006-2021	2006-2021	2002-2021	Y = 5.3277 - 0.0382*X1 + 0.7623*X2	0.6809	148	11.2338	1.9763	S (0.05)	13
25	2007-2021	2007-2021	2002-2021	Y = 1.0426 + 0.1565*X1 + 0.7689*X2	0.7924	136	15.0372	1.9778	S (0.05)	2
26	2008-2021	2008-2021	2002-2021	Y = 1.8706 + 0.2585*X1 + 0.6370*X2	0.8282	125	16.3894	1.9794	S (0.05)	1
27	2009-2021	2009-2021	2002-2021	Y = 2.4700 + 0.2752*X1 + 0.5960*X2	0.7787	113	13.0764	1.9816	S (0.05)	6
28	2010-2021	2010-2021	2002-2021	Y = 2.2518 + 0.4293*X1 + 0.4593*X2	0.7709	101	12.0422	1.9842	S (0.05)	8
29	2011-2021	2011-2021	2002-2021	Y = -0.3717 + 0.7699*X1 + 0.2466*X2	0.8335	89	14.0708	1.9876	S (0.05)	4
30	2012-2021	2012-2021	2002-2021	Y = -0.6664 + 0.8354*X1 + 0.1954*X2	0.8044	77	11.7261	1.9921	S (0.05)	9
31	2013-2021	2013-2021	2002-2021	Y = -2.1118 + 0.7395*X1 + 0.3532*X2	0.8591	65	13.3232	1.9983	S (0.05)	5
32	2014-2021	2014-2021	2002-2021	Y = -2.3672 + 0.9381*X1 + 0.1696*X2	0.8540	53	11.7223	2.0076	S (0.05)	10
33	2015-2021	2015-2021	2002-2021	Y = -3.1800 + 0.8918*X1 + 0.2576*X2	0.7975	41	8.2550	2.0227	S (0.05)	17
34	2016-2021	2016-2021	2002-2021	Y = -2.5459 + 1.1078*X1 + 0.0188*X2	0.8589	29	8.7143	2.0518	S (0.05)	16
35	2017-2021	2017-2021	2002-2021	Y = 1.7305 + 1.4882*X1 - 0.5599*X2	0.8755	17	7.0171	2.1314	S (0.05)	22
36	2018-2021	2018-2021	2002-2021	Y = -17.0222 + 1.5175*X1 + 0.2538*X2	0.9625	7	7.9335	2.5706	S (0.05)	19

Nota. NS = No significativo. S (0.05) = Significativo al 95% de probabilidad o 5% de significancia

Tabla 53

Evaluación de parámetros estadísticos para completación de datos de temperatura mínima promedio mensual - Estación Saposoa

Ítem	Periodo de datos			Ecuación	r	N ₁	t _c	t _t	Obs.	Jerarquía de uso
	X1: Estación Alao	X2: Estación San Pablo	Y: Estación Saposoa							
1	2002-2021	2002-2021	2020-2021	Y = 4.4242 + 1.8723*X1 - 1.0411*X2	0.8602	4	2.3855	4.3027	NS	36
2	2002-2021	2002-2021	2019-2021	Y = 11.2101 + 0.0192*X1 + 0.4511*X2	0.7635	13	3.9210	2.2010	S (0.05)	35
3	2002-2021	2002-2021	2018-2021	Y = 7.3567 + 0.4927*X1 + 0.1789*X2	0.8749	20	7.6644	2.1009	S (0.05)	34
4	2002-2021	2002-2021	2017-2021	Y = 5.3181 + 0.8543*X1 - 0.0761*X2	0.8270	30	7.7838	2.0484	S (0.05)	33
5	2002-2021	2002-2021	2016-2021	Y = 4.1167 + 0.9788*X1 - 0.1334*X2	0.8136	42	8.8501	2.0211	S (0.05)	32
6	2002-2021	2002-2021	2015-2021	Y = 5.2056 + 0.9048*X1 - 0.1082*X2	0.7952	54	9.4571	2.0066	S (0.05)	30
7	2002-2021	2002-2021	2014-2021	Y = 5.7923 + 0.4300*X1 + 0.3275*X2	0.7710	66	9.6854	1.9977	S (0.05)	29
8	2002-2021	2002-2021	2013-2021	Y = 8.2490 - 0.0507*X1 + 0.6792*X2	0.7826	78	10.9595	1.9917	S (0.05)	25
9	2002-2021	2002-2021	2012-2021	Y = 8.7644 - 0.0817*X1 + 0.6860*X2	0.7230	90	9.8174	1.9873	S (0.05)	28
10	2002-2021	2002-2021	2011-2021	Y = 6.5379 + 0.0437*X1 + 0.6714*X2	0.7878	102	12.7904	1.9840	S (0.05)	22
11	2002-2021	2002-2021	2010-2021	Y = 6.0690 + 0.1306*X1 + 0.6088*X2	0.7608	114	12.4063	1.9814	S (0.05)	23
12	2002-2021	2002-2021	2009-2021	Y = 6.0019 + 0.2739*X1 + 0.4754*X2	0.7681	126	13.3575	1.9793	S (0.05)	20
13	2002-2021	2002-2021	2008-2021	Y = 3.6883 + 0.2582*X1 + 0.5996*X2	0.8109	138	16.1601	1.9776	S (0.05)	11
14	2002-2021	2002-2021	2007-2021	Y = 4.7369 + 0.2631*X1 + 0.5496*X2	0.8067	149	16.5505	1.9762	S (0.05)	8
15	2002-2021	2002-2021	2006-2021	Y = 5.5297 + 0.3446*X1 + 0.4295*X2	0.7209	161	13.1164	1.9750	S (0.05)	21
16	2002-2021	2002-2021	2005-2021	Y = 4.8575 + 0.4570*X1 + 0.3511*X2	0.7351	172	14.1373	1.9740	S (0.05)	17
17	2002-2021	2002-2021	2004-2021	Y = 4.2293 + 0.4742*X1 + 0.3626*X2	0.7346	184	14.6062	1.9731	S (0.05)	14
18	2002-2021	2002-2021	2003-2021	Y = 3.2164 + 0.5623*X1 + 0.3234*X2	0.7702	187	16.4249	1.9729	S (0.05)	9
19	2002-2021	2002-2021	2002-2021	Y = -0.7047 + 0.7578*X1 + 0.3152*X2	0.9205	195	32.7274	1.9723	S (0.05)	1
20	2003-2021	2003-2021	2002-2021	Y = 1.8051 + 0.7042*X1 + 0.2500*X2	0.8215	195	20.0149	1.9723	S (0.05)	2
21	2004-2021	2004-2021	2002-2021	Y = 2.3539 + 0.7139*X1 + 0.2145*X2	0.8000	193	18.4270	1.9725	S (0.05)	4

Ítem	Periodo de datos			Ecuación	r	N ₁	t _c	t _t	Obs.	Jerarquía de uso
	X1: Estación Alao	X2: Estación San Pablo	Y: Estación Saposa							
22	2005-2021	2005-2021	2002-2021	Y = 2.7575 + 0.8081*X1 + 0.1010*X2	0.7910	181	17.2974	1.9733	S (0.05)	7
23	2006-2021	2006-2021	2002-2021	Y = 2.3505 + 0.7833*X1 + 0.1447*X2	0.7837	169	16.3049	1.9743	S (0.05)	10
24	2007-2021	2007-2021	2002-2021	Y = 1.3105 + 0.8589*X1 + 0.1158*X2	0.8267	157	18.2928	1.9754	S (0.05)	5
25	2008-2021	2008-2021	2002-2021	Y = 0.6866 + 0.9355*X1 + 0.0670*X2	0.8533	145	19.5696	1.9767	S (0.05)	3
26	2009-2021	2009-2021	2002-2021	Y = 0.8364 + 0.9218*X1 + 0.0714*X2	0.8425	133	17.9004	1.9782	S (0.05)	6
27	2010-2021	2010-2021	2002-2021	Y = 3.1981 + 0.8808*X1 - 0.0013*X2	0.7984	121	14.4646	1.9801	S (0.05)	15
28	2011-2021	2011-2021	2002-2021	Y = 1.7666 + 0.9112*X1 + 0.0358*X2	0.8251	109	15.1064	1.9824	S (0.05)	13
29	2012-2021	2012-2021	2002-2021	Y = -0.6219 + 0.8196*X1 + 0.2420*X2	0.8203	97	13.9794	1.9853	S (0.05)	18
30	2013-2021	2013-2021	2002-2021	Y = 0.2517 + 0.9663*X1 + 0.0437*X2	0.8413	85	14.1788	1.9890	S (0.05)	16
31	2014-2021	2014-2021	2002-2021	Y = 0.6211 + 1.1539*X1 - 0.1709*X2	0.8774	74	15.5182	1.9935	S (0.05)	12
32	2015-2021	2015-2021	2002-2021	Y = 2.8241 + 1.0892*X1 - 0.2099*X2	0.8313	63	11.6811	1.9996	S (0.05)	24
33	2016-2021	2016-2021	2002-2021	Y = 3.4711 + 1.1007*X1 - 0.2527*X2	0.8900	51	13.6635	2.0096	S (0.05)	19
34	2017-2021	2017-2021	2002-2021	Y = 0.2738 + 1.0728*X1 - 0.0678*X2	0.8695	39	10.7079	2.0262	S (0.05)	27
35	2018-2021	2018-2021	2002-2021	Y = 2.5045 + 0.9859*X1 - 0.0877*X2	0.9081	27	10.8429	2.0595	S (0.05)	26
36	2019-2021	2019-2021	2002-2021	Y = 5.8168 + 0.9328*X1 - 0.1933*X2	0.9321	15	9.2786	2.1604	S (0.05)	31

Nota. NS = No significativo. S (0.05) = Significativo al 95% de probabilidad o 5% de significancia

Tabla 54

Evaluación de parámetros estadísticos para completación de datos de velocidad del viento promedio mensual - Estación Alao

Ítem	Periodo de datos			Ecuación	r	N ₁	t _c	t _t	Obs.	Jerarquía de uso
	X1: Estación San Pablo	X2: Estación Saposoa	Y: Estación Alao							
1	2002-2021	2002-2021	2019-2021	Y = 1.5182 + 0.4221*X1 + 0.0906*X2	0.4099	15	1.6203	2.1604	NS	19
2	2002-2021	2002-2021	2018-2021	Y = 1.1830 + 0.4327*X1 + 0.1715*X2	0.2810	27	1.4640	2.0595	NS	23
3	2002-2021	2002-2021	2017-2021	Y = 1.0894 + 0.0298*X1 + 0.4791*X2	0.3450	38	2.2054	2.0281	S (0.05)	14
4	2002-2021	2002-2021	2016-2021	Y = 2.1669 - 0.1439*X1 + 0.3725*X2	0.2789	46	1.9265	2.0154	NS	16
5	2002-2021	2002-2021	2015-2021	Y = 0.2418 + 0.1333*X1 + 0.5215*X2	0.4485	58	3.7551	2.0032	S (0.05)	3
6	2002-2021	2002-2021	2014-2021	Y = 0.4248 - 0.1991*X1 + 0.6969*X2	0.5136	69	4.8996	1.9960	S (0.05)	1
7	2002-2021	2002-2021	2013-2021	Y = 0.9777 - 0.1874*X1 + 0.5668*X2	0.4228	80	4.1205	1.9908	S (0.05)	2
8	2002-2021	2002-2021	2012-2021	Y = 2.7857 - 0.2862*X1 + 0.2831*X2	0.2794	92	2.7606	1.9867	S (0.05)	4
9	2002-2021	2002-2021	2011-2021	Y = 4.0657 - 0.3097*X1 + 0.0318*X2	0.2218	104	2.2973	1.9835	S (0.05)	11
10	2002-2021	2002-2021	2010-2021	Y = 3.9692 - 0.0776*X1 - 0.1143*X2	0.1183	115	1.2664	1.9812	NS	27
11	2002-2021	2002-2021	2009-2021	Y = 3.4984 - 0.0781*X1 - 0.0139*X2	0.0593	127	0.6642	1.9791	NS	32
12	2002-2021	2002-2021	2008-2021	Y = 3.6256 - 0.1738*X1 + 0.0159*X2	0.1166	139	1.3741	1.9774	NS	25
13	2002-2021	2002-2021	2007-2021	Y = 3.2399 - 0.0308*X1 + 0.0087*X2	0.0185	151	0.2259	1.9760	NS	36
14	2002-2021	2002-2021	2006-2021	Y = 3.4178 - 0.0248*X1 - 0.0358*X2	0.0604	160	0.7606	1.9751	NS	31
15	2002-2021	2002-2021	2005-2021	Y = 3.2587 - 0.0536*X1 + 0.0142*X2	0.0322	167	0.4138	1.9744	NS	34
16	2002-2021	2002-2021	2004-2021	Y = 3.4456 - 0.2941*X1 + 0.1299*X2	0.1750	179	2.3647	1.9735	S (0.05)	10
17	2002-2021	2002-2021	2003-2021	Y = 3.1052 - 0.1387*X1 + 0.0998*X2	0.1119	190	1.5440	1.9727	NS	21
18	2002-2021	2002-2021	2002-2021	Y = 2.7173 + 0.1391*X1 + 0.0161*X2	0.1275	201	1.8134	1.9720	NS	17
19	2003-2021	2003-2021	2002-2021	Y = 3.2612 - 0.1339*X1 + 0.0666*X2	0.0840	189	1.1528	1.9727	NS	29
20	2004-2021	2004-2021	2002-2021	Y = 3.0783 - 0.0103*X1 + 0.0134*X2	0.0166	186	0.2252	1.9729	NS	37
21	2005-2021	2005-2021	2002-2021	Y = 2.5197 + 0.3614*X1 - 0.0981*X2	0.2032	175	2.7296	1.9738	S (0.05)	5

Ítem	Periodo de datos			Ecuación	r	N_1	$ t_c $	t_t	Obs.	Jerarquía de uso
	X1: Estación San Pablo	X2: Estación Saposoa	Y: Estación Alao							
22	2006-2021	2006-2021	2002-2021	$Y = 2.6672 + 0.1314*X1 + 0.0227*X2$	0.1096	167	1.4164	1.9744	NS	24
23	2007-2021	2007-2021	2002-2021	$Y = 2.7082 + 0.0863*X1 + 0.0401*X2$	0.0975	155	1.2118	1.9756	NS	28
24	2008-2021	2008-2021	2002-2021	$Y = 2.4632 + 0.1713*X1 + 0.0525*X2$	0.1339	145	1.6158	1.9767	NS	20
25	2009-2021	2009-2021	2002-2021	$Y = 2.0618 + 0.5096*X1 - 0.0588*X2$	0.2239	133	2.6294	1.9782	S (0.05)	6
26	2010-2021	2010-2021	2002-2021	$Y = 2.5819 + 0.1708*X1 + 0.0351*X2$	0.0931	121	1.0200	1.9801	NS	30
27	2011-2021	2011-2021	2002-2021	$Y = 3.3476 - 0.0808*X1 - 0.0066*X2$	0.0242	109	0.2504	1.9824	NS	35
28	2012-2021	2012-2021	2002-2021	$Y = 0.8891 + 0.9915*X1 + 0.0244*X2$	0.2357	98	2.3763	1.9850	S (0.05)	9
29	2013-2021	2013-2021	2002-2021	$Y = 0.8954 + 0.9113*X1 + 0.0654*X2$	0.2368	86	2.2338	1.9886	S (0.05)	13
30	2014-2021	2014-2021	2002-2021	$Y = 3.1872 + 0.2770*X1 - 0.2124*X2$	0.2059	74	1.7854	1.9935	NS	18
31	2015-2021	2015-2021	2002-2021	$Y = 2.4899 + 0.4852*X1 - 0.1347*X2$	0.1604	64	1.2796	1.9990	NS	26
32	2016-2021	2016-2021	2002-2021	$Y = 0.1852 + 1.2450*X1 + 0.0590*X2$	0.3041	51	2.2345	2.0096	S (0.05)	12
33	2017-2021	2017-2021	2002-2021	$Y = 0.4377 + 1.1199*X1 + 0.0979*X2$	0.2999	45	2.0615	2.0167	S (0.05)	15
34	2018-2021	2018-2021	2002-2021	$Y = -0.4330 + 1.9795*X1 - 0.2215*X2$	0.4193	29	2.3999	2.0518	S (0.05)	8
35	2019-2021	2019-2021	2002-2021	$Y = -3.8781 + 3.4825*X1 - 0.1175*X2$	0.4794	24	2.5622	2.0739	S (0.05)	7
36	2020-2021	2020-2021	2002-2021	$Y = 1.5564 + 0.9091*X1 - 0.0640*X2$	0.1591	13	0.5345	2.2010	NS	33
37	2021-2021	2021-2021	2002-2021	$Y = -3.6423 + 3.9720*X1 - 0.3950*X2$	0.4679	10	1.4975	2.3060	NS	22

Nota. NS = No significativo. S (0.05) = Significativo al 95% de probabilidad o 5% de significancia

Tabla 55

Evaluación de parámetros estadísticos para completación de datos de velocidad del viento promedio mensual - Estación San Pablo

Ítem	Periodo de datos			Ecuación	r	N ₁	t _c	t _t	Obs.	Jerarquía de uso
	X1: Estación Alao	X2: Estación Saposoa	Y: Estación San Pablo							
1	2002-2021	2002-2021	2021-2021	Y = 1.8257 + 0.0362*X1 + 0.0245*X2	0.4547	10	1.4440	2.3060	NS	29
2	2002-2021	2002-2021	2020-2021	Y = 2.0394 + 0.0283*X1 - 0.0127*X2	0.1775	13	0.5982	2.2010	NS	36
3	2002-2021	2002-2021	2019-2021	Y = 1.9304 + 0.0660*X1 - 0.0090*X2	0.4678	25	2.5384	2.0687	S (0.05)	23
4	2002-2021	2002-2021	2018-2021	Y = 2.0738 + 0.0264*X1 - 0.0070*X2	0.1657	28	0.8568	2.0555	NS	32
5	2002-2021	2002-2021	2017-2021	Y = 2.2449 + 0.0712*X1 - 0.0634*X2	0.3774	47	2.7338	2.0141	S (0.05)	19
6	2002-2021	2002-2021	2016-2021	Y = 1.9272 + 0.0590*X1 + 0.0093*X2	0.2769	48	1.9544	2.0129	NS	27
7	2002-2021	2002-2021	2015-2021	Y = 1.9793 - 0.0036*X1 + 0.0374*X2	0.1638	60	1.2645	2.0017	NS	31
8	2002-2021	2002-2021	2014-2021	Y = 2.1682 + 0.0087*X1 - 0.0119*X2	0.0712	72	0.5972	1.9944	NS	37
9	2002-2021	2002-2021	2013-2021	Y = 1.8763 + 0.0323*X1 + 0.0419*X2	0.2430	83	2.2546	1.9897	S (0.05)	26
10	2002-2021	2002-2021	2012-2021	Y = 1.8487 + 0.0475*X1 + 0.0477*X2	0.2619	94	2.6029	1.9861	S (0.05)	21
11	2002-2021	2002-2021	2011-2021	Y = 1.9726 - 0.0136*X1 + 0.0703*X2	0.2384	107	2.5154	1.9828	S (0.05)	24
12	2002-2021	2002-2021	2010-2021	Y = 1.8523 + 0.0176*X1 + 0.0890*X2	0.2301	118	2.5466	1.9806	S (0.05)	22
13	2002-2021	2002-2021	2009-2021	Y = 1.6306 + 0.0731*X1 + 0.1153*X2	0.3343	130	4.0131	1.9787	S (0.05)	16
14	2002-2021	2002-2021	2008-2021	Y = 1.5262 + 0.0464*X1 + 0.1720*X2	0.4351	142	5.7178	1.9771	S (0.05)	12
15	2002-2021	2002-2021	2007-2021	Y = 1.4521 + 0.0006*X1 + 0.2421*X2	0.4995	154	7.1086	1.9757	S (0.05)	9
16	2002-2021	2002-2021	2006-2021	Y = 1.5567 + 0.0050*X1 + 0.2276*X2	0.4637	166	6.7024	1.9745	S (0.05)	11
17	2002-2021	2002-2021	2005-2021	Y = 1.1947 + 0.0450*X1 + 0.3162*X2	0.5660	176	9.0563	1.9737	S (0.05)	6
18	2002-2021	2002-2021	2004-2021	Y = 1.3473 - 0.0643*X1 + 0.3854*X2	0.6832	189	12.7941	1.9727	S (0.05)	1
19	2002-2021	2002-2021	2003-2021	Y = 1.6011 - 0.1055*X1 + 0.3650*X2	0.6099	191	10.5804	1.9726	S (0.05)	5
20	2002-2021	2002-2021	2002-2021	Y = 1.2016 + 0.0514*X1 + 0.3593*X2	0.6565	201	12.2773	1.9720	S (0.05)	2
21	2003-2021	2003-2021	2002-2021	Y = 1.4481 - 0.0184*X1 + 0.3717*X2	0.6632	189	12.1173	1.9727	S (0.05)	3

Ítem	Periodo de datos			Ecuación	r	N_1	$ t_c $	t_t	Obs.	Jerarquía de uso
	X1: Estación Alao	X2: Estación Saposoa	Y: Estación San Pablo							
22	2004-2021	2004-2021	2002-2021	$Y = 1.8616 - 0.1109*X1 + 0.3545*X2$	0.6491	177	11.2880	1.9736	S (0.05)	4
23	2005-2021	2005-2021	2002-2021	$Y = 1.9157 - 0.0626*X1 + 0.3245*X2$	0.5745	165	8.9611	1.9746	S (0.05)	7
24	2006-2021	2006-2021	2002-2021	$Y = 2.0923 - 0.0819*X1 + 0.3187*X2$	0.5670	162	8.7069	1.9749	S (0.05)	8
25	2007-2021	2007-2021	2002-2021	$Y = 2.2632 - 0.0628*X1 + 0.2829*X2$	0.4998	153	7.0908	1.9758	S (0.05)	10
26	2008-2021	2008-2021	2002-2021	$Y = 2.6276 - 0.0933*X1 + 0.2394*X2$	0.4274	142	5.5937	1.9771	S (0.05)	13
27	2009-2021	2009-2021	2002-2021	$Y = 2.7541 - 0.0719*X1 + 0.2079*X2$	0.3531	131	4.2866	1.9785	S (0.05)	15
28	2010-2021	2010-2021	2002-2021	$Y = 3.1110 - 0.0646*X1 + 0.1177*X2$	0.2094	119	2.3164	1.9804	S (0.05)	25
29	2011-2021	2011-2021	2002-2021	$Y = 4.0703 - 0.1435*X1 - 0.0804*X2$	0.2565	107	2.7193	1.9828	S (0.05)	20
30	2012-2021	2012-2021	2002-2021	$Y = 3.8125 - 0.1057*X1 - 0.0136*X2$	0.1622	96	1.5937	1.9855	NS	28
31	2013-2021	2013-2021	2002-2021	$Y = 2.9974 - 0.0984*X1 + 0.2727*X2$	0.4549	84	4.6256	1.9893	S (0.05)	14
32	2014-2021	2014-2021	2002-2021	$Y = 3.5086 - 0.0265*X1 + 0.0434*X2$	0.0938	72	0.7883	1.9944	NS	33
33	2015-2021	2015-2021	2002-2021	$Y = 3.1163 + 0.0297*X1 + 0.1383*X2$	0.3632	60	2.9688	2.0017	S (0.05)	17
34	2016-2021	2016-2021	2002-2021	$Y = 3.7884 - 0.0207*X1 - 0.0325*X2$	0.0980	48	0.6679	2.0129	NS	34
35	2017-2021	2017-2021	2002-2021	$Y = 3.5869 + 0.0368*X1 - 0.0331*X2$	0.1088	36	0.6382	2.0322	NS	35
36	2018-2021	2018-2021	2002-2021	$Y = 3.2233 + 0.1955*X1 - 0.1508*X2$	0.5060	24	2.7516	2.0739	S (0.05)	18
37	2019-2021	2019-2021	2002-2021	$Y = 2.7154 + 0.1409*X1 + 0.1916*X2$	0.3805	14	1.4253	2.1788	NS	30

Nota. NS = No significativo. S (0.05) = Significativo al 95% de probabilidad o 5% de significancia

Tabla 56

Evaluación de parámetros estadísticos para completación de datos de velocidad del viento promedio mensual - Estación Saposoa

Ítem	Periodo de datos			Ecuación	r	N ₁	t _c	t _t	Obs.	Jerarquía de uso
	X1: Estación Alao	X2: Estación San Pablo	Y: Estación Saposoa							
1	2002-2021	2002-2021	2021-2021	Y = 3.2471 - 0.2465*X1 + 0.2349*X2	0.4660	12	1.6655	2.2281	NS	30
2	2002-2021	2002-2021	2020-2021	Y = 2.9736 + 0.0578*X1 - 0.0106*X2	0.0953	16	0.3582	2.1448	NS	37
3	2002-2021	2002-2021	2019-2021	Y = 1.2803 - 0.3965*X1 + 0.6711*X2	0.3802	27	2.0553	2.0595	NS	24
4	2002-2021	2002-2021	2018-2021	Y = 6.5377 - 0.4944*X1 - 0.6211*X2	0.3874	32	2.3016	2.0423	S (0.05)	22
5	2002-2021	2002-2021	2017-2021	Y = 2.9293 + 0.3726*X1 - 0.2989*X2	0.2539	45	1.7213	2.0167	NS	27
6	2002-2021	2002-2021	2016-2021	Y = 2.8905 + 0.1611*X1 - 0.0488*X2	0.1345	54	0.9788	2.0066	NS	34
7	2002-2021	2002-2021	2015-2021	Y = 2.6909 - 0.1667*X1 + 0.2672*X2	0.2066	67	1.7024	1.9971	NS	29
8	2002-2021	2002-2021	2014-2021	Y = 3.4806 - 0.1929*X1 - 0.0089*X2	0.1964	77	1.7347	1.9921	NS	26
9	2002-2021	2002-2021	2013-2021	Y = 0.7305 + 0.0419*X1 + 0.5872*X2	0.3831	89	3.8685	1.9876	S (0.05)	17
10	2002-2021	2002-2021	2012-2021	Y = 3.2686 + 0.0646*X1 - 0.1605*X2	0.1144	101	1.1458	1.9842	NS	32
11	2002-2021	2002-2021	2011-2021	Y = 3.8497 + 0.0103*X1 - 0.2265*X2	0.1442	112	1.5284	1.9818	NS	31
12	2002-2021	2002-2021	2010-2021	Y = 2.1191 + 0.0152*X1 + 0.3392*X2	0.2214	124	2.5077	1.9796	S (0.05)	21
13	2002-2021	2002-2021	2009-2021	Y = 1.8466 - 0.0641*X1 + 0.5377*X2	0.3418	136	4.2102	1.9778	S (0.05)	16
14	2002-2021	2002-2021	2008-2021	Y = 1.5488 + 0.0323*X1 + 0.5671*X2	0.3659	148	4.7506	1.9763	S (0.05)	14
15	2002-2021	2002-2021	2007-2021	Y = 1.2555 - 0.0183*X1 + 0.7717*X2	0.4612	158	6.4921	1.9753	S (0.05)	11
16	2002-2021	2002-2021	2006-2021	Y = 0.7970 - 0.0367*X1 + 1.0074*X2	0.5654	170	8.8849	1.9742	S (0.05)	8
17	2002-2021	2002-2021	2005-2021	Y = 1.0058 - 0.1165*X1 + 1.0682*X2	0.5867	178	9.6115	1.9735	S (0.05)	6
18	2002-2021	2002-2021	2004-2021	Y = 0.7173 - 0.0739*X1 + 1.1698*X2	0.6323	189	11.1608	1.9727	S (0.05)	4
19	2002-2021	2002-2021	2003-2021	Y = 0.7555 - 0.0940*X1 + 1.2014*X2	0.6755	192	12.6277	1.9725	S (0.05)	1
20	2002-2021	2002-2021	2002-2021	Y = 0.5931 + 0.0194*X1 + 1.1739*X2	0.6535	201	12.1792	1.9720	S (0.05)	2
21	2003-2021	2003-2021	2002-2021	Y = 1.0265 + 0.0508*X1 + 1.0412*X2	0.6213	190	10.8718	1.9727	S (0.05)	5

Ítem	Periodo de datos			Ecuación	r	N_1	$ t_c $	t_t	Obs.	Jerarquía de uso
	X1: Estación Alao	X2: Estación San Pablo	Y: Estación Saposoá							
22	2004-2021	2004-2021	2002-2021	$Y = 1.1869 - 0.0443*X1 + 1.1480*X2$	0.6530	179	11.4709	1.9735	S (0.05)	3
23	2005-2021	2005-2021	2002-2021	$Y = 1.6720 - 0.1149*X1 + 1.0700*X2$	0.5729	167	8.9785	1.9744	S (0.05)	7
24	2006-2021	2006-2021	2002-2021	$Y = 2.0568 - 0.2126*X1 + 1.1022*X2$	0.5381	160	8.0246	1.9751	S (0.05)	9
25	2007-2021	2007-2021	2002-2021	$Y = 2.2247 - 0.1509*X1 + 1.0340*X2$	0.4724	151	6.5424	1.9760	S (0.05)	10
26	2008-2021	2008-2021	2002-2021	$Y = 2.8054 - 0.1481*X1 + 0.8830*X2$	0.3932	139	5.0055	1.9774	S (0.05)	13
27	2009-2021	2009-2021	2002-2021	$Y = 3.7709 - 0.0841*X1 + 0.4905*X2$	0.2444	127	2.8179	1.9791	S (0.05)	19
28	2010-2021	2010-2021	2002-2021	$Y = 4.6359 - 0.0952*X1 + 0.2173*X2$	0.1589	115	1.7109	1.9812	NS	28
29	2011-2021	2011-2021	2002-2021	$Y = 4.7045 - 0.0236*X1 + 0.1142*X2$	0.0464	104	0.4691	1.9835	NS	36
30	2012-2021	2012-2021	2002-2021	$Y = 3.9437 + 0.1663*X1 + 0.2157*X2$	0.2151	92	2.0895	1.9867	S (0.05)	23
31	2013-2021	2013-2021	2002-2021	$Y = 2.7101 + 0.3009*X1 + 0.6292*X2$	0.4458	80	4.3985	1.9908	S (0.05)	15
32	2014-2021	2014-2021	2002-2021	$Y = 5.8666 + 0.4183*X1 - 0.9885*X2$	0.5445	69	5.3137	1.9960	S (0.05)	12
33	2015-2021	2015-2021	2002-2021	$Y = 4.9887 + 0.3989*X1 - 0.5727*X2$	0.4572	58	3.8470	2.0032	S (0.05)	18
34	2016-2021	2016-2021	2002-2021	$Y = 4.3436 + 0.2036*X1 - 0.0038*X2$	0.2700	46	1.8601	2.0154	NS	25
35	2017-2021	2017-2021	2002-2021	$Y = 6.1989 + 0.2892*X1 - 1.0502*X2$	0.4035	38	2.6460	2.0281	S (0.05)	20
36	2018-2021	2018-2021	2002-2021	$Y = 5.3912 + 0.1194*X1 - 0.4198*X2$	0.1808	27	0.9191	2.0595	NS	35
37	2019-2021	2019-2021	2002-2021	$Y = 2.4135 + 0.2343*X1 + 0.8527*X2$	0.2725	15	1.0212	2.1604	NS	33

Nota. NS = No significativo. S (0.05) = Significativo al 95% de probabilidad o 5% de significancia

Una vez realizada la aplicación del criterio de confiabilidad para la completación de datos hidrometeorológicos faltantes, se definió el orden y/o jerarquía de uso de las ecuaciones de regresión lineal múltiple calculadas, de modo que, tomando en consideración el orden y/o jerarquía determinada, se efectuó la completación de la información faltante para cada variable hidrometeorológica analizada.

Seguidamente, se efectuó la comparación de los parámetros estadísticos de las series primarias y completadas, tomando como medida de precisión a la varianza, a fin de verificar si la adición de datos, mejoró o no la precisión de las series primarias, para ello, se elaboró la Tabla 57 en la que se aprecia el análisis comparativo de los valores calculados de cada parámetro estadístico, tanto para las series primarias como para las series completadas, en concordancia a las variables hidrometeorológicas analizadas.

Tabla 57*Comparación de parámetros estadísticos*

Parámetros estadísticos	Serie de datos		Observación
	Primarios	Completados	
Precipitación total mensual (mm) - Estación Alao			
Suma	28,008.80	30,611.00	La serie completada tiene menor varianza que la serie original, por lo que es más precisa y es de uso recomendable
Número de datos	219.00	240.00	
Promedio	127.89	127.55	
Varianza	5,294.2348	4,960.9675	
Desviación estándar	72.7615	70.4341	
Precipitación total mensual (mm) - Estación San Pablo			
Suma	23,689.00	24,837.74	La serie completada tiene menor varianza que la serie original, por lo que es más precisa y es de uso recomendable
Número de datos	229.00	240.00	
Promedio	103.45	103.49	
Varianza	3,714.7318	3,572.5293	
Desviación estándar	60.9486	59.7706	
Precipitación total mensual (mm) - Estación Saposoa			
Suma	29,440.10	30,711.45	La serie completada tiene menor varianza que la serie original, por lo que es más precisa y es de uso recomendable
Número de datos	230.00	240.00	
Promedio	128.00	127.96	
Varianza	4,910.3738	4,723.6090	
Desviación estándar	70.0741	68.7285	
Temperatura media mensual (°C) - Estación Alao			
Suma	5,636.80	6,176.14	La serie completada tiene menor varianza que la serie original, por lo que es más precisa y es de uso recomendable
Número de datos	219.00	240.00	
Promedio	25.74	25.73	
Varianza	0.6762	0.6486	
Desviación estándar	0.8223	0.8054	

Parámetros estadísticos	Serie de datos		Observación
	Primarios	Completados	
Temperatura media mensual (°C) – Estación San Pablo			
Suma	5,617.20	6,446.87	La serie completada tiene menor varianza que la serie original, por lo que es más precisa y es de uso recomendable
Número de datos	209.00	240.00	
Promedio	26.88	26.86	
Varianza	0.5224	0.4958	
Desviación estándar	0.7228	0.7041	
Temperatura media mensual (°C) - Estación Saposoa			
Suma	6,057.20	6,377.85	La serie completada tiene menor varianza que la serie original, por lo que es más precisa y es de uso recomendable
Número de datos	228.00	240.00	
Promedio	26.57	26.57	
Varianza	0.5790	0.5575	
Desviación estándar	0.7609	0.7467	
Temperatura máxima promedio mensual (°C) - Estación Alao			
Suma	7,031.50	7,720.90	La serie completada tiene menor varianza que la serie original, por lo que es más precisa y es de uso recomendable
Número de datos	219.00	240.00	
Promedio	32.11	32.17	
Varianza	1.0105	1.0007	
Desviación estándar	1.0052	1.0003	
Temperatura máxima promedio mensual (°C) - Estación San Pablo			
Suma	6,946.40	7,972.09	La serie completada tiene menor varianza que la serie original, por lo que es más precisa y es de uso recomendable
Número de datos	209.00	240.00	
Promedio	33.24	33.22	
Varianza	1.3540	1.2824	
Desviación estándar	1.1636	1.1324	
Temperatura máxima promedio mensual (°C) - Estación Saposoa			
Suma	7,421.40	7,813.87	La serie completada tiene menor varianza que la serie original, por lo que es más precisa y es de uso recomendable
Número de datos	228.00	240.00	
Promedio	32.55	32.56	
Varianza	0.9933	0.9643	
Desviación estándar	0.9967	0.9820	
Temperatura mínima promedio mensual (°C) - Estación Alao			
Suma	4,581.80	5,017.73	La serie completada tiene menor varianza que la serie original, por lo que es más precisa y es de uso recomendable
Número de datos	219.00	240.00	
Promedio	20.92	20.91	
Varianza	0.7512	0.7316	
Desviación estándar	0.8667	0.8553	
Temperatura mínima promedio mensual (°C) - Estación San Pablo			
Suma	4,395.40	5,042.35	La serie completada tiene menor varianza que la serie original, por lo que es más precisa y es de uso recomendable
Número de datos	209.00	240.00	
Promedio	21.03	21.01	
Varianza	0.7612	0.7143	
Desviación estándar	0.8725	0.8451	

Parámetros estadísticos	Serie de datos		Observación
	Primarios	Completados	
Temperatura mínima promedio mensual (°C) - Estación Saposoa			
Suma	4,960.90	5,223.21	La serie completada tiene menor varianza que la serie original, por lo que es más precisa y es de uso recomendable
Número de datos	228.00	240.00	
Promedio	21.76	21.76	
Varianza	0.8434	0.8087	
Desviación estándar	0.9184	0.8993	
Velocidad del viento promedio mensual (m/s) - Estación Alao			
Suma	664.60	753.00	La serie completada tiene menor varianza que la serie original, por lo que es más precisa y es de uso recomendable
Número de datos	211.00	240.00	
Promedio	3.15	3.14	
Varianza	0.6957	0.6297	
Desviación estándar	0.8341	0.7935	
Velocidad del viento promedio mensual (m/s) - Estación San Pablo			
Suma	637.90	664.02	La serie completada tiene menor varianza que la serie original, por lo que es más precisa y es de uso recomendable
Número de datos	229.00	240.00	
Promedio	2.79	2.77	
Varianza	0.4857	0.4828	
Desviación estándar	0.6969	0.6948	
Velocidad del viento promedio mensual (m/s) - Estación Saposoa			
Suma	866.10	935.42	La serie completada tiene menor varianza que la serie original, por lo que es más precisa y es de uso recomendable
Número de datos	221.00	240.00	
Promedio	3.92	3.90	
Varianza	1.4798	1.4254	
Desviación estándar	1.2165	1.1939	

Finalmente, el análisis comparativo de la varianza para cada par de series (primarias y completadas), permitió establecer las series completadas que cuentan con mejores parámetros que las series originales para cada variable hidrometeorológica analizada. De este modo, se elaboró la serie de tablas que va desde la Tabla 58 hasta la Tabla 72, en la que se muestran resaltados los valores completados, además de verificar los promedios mensuales multianuales.

Tabla 58*Datos completados de precipitación total mensual (mm) - Estación Alao*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2002	31.50	83.40	87.00	252.70	43.50	75.70	148.80	52.40	73.10	162.80	70.80	42.10	1,123.80
2003	66.10	54.70	154.50	130.90	89.20	120.40	69.20	56.20	95.60	152.30	260.10	225.60	1,474.80
2004	30.80	74.60	86.00	138.20	172.50	90.70	66.70	97.40	113.10	143.60	134.70	181.50	1,329.80
2005	66.50	166.20	171.50	327.90	44.30	63.20	56.10	31.80	75.20	192.10	172.80	142.30	1,509.90
2006	154.00	106.90	223.30	135.90	135.90	51.80	133.80	32.20	67.40	109.00	85.30	58.10	1,293.60
2007	37.30	7.40	222.70	83.40	273.90	22.30	71.40	39.00	208.40	269.90	162.30	84.10	1,482.10
2008	58.80	109.90	328.70	130.10	132.30	79.00	62.50	49.10	248.40	124.40	180.40	108.40	1,612.00
2009	225.80	58.90	241.10	279.70	97.30	277.80	84.80	89.80	149.60	100.00	52.50	51.40	1,708.70
2010	34.40	141.20	116.60	300.90	101.80	97.30	137.20	76.40	83.50	187.10	257.10	166.10	1,699.60
2011	45.10	35.00	166.30	118.90	156.20	88.60	63.90	141.50	100.20	172.40	203.40	232.20	1,523.70
2012	146.90	94.30	258.80	329.70	75.10	136.40	21.70	8.80	60.90	213.70	133.00	76.50	1,555.80
2013	189.90	105.80	141.10	136.50	101.00	95.20	82.30	100.80	121.50	126.00	146.70	178.20	1,525.00
2014	46.60	65.30	175.10	199.00	165.30	94.40	69.00	57.60	134.40	289.10	143.10	67.80	1,506.70
2015	176.70	151.70	163.70	282.30	120.90	72.70	59.70	87.10	40.50	103.40	194.10	120.00	1,572.80
2016	40.20	226.40	384.70	162.40	98.00	74.50	45.30	49.30	121.00	190.30	68.20	46.30	1,506.60
2017	144.90	221.40	235.70	55.60	171.70	74.80	60.60	67.10	167.90	167.00	199.20	97.90	1,663.80
2018	163.60	176.10	149.20	233.40	195.60	37.50	109.80	93.40	52.70	140.20	78.20	124.90	1,554.60
2019	152.80	221.00	205.90	303.30	98.20	93.80	164.20	34.70	176.40	264.40	223.20	141.40	2,079.30
2020	84.60	56.00	145.60	138.02	113.26	103.34	93.96	96.78	150.95	107.24	169.55	137.12	1,396.42
2021	110.57	94.34	246.79	98.09	98.74	90.96	97.89	70.47	121.36	146.87	139.68	176.22	1,491.98
PROMEDIO	100.35	112.53	195.21	191.85	124.24	92.02	84.94	66.59	118.11	168.09	153.72	122.91	1,530.55

Tabla 59*Datos completados de precipitación total mensual (mm) - Estación San Pablo*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2002	18.70	27.60	61.90	104.90	65.90	82.40	118.90	61.90	74.50	80.70	65.80	48.30	811.50
2003	85.10	109.10	115.70	131.30	75.60	136.10	36.20	94.50	87.70	131.50	145.70	235.70	1,384.20
2004	46.10	65.20	71.20	81.60	37.20	94.10	57.60	80.60	42.70	213.70	153.90	95.90	1,039.80
2005	49.40	85.90	89.20	201.90	38.30	48.90	36.00	37.50	24.00	113.30	244.90	161.10	1,130.40
2006	70.50	106.00	186.60	111.90	34.70	121.00	66.10	41.50	130.30	128.80	101.20	47.70	1,146.30
2007	28.90	20.80	283.10	74.00	186.90	29.50	28.10	51.70	93.60	185.50	151.60	64.20	1,197.90
2008	86.40	79.80	142.40	101.10	62.00	27.20	32.30	91.70	106.80	113.10	96.80	172.10	1,111.70
2009	159.40	81.40	164.90	299.20	130.60	82.60	32.70	37.90	139.20	104.80	84.70	40.70	1,358.10
2010	23.30	110.70	112.30	94.50	46.80	50.60	33.50	41.10	140.40	57.80	157.50	103.30	971.80
2011	57.40	36.00	184.80	162.10	159.70	85.90	42.50	24.10	225.40	76.40	138.40	156.30	1,349.00
2012	134.50	100.80	184.60	175.90	33.70	92.00	23.50	26.60	14.00	179.70	155.60	176.80	1,297.70
2013	165.00	168.10	274.60	126.60	111.10	100.50	26.60	176.00	144.80	157.60	100.40	70.00	1,621.30
2014	58.90	141.10	151.10	168.00	16.40	14.70	81.90	58.20	132.60	188.00	125.80	46.30	1,183.00
2015	142.40	162.10	118.50	232.80	126.40	62.70	58.00	37.50	27.70	188.70	169.90	79.90	1,406.60
2016	36.00	162.80	190.20	109.40	103.70	26.80	24.40	40.20	155.40	112.70	63.90	16.80	1,042.30
2017	94.30	207.90	172.90	60.00	230.30	29.60	51.20	83.00	153.90	98.10	147.70	64.40	1,393.30
2018	342.50	156.70	127.70	206.60	81.20	35.50	47.10	80.80	113.40	143.50	126.60	143.00	1,604.60
2019	62.30	118.20	167.40	155.80	51.40	47.80	89.60	35.70	169.80	138.50	204.90	109.00	1,350.40
2020	57.10	36.40	75.00	120.04	104.14	82.46	73.73	76.97	126.86	139.66	85.91	76.11	1,054.38
2021	124.53	138.33	225.40	89.20	51.20	75.70	88.70	53.40	102.20	160.80	90.60	183.40	1,383.46
PROMEDIO	92.14	105.75	154.98	140.34	87.36	66.30	52.43	61.54	110.26	135.64	130.59	104.55	1,241.89

Tabla 60*Datos completados de precipitación total mensual (mm) - Estación Saposoa*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2002	81.00	79.50	123.80	193.80	121.40	106.00	218.10	44.00	161.90	177.40	93.70	21.60	1,422.20
2003	55.60	166.20	238.80	101.30	173.70	125.60	63.30	59.00	133.80	134.00	260.20	306.50	1,818.00
2004	14.10	87.60	144.10	60.30	38.40	92.70	69.20	113.50	120.40	104.40	142.40	177.90	1,165.00
2005	141.80	78.40	147.10	284.00	134.80	69.80	16.70	57.10	23.80	107.10	152.90	246.00	1,459.50
2006	114.90	195.00	163.30	129.30	53.00	112.30	49.70	41.10	112.10	177.10	213.80	65.90	1,427.50
2007	105.50	35.90	176.70	167.00	168.50	51.60	17.90	66.80	125.50	213.40	256.20	96.40	1,481.40
2008	131.30	174.10	256.60	129.00	137.20	97.00	81.20	53.00	132.50	98.10	212.40	224.50	1,726.90
2009	245.80	142.40	128.70	245.90	145.10	63.80	14.80	74.90	128.40	113.20	139.80	111.90	1,554.70
2010	12.40	145.20	91.00	177.40	202.40	62.50	65.70	48.60	26.90	60.60	130.70	109.30	1,132.70
2011	101.80	53.70	224.00	204.20	74.70	116.20	93.50	43.20	149.70	101.10	201.10	255.80	1,619.00
2012	167.30	124.70	139.40	240.30	53.30	110.00	26.30	32.40	74.10	213.20	129.50	146.50	1,457.00
2013	168.50	203.20	377.90	82.40	84.70	109.60	47.30	160.60	77.30	160.40	170.50	181.80	1,824.20
2014	68.90	145.40	174.60	226.40	47.40	101.00	93.30	75.40	145.00	195.50	174.10	58.40	1,505.40
2015	262.50	245.20	121.40	294.60	159.70	78.20	89.60	51.10	89.90	130.40	137.50	163.00	1,823.10
2016	61.70	247.70	288.60	169.20	137.10	44.10	21.80	35.30	235.80	248.30	66.60	33.20	1,589.40
2017	205.60	217.70	160.90	105.20	152.60	69.80	44.00	115.80	113.00	103.00	264.00	173.70	1,725.30
2018	173.70	230.20	110.70	246.20	82.00	25.70	57.20	53.50	112.91	155.57	87.60	154.50	1,489.78
2019	141.20	135.10	288.80	82.90	72.30	67.50	234.90	68.90	132.60	176.00	171.30	181.30	1,752.80
2020	49.80	43.80	85.50	168.93	134.92	95.63	111.60	115.79	115.21	137.99	122.80	126.20	1,308.17
2021	115.90	140.30	296.60	61.90	115.80	60.20	62.00	32.70	110.00	102.00	177.80	154.20	1,429.40
PROMEDIO	120.97	144.57	186.93	168.51	114.45	82.96	73.91	67.13	116.04	145.44	165.25	149.43	1,535.57

Tabla 61*Datos completados de temperatura media mensual (°C) - Estación Alao*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2002	26.20	26.40	26.00	25.50	25.40	24.60	24.10	24.50	25.40	25.50	25.80	26.80	25.52
2003	27.00	26.20	25.70	25.40	24.80	24.80	24.10	24.70	25.30	26.20	26.20	25.50	25.49
2004	27.20	26.00	25.70	26.00	25.30	23.90	23.90	24.10	24.30	26.00	25.90	26.00	25.36
2005	27.00	26.00	26.40	25.30	25.50	25.00	24.30	25.50	26.00	25.90	25.90	25.90	25.73
2006	26.00	25.90	25.20	25.30	24.70	24.80	24.40	25.10	25.50	26.50	26.40	27.00	25.57
2007	27.10	27.80	25.50	25.20	24.70	25.10	25.20	25.60	24.80	25.30	25.60	26.30	25.68
2008	25.90	25.60	24.80	25.30	24.50	24.70	24.40	25.70	25.20	25.20	25.80	26.90	25.33
2009	25.20	25.90	25.10	24.90	25.10	24.40	24.80	25.20	25.30	26.40	27.60	27.70	25.63
2010	27.70	27.10	26.70	26.00	25.90	24.90	24.90	25.50	26.20	26.50	26.10	26.30	26.15
2011	27.00	26.40	25.60	25.40	25.20	24.80	24.70	25.50	25.00	25.80	26.00	25.80	25.60
2012	26.20	25.70	25.30	25.00	25.30	24.40	24.60	25.80	26.00	26.20	26.70	26.60	25.65
2013	26.20	25.60	26.20	25.90	25.60	24.50	23.90	24.30	25.90	25.80	26.30	26.40	25.55
2014	26.50	26.40	25.40	25.00	25.90	25.20	25.00	25.10	25.20	25.40	26.50	26.50	25.68
2015	26.10	25.70	25.80	25.00	25.30	24.80	25.00	26.00	26.90	27.00	27.00	26.50	25.93
2016	28.60	26.40	26.20	26.00	25.80	25.10	25.20	26.00	26.10	26.50	27.60	27.20	26.39
2017	26.10	26.60	26.00	26.10	25.90	25.80	24.80	26.20	25.60	26.40	26.60	26.80	26.08
2018	25.80	26.60	25.70	25.50	25.80	25.20	25.20	25.10	26.00	26.00	27.20	26.70	25.90
2019	26.20	26.00	25.80	25.80	26.00	25.40	24.80	24.90	25.80	25.40	26.20	26.60	25.74
2020	26.90	27.40	26.90	26.06	25.94	25.13	24.84	27.28	25.47	26.08	26.23	26.12	26.20
2021	25.99	25.91	25.16	25.43	25.50	24.70	24.76	25.39	25.38	26.41	25.83	25.73	25.52
PROMEDIO	26.54	26.28	25.76	25.50	25.41	24.86	24.65	25.37	25.57	26.02	26.37	26.47	25.73

Tabla 62*Datos completados de temperatura media mensual (°C) - Estación San Pablo*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2002	27.16	27.22	26.89	26.70	26.58	25.97	25.56	26.04	26.65	26.77	26.86	27.69	26.67
2003	27.87	27.18	26.73	26.58	26.12	26.14	25.61	26.02	26.30	27.10	26.90	26.50	26.59
2004	28.00	26.70	26.30	27.00	26.70	25.10	25.10	25.40	25.80	26.80	27.00	27.00	26.41
2005	27.80	27.00	27.40	26.40	26.70	26.30	25.40	26.60	27.10	26.80	26.70	26.80	26.75
2006	26.70	26.60	26.20	26.30	25.70	26.10	25.60	26.40	26.50	27.50	27.30	27.50	26.53
2007	27.90	28.20	26.40	26.30	26.00	26.10	25.80	26.40	26.10	26.60	26.70	27.30	26.65
2008	26.90	26.60	26.10	26.50	25.80	25.90	25.90	27.00	26.40	26.70	27.10	27.70	26.55
2009	26.30	26.80	26.20	25.80	26.20	25.50	26.00	26.50	26.60	27.50	28.20	28.20	26.65
2010	28.10	27.80	27.40	27.30	26.90	26.20	26.10	26.70	27.40	27.40	27.00	27.20	27.13
2011	27.80	27.10	26.20	26.30	26.00	25.70	25.90	26.60	26.70	27.00	27.30	26.60	26.60
2012	27.00	26.50	26.30	26.20	26.40	26.20	26.20	27.70	27.60	27.40	27.70	26.70	26.83
2013	27.20	27.10	27.20	27.40	27.20	26.30	26.10	29.90	30.60	27.30	27.30	27.60	27.60
2014	27.40	26.80	26.40	26.00	27.10	26.70	26.40	26.30	26.40	26.70	27.80	27.80	26.82
2015	27.00	26.80	26.90	26.50	26.60	26.70	26.60	27.50	28.00	27.80	27.90	27.10	27.12
2016	29.40	26.50	26.60	26.80	26.70	26.50	27.00	27.60	27.30	27.10	27.90	27.60	27.25
2017	26.30	26.90	26.90	27.00	26.70	27.00	26.70	27.40	26.80	27.00	27.30	27.90	26.99
2018	27.00	27.10	26.70	26.90	27.20	27.10	27.00	26.90	27.50	27.00	27.50	27.60	27.13
2019	27.20	27.10	26.90	27.00	27.70	27.30	27.30	26.90	27.30	27.00	27.20	27.30	27.18
2020	27.70	27.70	27.60	26.95	26.90	26.80	26.52	27.17	26.92	27.25	27.37	27.35	27.19
2021	26.87	27.23	26.30	26.40	26.70	25.90	26.30	26.70	26.50	27.20	26.70	26.60	26.62
PROMEDIO	27.38	27.05	26.68	26.62	26.60	26.28	26.15	26.89	27.02	27.10	27.29	27.30	26.86

Tabla 63*Datos completados de temperatura media mensual (°C) - Estación Saposoa*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2002	26.80	26.60	26.10	26.40	26.10	25.30	24.70	25.80	26.40	26.70	26.40	27.70	26.25
2003	28.00	26.90	26.10	26.10	25.50	25.60	24.90	25.30	26.10	27.00	27.00	26.20	26.23
2004	27.90	26.70	26.40	27.00	26.50	24.90	25.20	25.00	25.40	27.00	27.20	26.90	26.34
2005	27.50	26.90	26.80	26.00	26.30	26.10	25.00	26.30	27.30	27.30	26.90	26.60	26.58
2006	26.80	26.40	26.20	26.30	25.70	25.80	25.50	26.40	26.90	28.00	27.20	27.30	26.54
2007	27.20	27.90	26.10	26.30	25.93	25.90	25.60	26.20	26.10	26.60	26.50	27.00	26.44
2008	26.70	26.30	25.80	26.20	25.60	25.40	25.50	26.80	26.50	26.80	27.30	27.31	26.35
2009	26.40	26.70	26.30	26.30	26.50	25.60	26.40	26.70	26.80	27.60	28.30	27.80	26.78
2010	28.30	27.80	27.90	27.10	26.90	26.30	26.00	26.50	27.50	27.60	27.20	27.10	27.18
2011	27.50	27.00	26.30	26.50	26.40	26.00	25.90	26.80	26.30	27.10	27.30	26.70	26.65
2012	27.10	26.60	26.50	26.30	26.50	25.70	25.70	27.00	27.50	27.10	27.50	27.10	26.72
2013	27.30	26.90	26.90	27.00	26.80	25.60	25.20	29.00	26.80	27.00	27.20	27.10	26.90
2014	26.90	26.70	26.00	29.40	26.80	26.50	25.90	25.90	26.30	26.40	27.30	27.40	26.79
2015	26.60	26.20	26.60	26.30	26.10	25.70	26.10	27.00	26.10	27.20	27.80	26.80	26.54
2016	25.60	26.40	26.70	26.60	26.60	25.60	26.10	26.90	23.70	26.90	27.90	27.30	26.36
2017	26.00	26.60	26.10	26.30	26.30	26.00	25.90	27.10	26.70	27.20	27.50	27.20	26.58
2018	26.30	26.90	26.30	26.30	26.50	25.80	26.20	26.00	26.89	26.74	27.50	27.20	26.55
2019	26.90	26.60	26.50	26.80	26.70	26.10	25.40	25.40	26.60	26.20	26.70	27.20	26.43
2020	27.50	27.40	26.80	26.82	26.79	26.65	26.14	26.77	26.58	27.00	27.03	27.40	26.91
2021	26.50	27.10	25.90	26.50	26.20	25.30	24.80	25.90	26.20	27.90	27.10	27.00	26.37
PROMEDIO	26.99	26.83	26.42	26.63	26.34	25.79	25.61	26.44	26.43	27.07	27.24	27.12	26.57

Tabla 64*Datos completados de temperatura máxima promedio mensual (°C) - Estación Alao*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2002	33.20	32.60	32.30	31.60	31.40	30.70	29.10	31.10	32.70	32.30	32.00	33.00	31.83
2003	33.00	32.30	31.90	31.50	30.90	31.00	30.80	31.40	32.00	33.10	32.60	31.30	31.82
2004	34.00	32.40	32.20	32.50	31.60	29.80	30.10	30.50	30.60	32.50	32.20	32.30	31.73
2005	33.50	31.70	32.30	30.80	31.20	31.20	31.00	32.60	32.70	32.30	32.00	31.80	31.93
2006	31.80	31.80	31.30	31.20	30.60	31.20	31.50	32.00	32.90	32.80	32.30	33.10	31.88
2007	33.20	34.10	31.80	31.20	30.60	31.60	32.00	32.80	31.30	31.80	31.40	32.30	32.01
2008	31.90	31.50	30.50	31.40	30.50	30.70	31.00	32.80	31.70	31.70	32.30	33.40	31.62
2009	31.10	31.60	30.80	30.30	30.80	30.40	30.90	32.10	32.10	32.90	34.20	34.30	31.79
2010	34.30	33.10	33.00	31.50	31.40	31.30	31.00	32.70	33.30	33.80	32.20	32.50	32.51
2011	33.40	32.40	31.30	31.50	30.90	30.40	31.00	33.00	31.30	31.90	32.50	31.60	31.77
2012	32.60	31.50	31.50	30.80	31.40	30.90	31.30	33.30	33.60	32.90	33.60	32.70	32.18
2013	32.40	31.80	32.20	32.90	31.80	30.60	30.90	31.40	33.30	33.10	33.00	33.10	32.21
2014	32.90	32.60	31.00	30.70	31.60	31.50	31.30	32.00	32.10	31.80	32.80	32.40	31.89
2015	32.10	31.40	32.00	30.60	30.90	31.20	31.30	33.40	34.40	34.00	33.50	32.60	32.28
2016	35.60	32.40	31.80	32.40	32.20	31.50	32.10	34.10	33.00	33.30	34.30	33.80	33.04
2017	32.10	32.50	32.00	32.50	32.40	32.10	31.60	33.60	32.50	33.00	32.90	33.20	32.53
2018	32.40	32.80	31.70	31.50	31.90	31.60	31.70	32.00	33.70	32.50	33.60	32.70	32.34
2019	32.10	32.00	31.90	32.10	32.20	32.10	31.50	32.00	33.20	31.80	32.80	32.90	32.22
2020	33.30	33.80	33.70	33.24	32.94	33.04	32.67	33.19	32.74	32.98	33.10	33.16	33.16
2021	32.71	32.85	31.64	31.55	32.30	31.83	32.10	33.16	33.20	34.51	33.15	33.34	32.70
PROMEDIO	32.88	32.36	31.84	31.59	31.48	31.23	31.24	32.46	32.62	32.75	32.82	32.78	32.17

Tabla 65*Datos completados de temperatura máxima promedio mensual (°C) - Estación San Pablo*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2002	34.16	33.54	33.25	32.61	32.44	31.80	30.23	32.25	33.71	33.32	33.05	34.06	32.87
2003	34.14	33.33	32.88	32.53	31.91	31.99	31.85	32.50	32.90	33.50	33.20	31.80	32.71
2004	34.10	32.30	31.60	32.90	32.50	30.70	30.80	31.30	31.80	32.90	32.70	32.50	32.18
2005	33.50	32.30	32.80	31.40	31.90	32.20	31.80	33.30	34.10	32.80	32.30	32.20	32.55
2006	32.10	31.80	31.90	31.50	31.50	31.90	32.10	32.90	33.60	33.60	33.10	33.30	32.44
2007	33.90	34.30	31.80	31.60	31.30	32.20	32.20	33.30	32.80	32.80	32.40	33.10	32.64
2008	32.50	32.40	31.30	31.90	31.30	31.70	32.40	33.70	32.90	32.70	32.90	33.60	32.44
2009	31.60	32.20	31.30	31.00	31.70	31.20	32.70	33.40	33.00	34.00	34.50	34.70	32.61
2010	34.60	33.80	33.40	32.50	32.50	32.60	32.40	33.80	34.10	34.30	33.10	32.80	33.33
2011	34.10	32.80	31.50	31.90	31.40	31.10	31.70	33.90	33.60	33.00	33.60	32.30	32.58
2012	33.70	32.30	32.10	31.50	32.50	32.00	32.50	34.30	35.10	34.40	34.90	33.60	33.24
2013	33.70	33.20	32.90	33.90	33.30	32.60	33.20	33.30	34.80	34.10	33.60	34.20	33.57
2014	33.60	33.00	31.60	31.60	32.90	32.60	32.60	33.10	33.20	32.50	33.90	33.90	32.88
2015	32.60	32.30	32.50	31.90	31.70	32.30	32.40	34.50	35.50	35.00	34.90	33.70	33.28
2016	37.00	33.00	32.70	33.10	32.90	32.80	33.60	34.50	34.40	34.10	35.70	35.20	34.08
2017	33.10	33.80	34.30	34.80	34.20	34.40	33.70	34.80	33.90	34.40	34.60	34.70	34.23
2018	33.80	34.10	33.20	34.10	34.60	34.30	34.10	33.90	35.00	34.50	35.10	34.80	34.29
2019	34.30	34.00	33.90	34.60	35.20	34.70	34.80	34.30	34.40	33.90	34.00	34.40	34.38
2020	35.10	35.20	34.70	33.59	33.56	33.37	33.07	34.17	33.56	33.82	33.77	33.96	33.99
2021	33.53	33.74	33.20	32.90	33.70	33.50	33.90	34.70	34.80	35.50	34.60	34.90	34.08
PROMEDIO	33.76	33.17	32.64	32.59	32.65	32.50	32.60	33.60	33.86	33.76	33.80	33.69	33.22

Tabla 66*Datos completados de temperatura máxima promedio mensual (°C) - Estación Saposoa*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2002	32.90	32.10	31.90	31.70	31.70	31.50	30.10	32.40	32.90	32.50	32.50	33.60	32.15
2003	34.40	32.60	31.70	31.80	30.90	30.80	31.20	32.30	32.80	33.80	33.00	31.60	32.24
2004	33.90	32.50	31.90	32.90	32.50	30.80	31.00	31.50	31.50	33.50	33.00	32.70	32.31
2005	33.60	33.00	32.70	31.40	31.70	32.10	31.80	33.90	34.50	34.20	33.20	32.20	32.86
2006	32.30	31.80	31.90	31.90	31.60	31.00	32.60	33.30	34.30	34.20	33.10	33.10	32.59
2007	33.60	34.50	32.10	32.00	31.34	32.30	32.30	33.50	32.60	32.80	32.30	33.00	32.70
2008	32.60	32.50	31.30	32.10	31.40	31.40	32.80	33.80	33.00	32.40	32.90	33.49	32.47
2009	31.50	31.70	31.00	30.80	31.60	31.00	32.50	33.10	33.10	33.60	34.40	34.00	32.36
2010	34.60	33.40	33.80	32.60	32.50	32.20	31.80	33.10	34.10	34.50	32.70	32.70	33.17
2011	33.40	32.10	31.00	31.90	31.30	30.70	31.50	33.90	32.50	32.60	33.20	31.50	32.13
2012	32.30	31.40	31.90	31.20	31.70	31.40	31.80	34.20	34.30	33.00	32.90	32.20	32.36
2013	32.90	31.60	31.90	33.10	32.20	31.20	31.20	32.80	33.70	33.00	32.70	32.80	32.43
2014	32.80	32.00	30.80	31.50	32.00	32.30	31.80	32.60	33.10	32.30	32.80	33.40	32.28
2015	32.10	31.30	31.80	31.30	31.00	31.40	32.10	34.10	30.10	33.80	34.00	32.50	32.13
2016	35.70	31.50	31.90	32.60	32.10	31.60	32.60	34.70	33.40	33.20	34.30	33.90	33.13
2017	31.20	32.10	31.80	32.20	31.60	31.80	31.90	33.80	32.80	33.60	33.40	33.20	32.45
2018	32.30	32.90	32.30	31.80	32.50	32.30	33.00	32.70	33.83	32.95	32.90	33.30	32.73
2019	32.50	32.50	32.50	33.30	32.70	33.00	32.10	33.10	34.10	33.20	33.30	32.90	32.93
2020	33.80	33.80	33.20	32.00	32.62	32.50	32.46	32.76	32.82	32.51	33.19	33.50	32.93
2021	32.80	33.40	31.40	31.50	32.40	31.50	31.70	33.30	33.30	35.60	33.40	33.50	32.82
PROMEDIO	33.06	32.44	31.94	31.98	31.87	31.64	31.91	33.24	33.14	33.36	33.16	32.95	32.56

Tabla 67*Datos completados de temperatura mínima promedio mensual (°C) - Estación Alao*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2002	20.80	21.60	21.20	21.60	21.10	19.60	20.10	18.90	19.60	20.80	20.90	21.30	20.63
2003	21.30	21.70	21.20	21.00	20.70	20.50	19.00	19.20	19.70	20.70	21.30	21.70	20.67
2004	21.20	21.00	21.50	21.40	21.20	19.90	19.70	18.90	19.40	21.00	21.30	21.20	20.64
2005	21.20	21.50	21.50	21.40	21.00	20.40	18.80	19.30	20.10	21.10	21.20	21.10	20.72
2006	21.30	20.80	21.10	21.00	20.10	20.20	19.00	19.30	19.80	21.50	21.50	21.60	20.60
2007	21.30	21.20	21.00	20.90	20.50	20.10	19.00	19.50	19.60	20.40	21.00	21.20	20.48
2008	20.80	20.70	20.60	20.50	20.30	20.30	19.30	19.60	19.70	20.70	21.20	21.20	20.41
2009	21.00	21.10	21.10	21.10	20.90	19.90	20.10	20.20	20.20	21.00	21.90	22.00	20.88
2010	21.10	22.20	21.90	22.20	21.70	20.60	19.90	19.40	20.30	21.00	21.30	21.50	21.09
2011	21.50	21.40	21.60	21.10	21.30	20.70	19.90	19.60	20.20	21.60	21.50	22.00	21.03
2012	21.40	21.30	21.00	21.50	20.70	19.60	19.00	19.90	19.70	21.20	21.80	22.10	20.77
2013	21.80	21.50	22.10	21.00	21.50	20.30	19.10	19.60	19.90	21.20	21.30	21.40	20.89
2014	21.80	21.70	21.80	21.20	21.70	20.80	20.20	19.90	20.20	20.50	21.70	21.90	21.12
2015	21.80	21.70	21.80	21.40	21.50	20.30	20.60	20.30	20.80	21.60	22.20	21.80	21.32
2016	22.40	22.60	22.50	22.00	21.70	20.50	20.00	19.70	20.50	21.50	21.90	21.80	21.43
2017	21.60	21.80	21.80	21.70	21.50	21.20	19.60	20.30	20.70	21.00	21.90	21.60	21.23
2018	21.20	21.60	21.60	21.60	21.40	20.20	20.00	19.80	20.50	21.90	22.50	21.70	21.17
2019	21.80	22.00	22.10	21.60	21.50	20.70	19.90	19.40	20.60	21.10	21.60	22.10	21.20
2020	22.30	22.40	22.20	21.34	21.65	20.96	20.32	19.81	20.27	20.56	21.68	21.98	21.29
2021	21.51	21.58	20.71	20.69	20.28	20.18	19.12	19.77	20.58	21.00	21.09	20.85	20.61
PROMEDIO	21.46	21.57	21.52	21.31	21.11	20.35	19.63	19.62	20.12	21.07	21.54	21.60	20.91

Tabla 68*Datos completados de temperatura mínima promedio mensual (°C) - Estación San Pablo*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2002	21.33	21.17	21.08	21.18	20.56	20.56	19.98	20.44	20.34	21.49	21.75	21.81	20.97
2003	21.50	21.91	21.59	21.59	21.67	20.58	20.63	20.66	19.20	20.50	21.70	22.40	21.16
2004	22.50	22.10	22.20	22.30	21.80	20.30	20.20	19.60	19.90	21.90	22.50	22.50	21.48
2005	22.00	22.30	22.50	22.30	21.80	20.80	19.10	19.50	20.60	22.10	21.90	22.10	21.42
2006	22.00	21.90	22.00	21.70	20.00	20.60	19.20	20.00	20.30	22.40	22.60	22.50	21.27
2007	22.20	22.00	21.90	22.10	20.90	20.60	19.30	19.80	20.20	21.30	22.10	22.40	21.23
2008	21.90	21.70	21.80	21.70	21.00	20.70	19.80	20.40	20.50	21.50	22.00	21.90	21.24
2009	21.80	21.60	21.70	21.70	21.50	19.90	20.50	20.30	20.80	22.10	22.70	22.30	21.41
2010	21.40	22.60	22.50	23.00	22.00	20.50	19.80	19.30	21.10	21.80	21.70	21.80	21.46
2011	21.90	21.50	22.00	21.60	21.70	21.10	20.30	19.90	21.20	22.40	21.90	22.50	21.50
2012	21.50	21.30	21.40	21.60	21.00	20.40	19.70	20.50	20.80	21.20	20.80	20.70	20.91
2013	21.20	21.10	21.20	20.70	21.20	20.70	19.70	20.30	20.90	21.20	21.10	20.90	20.85
2014	21.10	21.30	21.30	21.20	21.50	19.70	18.70	18.60	19.00	19.00	19.60	21.00	20.17
2015	21.70	21.60	21.70	21.50	21.30	20.60	20.80	20.90	21.00	21.50	21.10	20.80	21.21
2016	21.00	20.70	20.60	20.50	20.50	20.30	20.30	20.50	20.50	20.60	20.80	21.00	20.61
2017	20.60	20.70	20.80	20.80	20.70	20.70	20.50	20.90	20.60	20.70	20.80	20.60	20.70
2018	20.30	20.40	20.60	20.40	20.40	20.30	20.30	20.40	20.50	20.50	20.60	20.70	20.45
2019	20.60	20.80	20.60	20.40	20.80	20.70	20.50	19.90	20.80	20.90	21.30	21.50	20.73
2020	21.40	22.20	21.90	20.60	20.73	20.20	19.95	19.40	20.24	20.42	20.69	21.24	20.75
2021	20.62	21.04	20.70	21.80	21.40	20.60	20.40	20.20	20.20	20.50	20.50	20.20	20.68
PROMEDIO	21.43	21.50	21.50	21.43	21.12	20.49	19.98	20.08	20.43	21.20	21.41	21.54	21.01

Tabla 69*Datos completados de temperatura mínima promedio mensual (°C) - Estación Saposoa*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2002	22.00	22.40	22.10	22.30	22.20	20.70	20.80	20.10	20.40	21.80	21.70	22.50	21.58
2003	22.50	22.40	22.30	22.00	21.70	21.30	19.90	19.80	20.50	21.60	22.30	22.70	21.58
2004	22.90	22.30	22.50	22.50	21.90	20.50	20.60	19.60	20.10	22.00	22.40	22.80	21.68
2005	22.60	22.80	22.80	22.40	22.30	21.50	19.60	19.70	20.80	22.10	22.20	22.60	21.78
2006	22.40	22.60	22.40	22.10	20.70	21.10	19.50	20.20	20.40	22.60	22.60	22.70	21.61
2007	22.20	22.50	22.20	22.10	21.42	20.80	20.00	20.10	20.60	21.50	22.20	22.70	21.53
2008	22.10	21.90	21.80	22.00	21.10	21.10	20.60	21.20	21.00	22.40	22.60	22.26	21.67
2009	22.30	22.90	22.40	22.40	22.60	21.30	21.30	21.30	21.60	22.90	23.10	23.10	22.27
2010	22.30	22.90	23.10	23.00	22.40	21.50	21.00	20.70	21.40	22.40	22.50	22.70	22.16
2011	22.70	22.70	22.40	22.10	22.20	21.60	20.80	20.30	21.10	22.80	22.70	22.70	22.01
2012	22.40	22.20	22.00	22.20	21.80	20.60	19.90	20.20	20.70	22.20	22.70	22.90	21.65
2013	22.70	22.70	23.00	22.00	22.30	21.30	19.70	20.20	20.60	22.20	22.70	22.60	21.83
2014	22.40	22.40	22.50	22.10	22.50	21.70	20.90	20.20	20.80	21.20	22.70	23.00	21.87
2015	22.30	22.40	22.50	21.90	22.40	21.30	21.10	21.10	21.30	22.10	23.30	22.60	22.03
2016	23.30	23.30	23.00	22.70	22.30	21.00	20.60	20.20	20.90	22.30	22.80	22.30	22.06
2017	21.80	22.00	22.20	21.80	22.00	21.70	20.30	21.00	21.20	22.40	23.00	22.50	21.83
2018	22.00	22.20	22.40	22.10	21.80	20.80	20.50	20.50	21.29	22.35	23.00	21.40	21.70
2019	21.30	22.00	21.90	21.60	21.70	20.80	20.20	19.40	20.80	21.20	21.70	22.50	21.26
2020	21.90	22.40	21.70	22.18	22.10	21.40	21.59	21.56	21.75	22.24	22.17	22.10	21.92
2021	21.40	22.00	21.50	21.60	21.10	20.90	19.70	20.40	21.30	21.80	21.90	21.60	21.27
PROMEDIO	22.28	22.45	22.34	22.15	21.93	21.15	20.43	20.39	20.93	22.10	22.51	22.51	21.76

Tabla 70*Datos completados de velocidad del viento promedio mensual (m/s) - Estación Alao*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2002	3.80	3.70	3.10	2.30	3.10	2.70	2.30	3.60	3.30	3.50	3.70	5.00	3.34
2003	4.20	3.40	3.60	2.30	2.50	2.60	3.30	3.10	3.70	4.40	3.40	2.60	3.26
2004	4.00	2.80	2.40	2.60	2.30	2.60	2.80	2.80	2.40	2.90	2.90	3.00	2.79
2005	3.80	2.70	2.80	2.00	2.30	2.70	2.50	3.22	3.12	3.43	3.06	3.31	2.91
2006	3.10	2.90	3.06	2.50	2.20	2.80	3.20	3.20	3.10	4.00	3.80	5.30	3.26
2007	3.60	6.00	3.60	2.60	2.20	2.40	3.20	3.20	2.90	2.60	3.10	3.60	3.25
2008	4.30	3.30	3.40	3.10	2.80	2.20	2.30	3.00	2.40	2.80	2.60	3.40	2.97
2009	3.00	3.60	3.10	2.60	2.80	2.60	2.60	2.70	2.20	3.40	4.90	7.20	3.39
2010	6.80	3.00	3.20	2.10	2.10	2.20	2.40	2.40	3.00	3.30	2.50	2.90	2.99
2011	4.60	3.30	3.60	2.40	2.20	2.20	2.20	2.90	3.40	3.30	3.10	2.80	3.00
2012	3.80	3.50	2.80	2.20	2.40	2.60	2.60	4.10	4.00	3.40	3.80	3.60	3.23
2013	2.50	2.70	3.00	2.50	2.60	2.30	2.50	2.60	3.00	3.00	2.50	3.00	2.68
2014	3.60	3.60	2.10	2.40	2.80	2.40	2.00	2.30	2.20	2.60	3.50	4.40	2.83
2015	3.00	2.50	2.80	2.80	2.50	2.20	2.90	2.40	3.20	3.80	3.20	2.50	2.82
2016	3.70	2.90	2.50	3.50	3.00	2.20	2.90	2.70	3.20	3.10	4.00	4.80	3.21
2017	5.00	3.60	3.30	3.40	2.70	2.80	3.00	3.40	2.90	3.80	3.60	5.00	3.54
2018	5.90	5.60	3.90	2.50	3.00	2.60	2.70	2.70	3.60	3.80	3.80	4.50	3.72
2019	3.30	4.20	3.00	2.90	3.10	2.80	2.70	2.90	4.00	3.50	3.00	3.60	3.25
2020	4.30	5.10	3.10	3.29	3.64	3.87	2.90	2.99	3.24	3.20	2.95	2.17	3.40
2021	2.93	3.43	3.21	2.69	2.95	2.93	3.42	2.78	3.14	2.51	2.94	2.02	2.91
PROMEDIO	3.96	3.59	3.08	2.63	2.66	2.59	2.72	2.95	3.10	3.32	3.32	3.74	3.14

Tabla 71*Datos completados de velocidad del viento promedio mensual (m/s) - Estación San Pablo*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2002	3.40	4.60	3.80	3.40	3.30	2.70	2.80	2.40	3.10	3.50	3.80	3.30	3.34
2003	3.70	3.70	4.40	3.80	3.70	4.00	3.70	4.20	3.40	3.40	3.60	3.80	3.78
2004	3.80	3.40	2.90	4.00	3.80	3.70	3.80	3.50	4.10	3.40	3.70	3.40	3.63
2005	3.80	3.80	4.00	3.90	3.80	3.50	4.00	4.20	4.10	3.80	3.90	3.30	3.84
2006	3.30	3.20	3.70	3.20	3.60	3.10	3.60	3.50	3.90	3.60	3.60	3.60	3.49
2007	4.30	4.00	3.60	3.70	3.30	3.00	3.60	3.80	3.90	3.40	2.60	2.70	3.49
2008	2.60	2.60	2.60	2.40	2.40	2.30	2.60	3.20	3.00	3.90	2.70	4.10	2.87
2009	2.80	2.40	2.80	2.60	2.70	2.80	2.80	3.20	2.80	3.20	3.80	3.90	2.98
2010	4.10	3.40	3.40	3.10	3.40	2.90	2.80	3.20	2.70	2.80	2.50	2.50	3.07
2011	2.40	2.30	2.30	2.30	2.40	2.30	2.40	2.80	3.10	2.80	2.50	2.60	2.52
2012	2.10	2.10	2.50	2.10	2.30	2.80	2.30	2.70	2.60	2.40	2.80	2.80	2.46
2013	2.30	2.70	2.30	2.70	2.70	2.30	2.50	2.50	2.20	2.40	2.20	2.50	2.44
2014	2.20	2.30	2.70	2.10	2.00	2.10	2.10	2.10	2.10	2.00	2.30	2.20	2.18
2015	2.20	2.10	2.20	2.10	2.00	2.00	2.00	2.00	2.40	2.30	2.30	2.00	2.13
2016	2.00	2.20	2.10	2.00	2.00	2.10	2.20	2.10	2.20	2.50	2.20	2.30	2.16
2017	2.40	2.30	2.50	2.20	2.30	2.00	2.30	2.30	2.20	2.10	2.30	2.30	2.27
2018	2.30	2.30	2.20	2.10	2.30	2.10	2.00	2.10	2.20	2.20	2.00	2.00	2.15
2019	2.10	2.10	2.00	2.10	2.10	2.10	2.00	2.30	2.20	2.10	2.10	2.20	2.12
2020	2.30	2.00	2.00	2.80	2.50	2.84	3.02	2.71	2.59	2.63	2.22	1.56	2.43
2021	1.56	1.69	2.00	2.00	2.20	2.00	2.00	2.10	2.10	2.10	2.00	2.10	1.99
PROMEDIO	2.78	2.76	2.80	2.73	2.74	2.63	2.73	2.85	2.84	2.83	2.76	2.76	2.77

Tabla 72*Datos completados de velocidad del viento promedio mensual (m/s) - Estación Saposoa*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2002	5.10	5.70	3.40	5.10	4.70	5.20	4.50	4.50	5.20	5.30	4.80	4.80	4.86
2003	5.80	4.70	6.50	4.90	4.30	4.20	4.70	4.70	5.00	4.70	4.90	5.20	4.97
2004	5.00	5.10	4.90	4.40	4.50	4.70	4.90	4.50	4.50	4.10	5.80	5.70	4.84
2005	6.60	5.30	4.01	5.32	5.10	4.96	4.70	4.70	5.10	6.40	6.10	5.60	5.32
2006	5.60	5.50	5.60	4.90	4.00	4.70	4.50	5.30	4.50	5.70	6.00	6.40	5.23
2007	6.40	6.00	4.90	5.30	4.87	5.40	4.90	4.80	4.80	5.60	5.40	5.00	5.28
2008	4.90	5.40	4.80	4.80	5.30	5.60	4.30	4.60	4.90	5.10	4.40	3.66	4.81
2009	4.40	5.00	4.80	4.00	4.40	4.40	5.10	4.30	4.70	3.90	4.70	3.40	4.43
2010	4.40	3.80	4.20	3.40	3.80	3.80	4.30	4.50	4.50	4.40	4.80	4.20	4.18
2011	5.20	4.60	4.30	4.70	4.30	5.00	4.30	4.80	4.30	3.80	4.20	3.49	4.42
2012	4.70	4.30	4.20	4.10	3.60	2.70	2.60	3.00	3.10	2.80	2.70	3.10	3.41
2013	3.40	3.60	3.10	2.50	2.20	2.60	2.40	2.30	2.40	2.40	2.50	2.70	2.68
2014	2.60	2.60	2.40	2.50	2.30	2.40	2.60	2.50	2.50	2.30	2.80	2.00	2.46
2015	2.60	2.40	2.10	2.10	2.50	2.30	2.10	2.10	2.40	2.90	3.80	3.20	2.54
2016	3.50	4.00	3.00	3.40	3.70	3.20	3.60	2.90	2.50	3.10	3.70	3.40	3.33
2017	4.30	3.30	4.10	3.60	3.80	4.10	3.80	3.40	4.00	4.00	3.30	3.60	3.78
2018	3.80	4.20	4.70	4.20	3.50	4.30	4.80	4.00	3.13	2.92	2.90	1.30	3.65
2019	1.10	1.60	1.50	1.10	1.10	1.20	1.40	3.02	1.60	1.60	1.60	2.40	1.60
2020	2.70	3.00	2.30	3.01	2.99	3.02	2.90	3.25	3.02	2.95	3.00	3.60	2.98
2021	3.10	3.00	3.60	4.30	3.00	3.00	2.70	3.00	3.30	3.50	3.10	2.90	3.21
PROMEDIO	4.26	4.16	3.92	3.88	3.70	3.84	3.76	3.81	3.77	3.87	4.03	3.78	3.90

3.3.3. Objetivo específico 3: Análisis de consistencia de datos hidrometeorológicos

El análisis de consistencia se aplicó sobre cada una de las series de datos completados obtenidos en el acápite anterior. Seguidamente, se procedió con el proceso de Análisis de saltos, el cual comprendió las actividades de identificación, evaluación y corrección.

La actividad de identificación de saltos inició con el análisis de la distribución temporal de cada serie de datos completados, para lo cual, en el software Word 2019, se ploteó la información hidrometeorológica de cada parámetro en el eje de las ordenadas y datos del tiempo cronológico (en años) en el eje de las abscisas. El análisis visual gráfico realizado se aprecia en la serie de figuras que va desde la Figura 20 hasta la Figura 34.

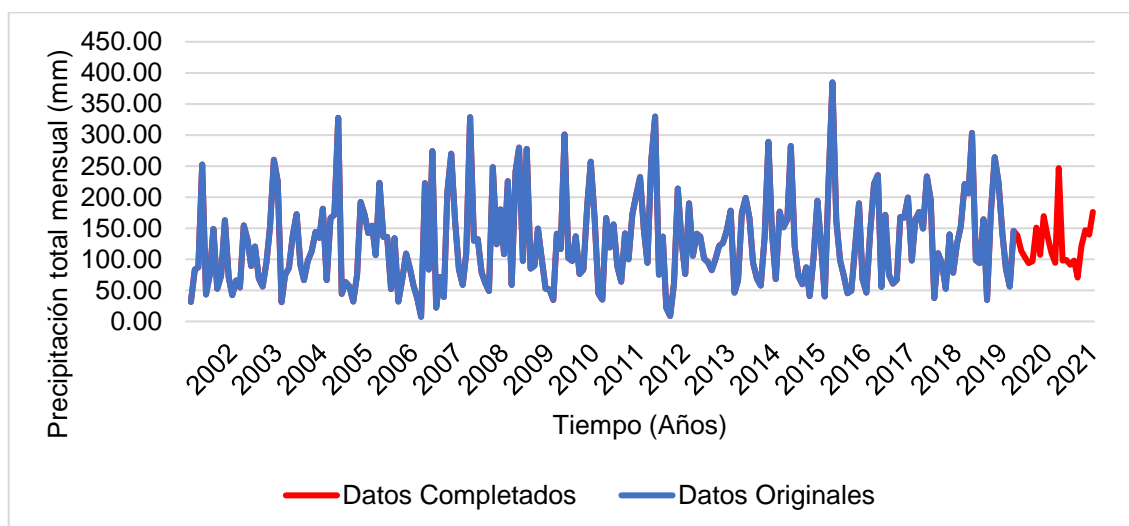


Figura 20.

Análisis visual gráfico - Precipitación (Estación Alao).

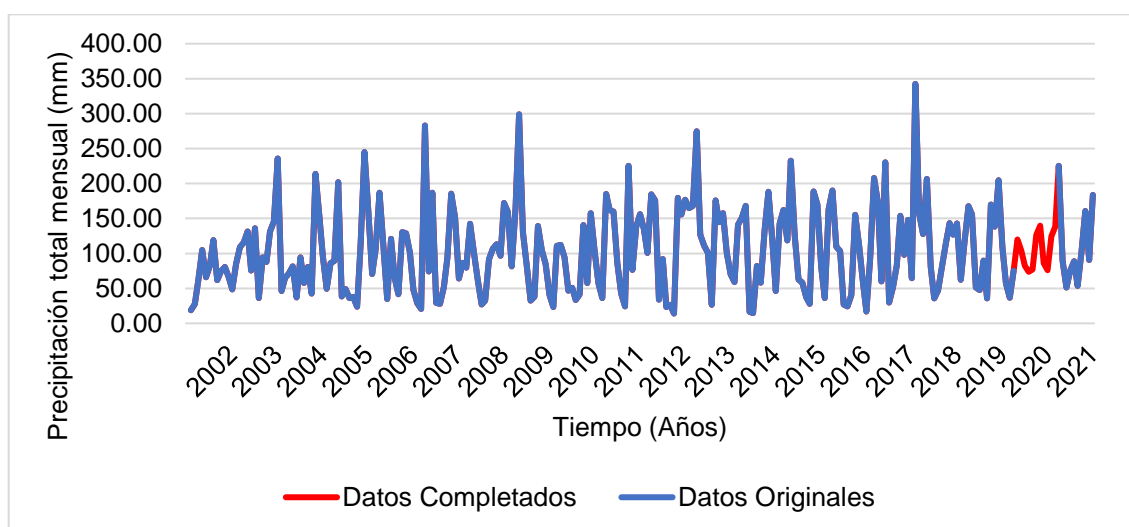


Figura 21.

Análisis visual gráfico - Precipitación (Estación San Pablo).

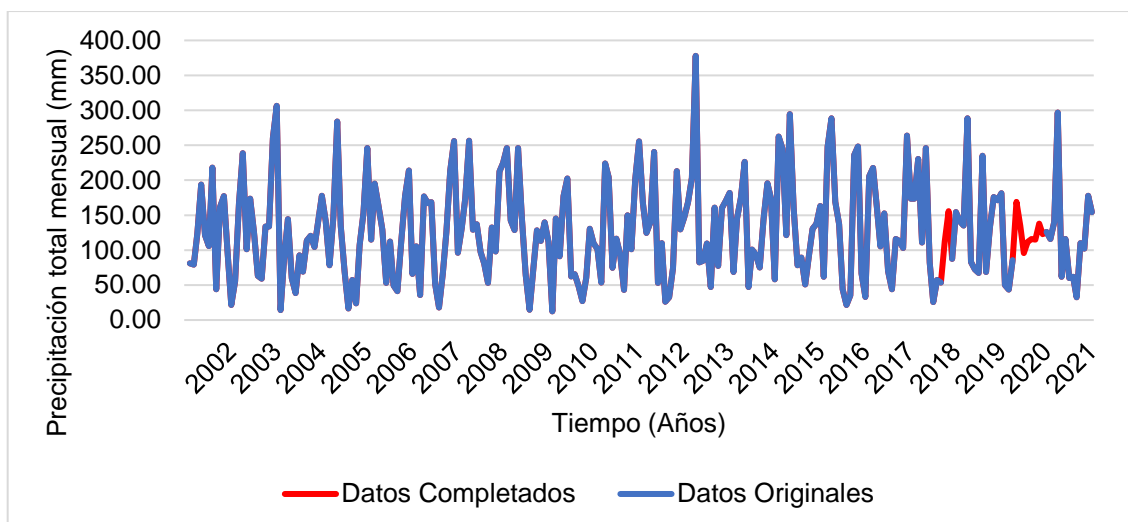


Figura 22.

Análisis visual gráfico - Precipitación (Estación Saposoa).

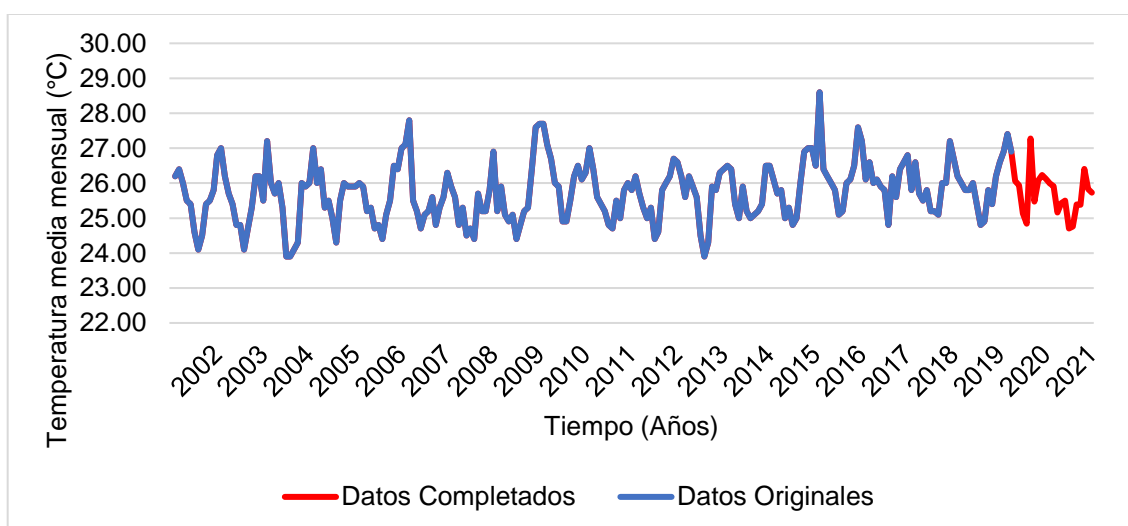


Figura 23.

Análisis visual gráfico - Temperatura media (Estación Alao).

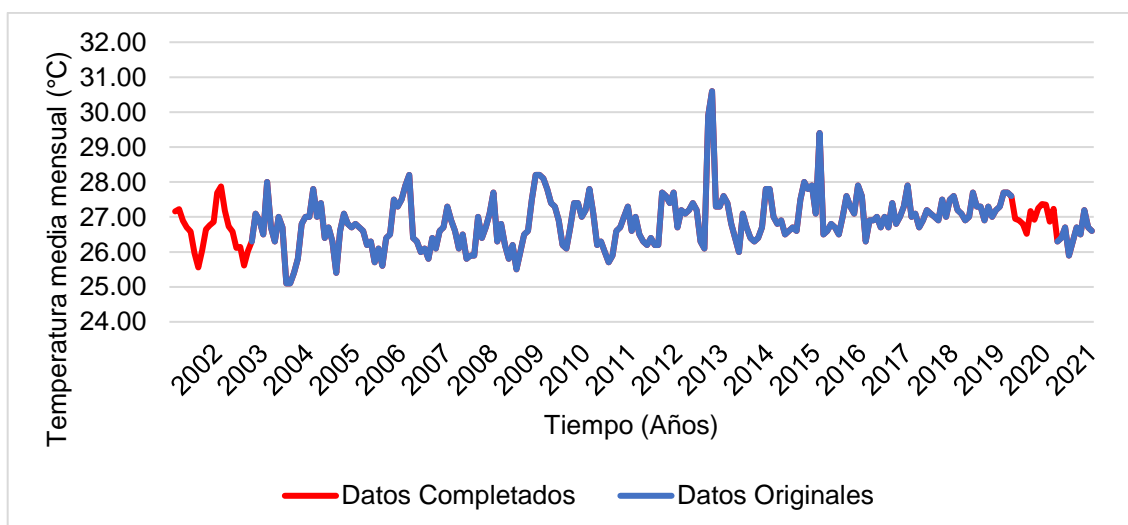


Figura 24.

Análisis visual gráfico - Temperatura media (Estación San Pablo).

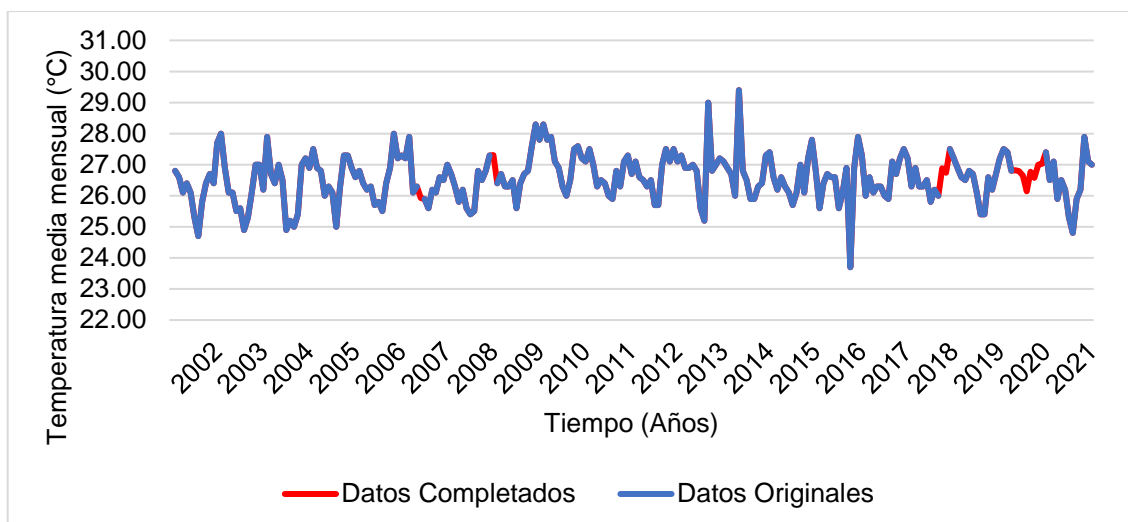


Figura 25.

Análisis visual gráfico - Temperatura media (Estación Saposoa).

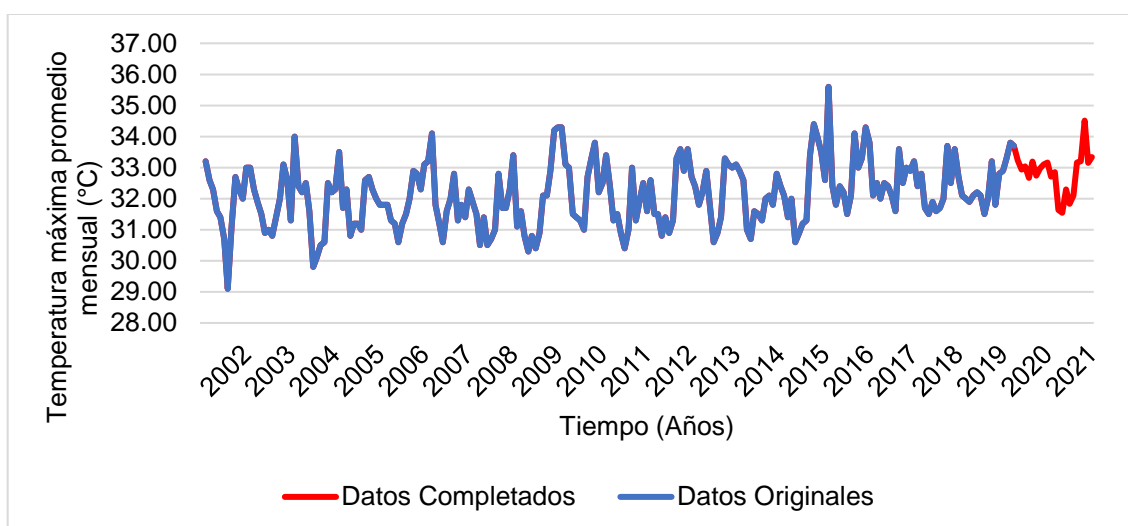


Figura 26.

Análisis visual gráfico - Temperatura máxima (Estación Alao).

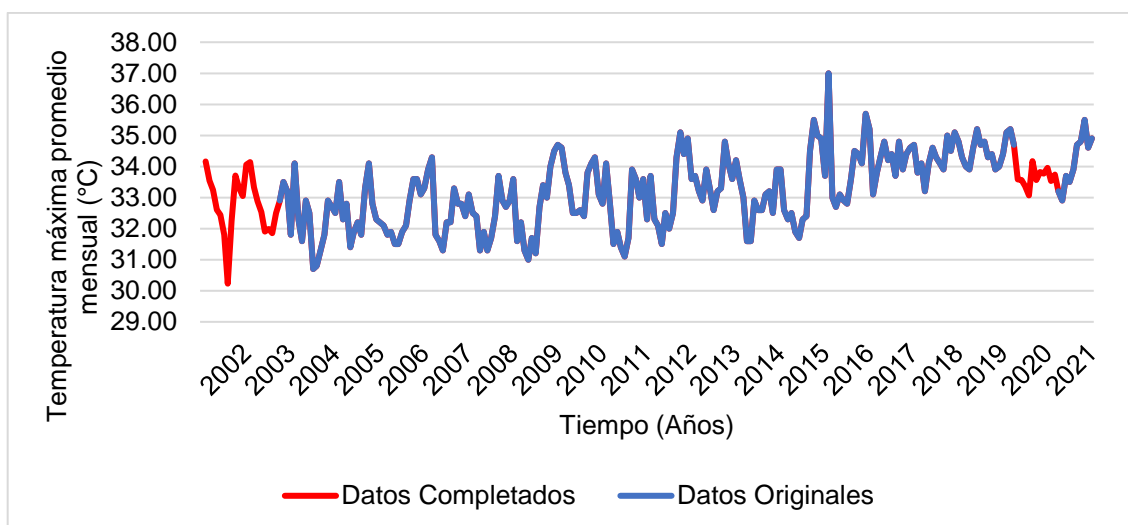


Figura 27.

Análisis visual gráfico - Temperatura máxima (Estación San Pablo).

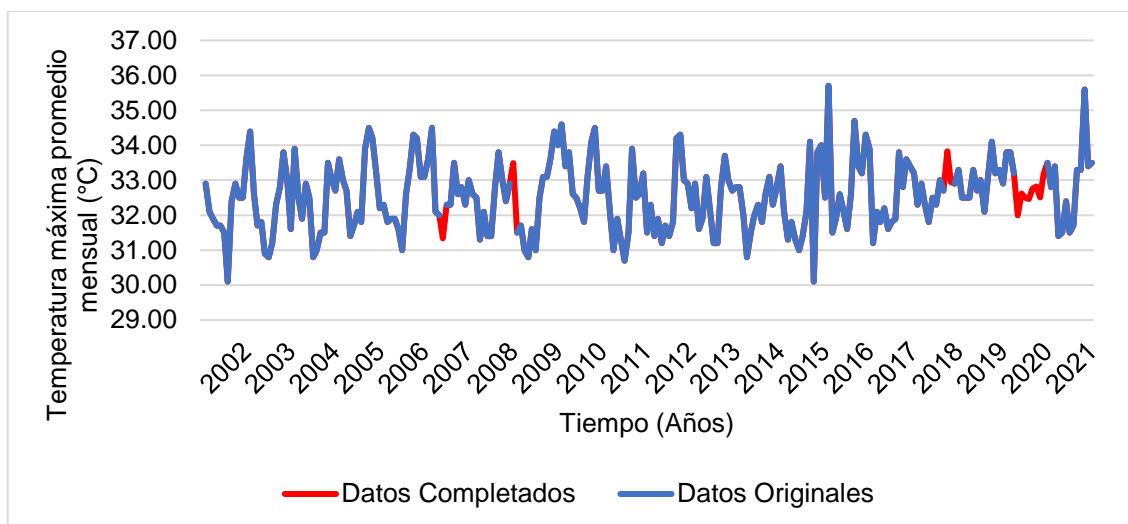


Figura 28.

Análisis visual gráfico - Temperatura máxima (Estación Saposoa).

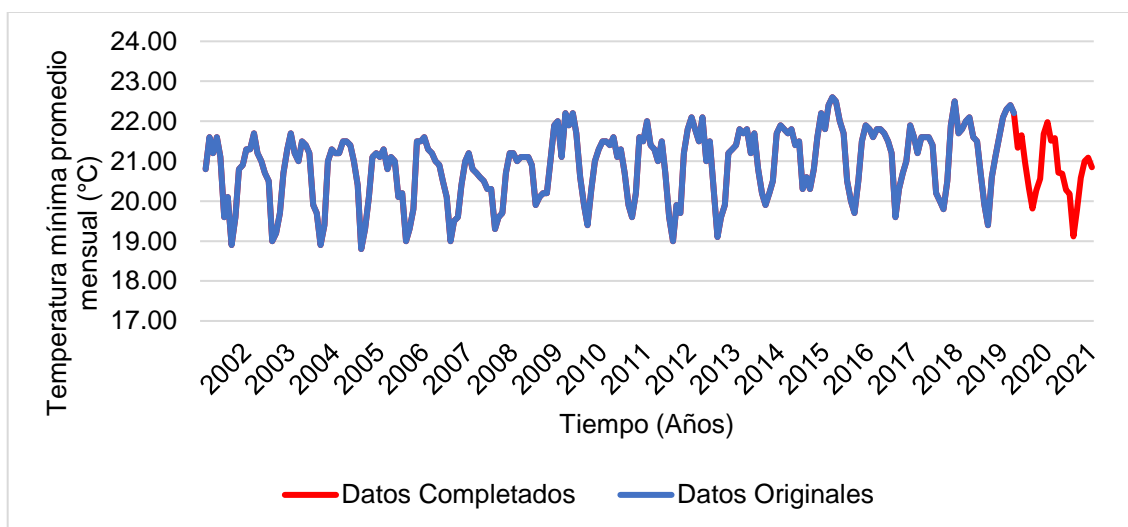


Figura 29.

Análisis visual gráfico - Temperatura mínima (Estación Alao).

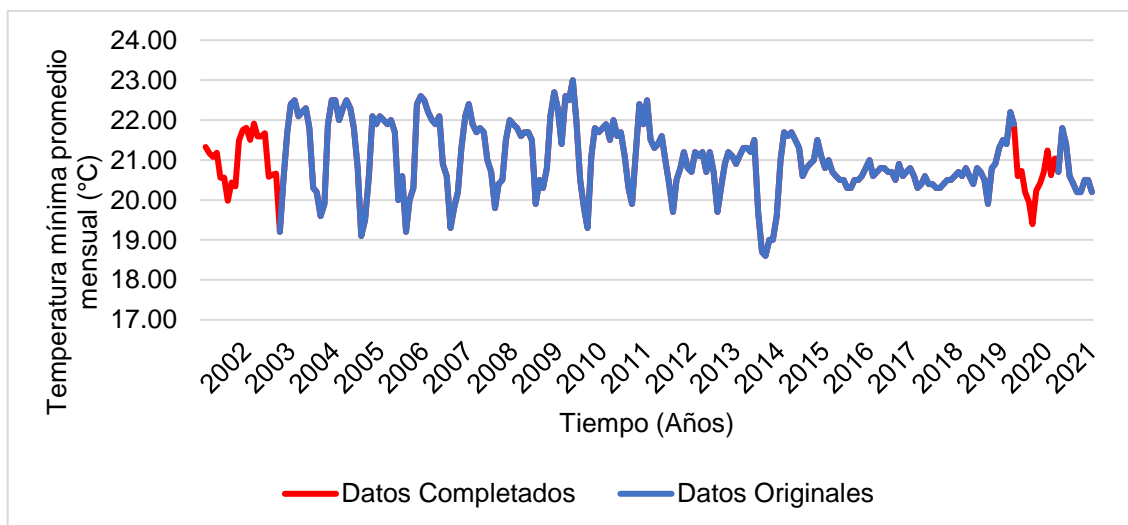


Figura 30.

Análisis visual gráfico - Temperatura mínima (Estación San Pablo).

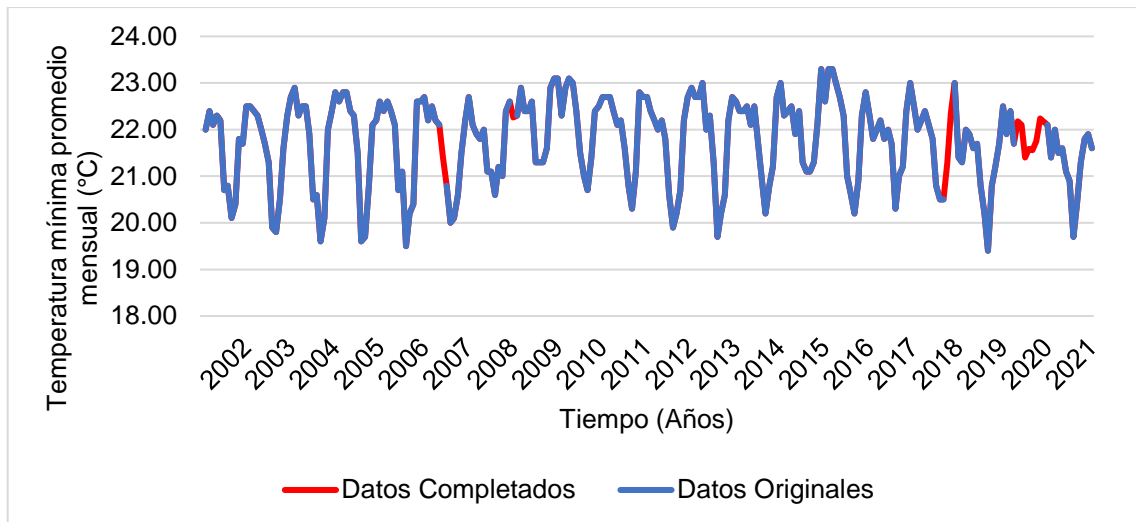


Figura 31.

Análisis visual gráfico - Temperatura mínima (Estación Saposoa).

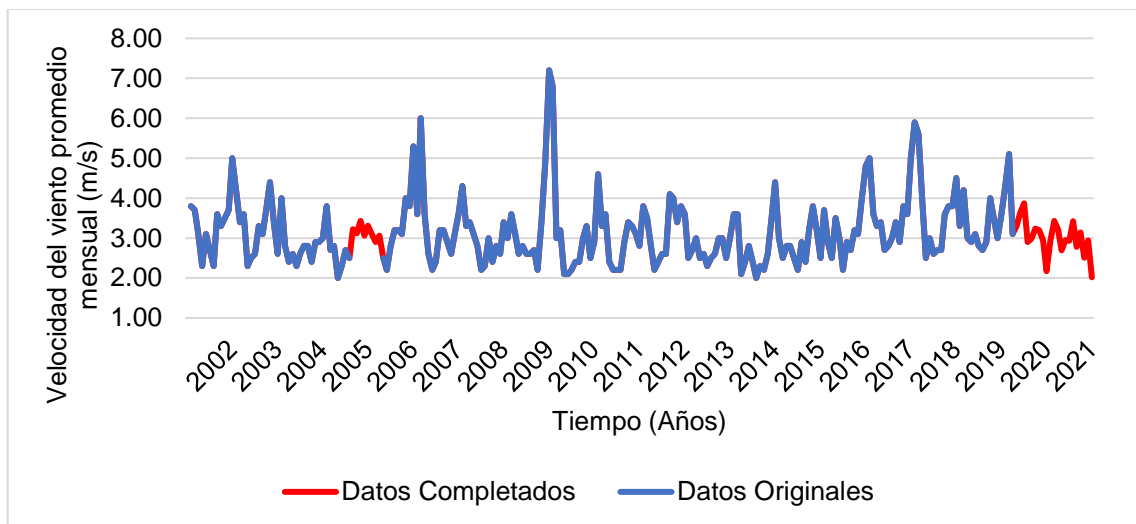


Figura 32.

Análisis visual gráfico - Velocidad del viento (Estación Alao).

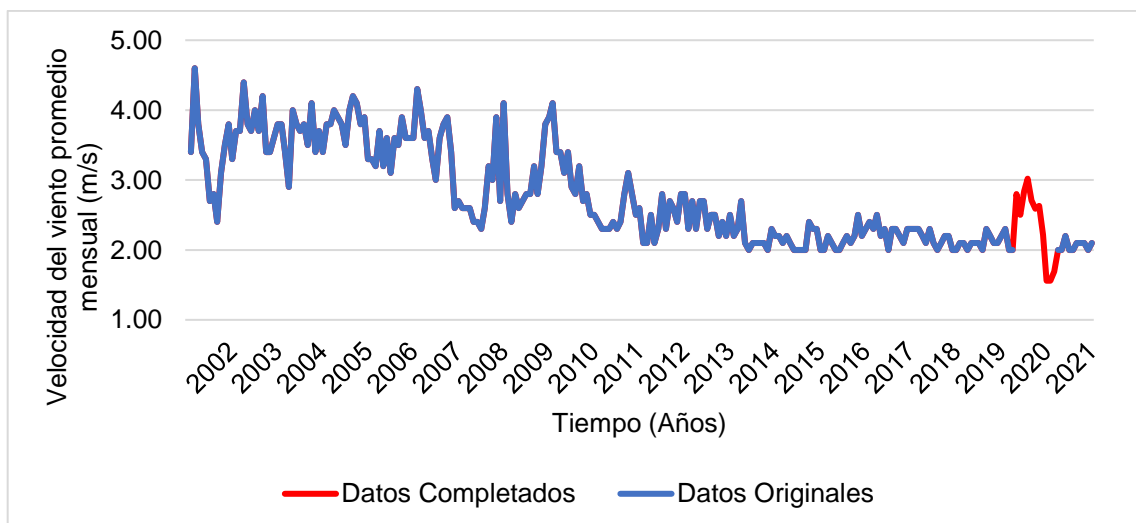


Figura 33.

Análisis visual gráfico - Velocidad del viento (Estación San Pablo).

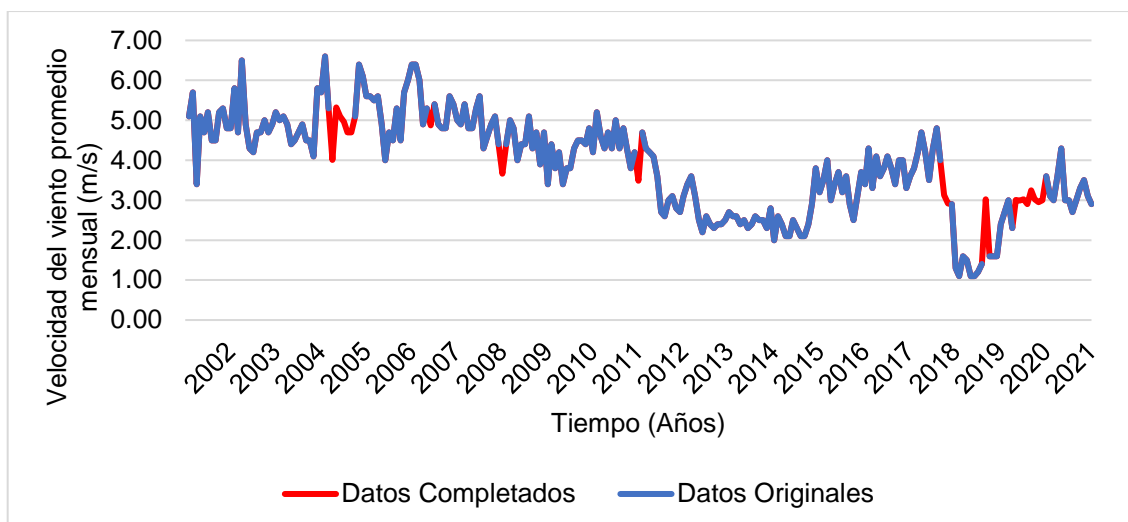


Figura 34.

Análisis visual gráfico - Velocidad del viento (Estación Saposoa).

Asimismo, complementariamente al Análisis visual gráfico, se realizó el Análisis de doble masa, para lo cual, en el software Word 2019, se ploteó el acumulado de los valores promedios de cada variable hidrometeorológica en el eje de las abscisas y los valores acumulados de cada variable hidrometeorológica en el eje de las ordenadas. Los gráficos resultantes para cada parámetro hidrometeorológico se aprecian en la serie de figuras que va desde la Figura 35 hasta la Figura 39.

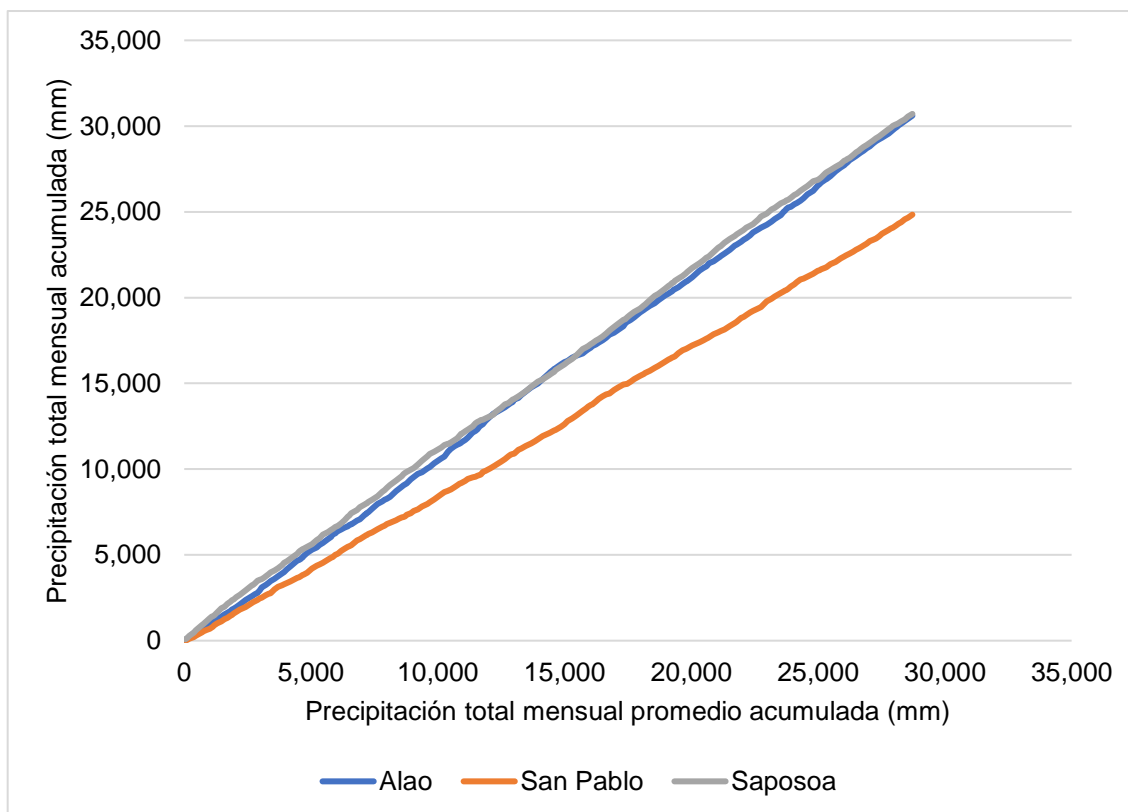


Figura 35.

Análisis de doble masa - Precipitación.

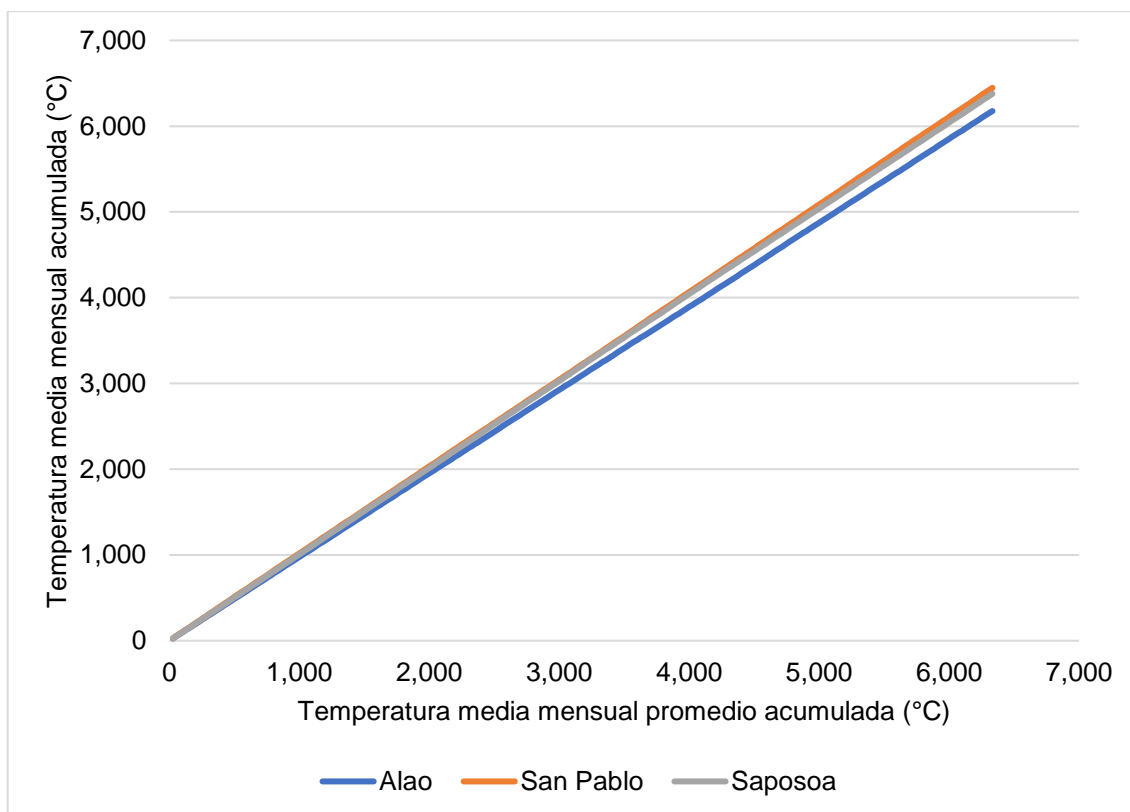


Figura 36.

Análisis de doble masa - Temperatura media.

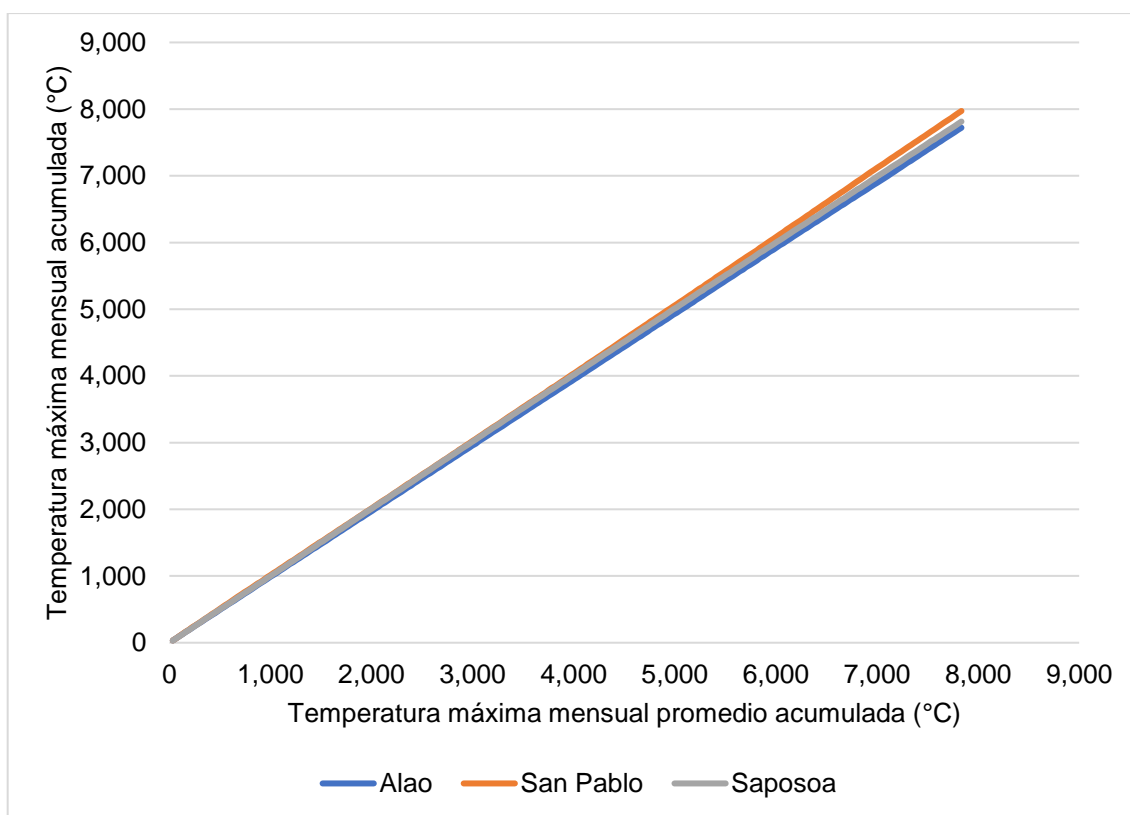


Figura 37.

Análisis de doble masa - Temperatura máxima.

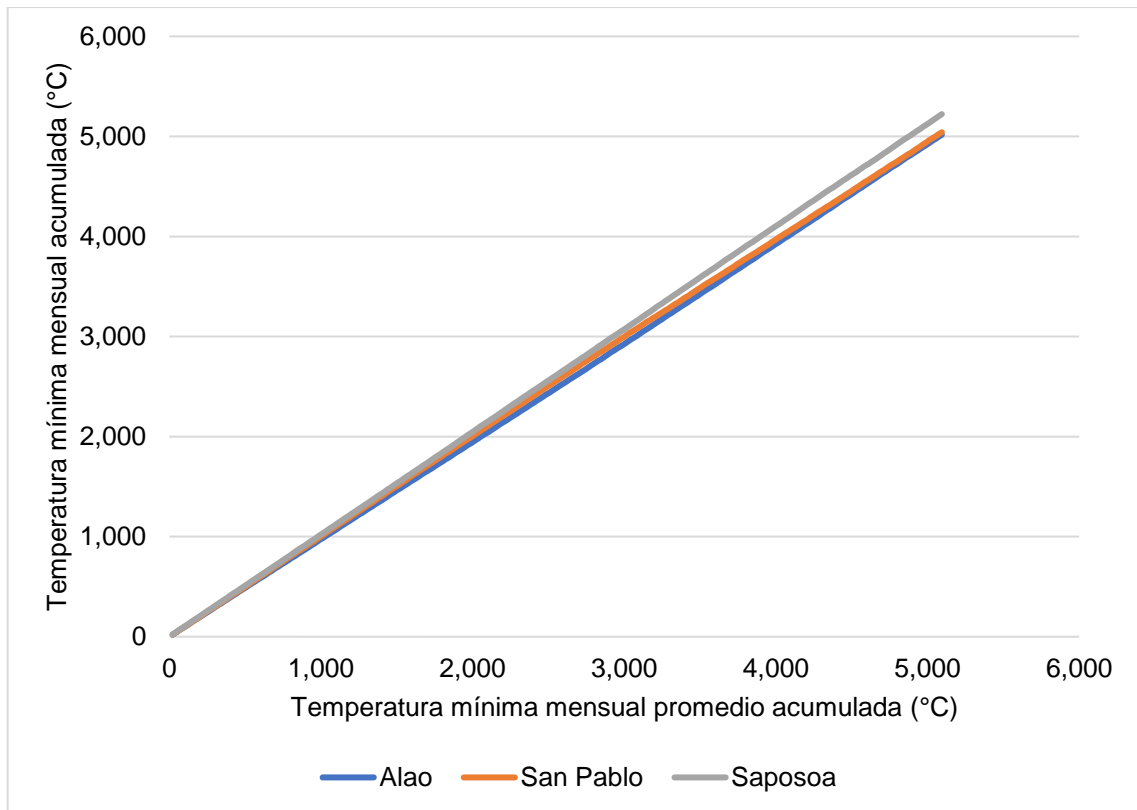


Figura 38.
Análisis de doble masa - Temperatura mínima.

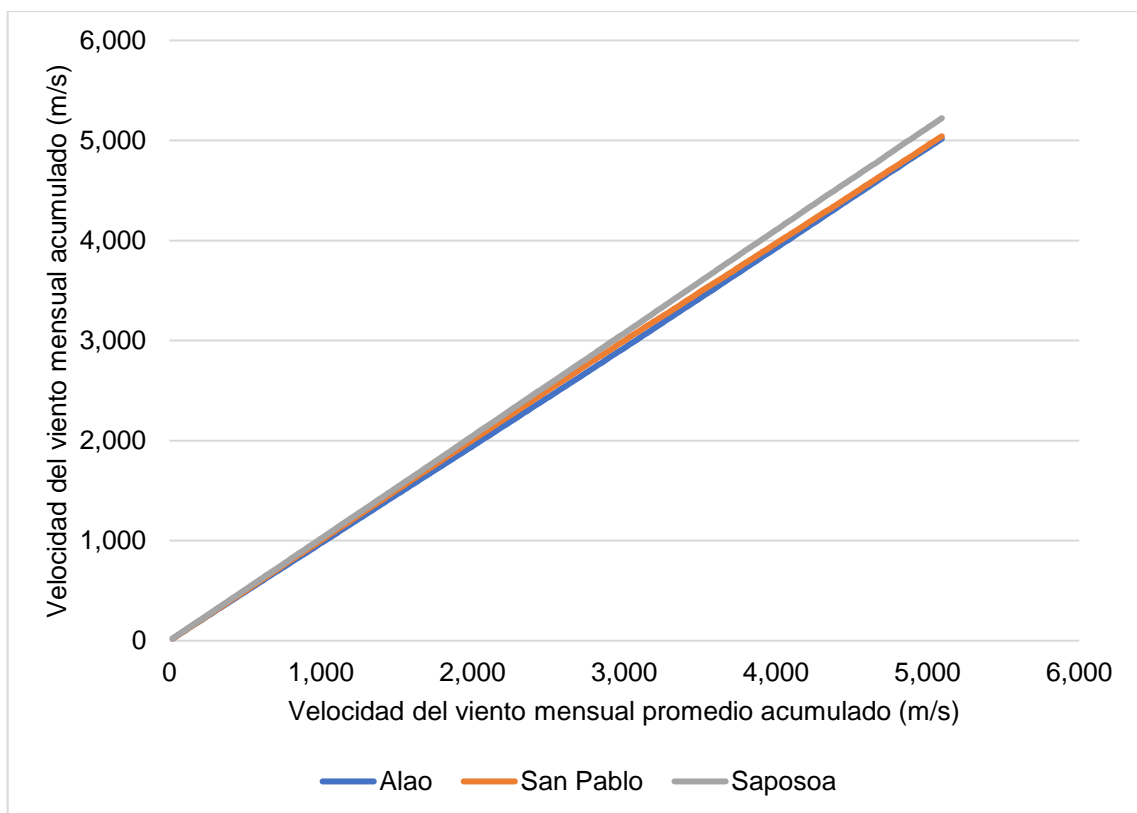


Figura 39.
Análisis de doble masa - Velocidad del viento.

Debido a que el análisis gráfico y el de doble masa no permitió identificar los saltos por la dispersión de los datos, se recurrió al uso de las pruebas de Desviación Acumulativa y de Razón de verosimilitud de Worsley, según lo detallado en las Tablas 73 y 74.

Tabla 73*Identificación de saltos en Prueba de desviación acumulativa*

Fórmula resumida	Descripción
<ul style="list-style-type: none"> ■) $Q = \max S_k^{**}$ ■) $S_k^{**} = S_k^*/D_x$ ■) $S_k^* = \sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})$ ■) $D_x^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n}$ 	<p>Q : Estadístico que determina el punto de quiebre</p> <p>S_k^{**}, S_k^*, D_x : Parámetros a determinar</p>

Nota. Adaptado de Grayson et al. (1996)

Tabla 74*Identificación de saltos en Prueba de razón de verosimilitud de Worsley*

Fórmula resumida	Descripción
<ul style="list-style-type: none"> ■) $W = \frac{(n-2)^{0.5}V}{(1-V^2)^{0.5}}$ ■) $V = \max Z_k^{**}$ ■) $Z_k^{**} = Z_k^*/D_x$ ■) $Z_k^* = [k(n-k)]^{-0.5}S_k^*$ 	<p>W : Estadístico que determina el punto de quiebre</p> <p>V, Z_k^{**}, Z_k^* : Parámetros a determinar</p>

Nota. Adaptado de Grayson et al. (1996)

La actividad de evaluación de saltos se realizó según lo detallado en las Tablas 75 y 76.

Tabla 75*Evaluación de la consistencia en la media*

Fórmula resumida	Descripción
<ul style="list-style-type: none"> ■) t_c : Estadístico t calculado $t_c = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S_{\bar{d}}}$ $S_{\bar{d}} = S_p \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)^{\frac{1}{2}}$ $S_p = \left[\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \right]^{\frac{1}{2}}$	<p>\bar{x}_1 : Media del periodo 1</p> <p>\bar{x}_2 : Media del periodo 2</p> <p>$S_{\bar{d}}$: Desviación de la diferencia de los promedios</p> <p>S_p : Desviación estándar ponderada</p> <p>n_1 : Número de datos del periodo 1</p> <p>n_2 : Número de datos del periodo 2</p> <p>S_1^2 : Varianza del periodo 1</p> <p>S_2^2 : Varianza del periodo 2</p>
<ul style="list-style-type: none"> ■) t_t : Estadístico t tabular <p>Se obtiene de tablas <i>t de Student</i> para 95% de probabilidad o 5% de significancia, con $\alpha/2 = 0.025$ y $G.L. = n_1 + n_2 - 2$. Asimismo, puede obtenerse mediante la función DISTR.T.INV en Excel 2007 o posterior.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Si $t_c < t_t \rightarrow \bar{x}_1 = \bar{x}_2$ (Estadísticamente), la serie es consistente en la media, no es necesario corregir los datos • Si $t_c > t_t \rightarrow \bar{x}_1 \neq \bar{x}_2$ (Estadísticamente), la serie no es consistente en la media, es necesario corregir los datos

Nota. Adaptado de Villón Béjar (2005)

Tabla 76*Evaluación de la consistencia en la desviación estándar*

Fórmula resumida	Descripción
<p>■) F_c : Estadístico F calculado</p> $F_c = \frac{S_1^2}{S_2^2}, \text{ si } S_1^2 > S_2^2$ $F_c = \frac{S_2^2}{S_1^2}, \text{ si } S_2^2 > S_1^2$	<p>S_1^2 : Varianza del periodo 1 S_2^2 : Varianza del periodo 2 S_1 : Desviación estándar del periodo 1 S_2 : Desviación estándar del periodo 2 <i>G. L. N.</i> : Grados de libertad del numerador <i>G. L. D.</i> : Grados de libertad del denominador n_1 : Número de datos del periodo 1 n_2 : Número de datos del periodo 2</p>
<p>■) F_t : Estadístico F tabular</p> <p>Se obtiene de tablas <i>F</i> para 95% de probabilidad o 5% de significancia, con $\alpha = 0.05$ y con grados de libertad según:</p> <p>Si $S_1^2 > S_2^2$:</p> $G. L. N. = n_1 - 1$ $G. L. D. = n_2 - 1$ <p>Si $S_2^2 > S_1^2$:</p> $G. L. N. = n_2 - 1$ $G. L. D. = n_1 - 1$ <p>Asimismo, puede obtenerse mediante la función DISTR.F.INV en Excel 2007 o posterior.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Si $F_c < F_t \rightarrow S_1 = S_2$ (Estadísticamente), la serie es consistente en la desviación estándar, no es necesario corregir los datos • Si $F_c > F_t \rightarrow S_1 \neq S_2$ (Estadísticamente), la serie no es consistente en la desviación estándar, es necesario corregir los datos

Nota. Adaptado de Villón Béjar (2005)

La actividad final del análisis de saltos contempló la corrección de las series de datos hidrometeorológicos que presentaron inconsistencias significativas en la media y/o en la desviación estándar, a tal efecto, se efectuó la corrección de ambos periodos aplicando el criterio detallado en la Tabla 77, con los que se elaboró dos series y se trazó sus respectivas rectas de doble masa. La elección de la serie con el periodo corregido se estipuló priorizando la recta con el mayor coeficiente de correlación.

Tabla 77*Corrección de saltos*

Fórmula resumida	Descripción
<p>■) Caso de corrección del periodo 1:</p> $X' = \frac{x - \bar{x}_1}{S_1} \cdot S_2 + \bar{x}_2$	<p>X': Valor corregido de saltos x: Valor a corregir \bar{x}_1 : Media del periodo 1</p>
<p>■) Caso de corrección del periodo 2:</p> $X' = \frac{x - \bar{x}_2}{S_2} \cdot S_1 + \bar{x}_1$	<p>\bar{x}_2 : Media del periodo 2 S_1 : Desviación estándar del periodo 1 S_2 : Desviación estándar del periodo 2</p>

Nota. Adaptado de Villón Béjar (2005)

De este modo se elaboró la Tabla 78, en la que se detallan los parámetros estadísticos del análisis de saltos para cada serie de datos hidrometeorológicos, desde el punto de quiebre identificado hasta los coeficientes de correlación de las rectas de doble masa, así como las diversas iteraciones realizadas.

Tabla 78

Análisis de saltos

Iteración	Punto de quiebre	Periodo 01	Periodo 02	Consistencia en la media					Consistencia en la desviación estándar			Recta de doble masa	
				S_p	$S_{\bar{a}}$	$ t_c $	t_t	Obs.	F_c	F_t	Obs.	R_{Per01}	R_{Per02}
Precipitación total mensual (mm) - Estación Alao													
1	Agosto 2007 $n_1 = 68, n_2 = 172$	$\bar{x}_1 : 110.14$ $S_1 : 4,586.23$	$\bar{x}_2 : 134.43$ $S_2 : 4,968.64$	69.7208	9.9873	2.4323	1.9700	S (0.05)	1.0834	1.4213	NS	0.999822	0.999755
2	Febrero 2003 $n_1 = 14, n_2 = 226$	$\bar{x}_1 : 112.32$ $S_1 : 3,936.32$	$\bar{x}_2 : 135.80$ $S_2 : 4,996.00$	70.2717	19.3539	1.2129	1.9700	NS	1.2692	2.2312	NS		
Precipitación total mensual (mm) - Estación San Pablo													
1	Febrero 2011 $n_1 = 110, n_2 = 130$	$\bar{x}_1 : 93.14$ $S_1 : 3,187.68$	$\bar{x}_2 : 112.25$ $S_2 : 3,756.66$	59.1276	7.6600	2.4953	1.9700	S (0.05)	1.1785	1.3581	NS	0.999805	0.999761
2	Marzo 2002 $n_1 = 3, n_2 = 237$	$\bar{x}_1 : 50.29$ $S_1 : 613.29$	$\bar{x}_2 : 113.04$ $S_2 : 3,733.86$	60.8903	35.3768	1.7735	1.9700	NS	6.0882	19.4915	NS		
Precipitación total mensual (mm) - Estación Saposoa													
1	Octubre 2011 $n_1 = 118, n_2 = 122$	$\bar{x}_1 : 121.61$ $S_1 : 4,324.66$	$\bar{x}_2 : 134.11$ $S_2 : 5,070.95$	68.5863	8.8557	1.4115	1.9700	NS	1.1726	1.3543	NS		
Temperatura media mensual (°C) - Estación Alao													
1	Setiembre 2009 $n_1 = 93, n_2 = 147$	$\bar{x}_1 : 25.48$ $S_1 : 0.64$	$\bar{x}_2 : 25.89$ $S_2 : 0.60$	0.7819	0.1036	3.9405	1.9700	S (0.05)	1.0701	1.3562	NS	0.999998	0.999998
2	Febrero 2021 $n_1 = 230, n_2 = 10$	$\bar{x}_1 : 25.91$ $S_1 : 0.60$	$\bar{x}_2 : 25.43$ $S_2 : 0.25$	0.7655	0.2473	1.9519	1.9700	NS	2.3711	2.7282	NS		
Temperatura media mensual (°C) - Estación San Pablo													
1	Setiembre 2009 $n_1 = 93, n_2 = 147$	$\bar{x}_1 : 26.56$ $S_1 : 0.42$	$\bar{x}_2 : 27.06$ $S_2 : 0.45$	0.6621	0.0877	5.6894	1.9700	S (0.05)	1.0818	1.3735	NS	0.999999	0.999999

Iteración	Punto de quiebre	Periodo 01	Periodo 02	Consistencia en la media					Consistencia en la desviación estándar			Recta de doble masa	
				S_p	$S_{\bar{d}}$	$ t_c $	t_t	Obs.	F_c	F_t	Obs.	R_{Per01}	R_{Per02}
2	Febrero 2021 $n_1 = 230, n_2 = 10$	$\bar{x}_1 : 26.58$ $S_1 : 0.42$	$\bar{x}_2 : 26.05$ $S_2 : 0.11$	0.6374	0.2059	2.5601	1.9700	S (0.05)	3.8532	2.7282	S (0.05)	1.000000	0.999999
3	Julio 2012 $n_1 = 127, n_2 = 113$	$\bar{x}_1 : 26.01$ $S_1 : 0.11$	$\bar{x}_2 : 26.09$ $S_2 : 0.10$	0.3270	0.0423	1.8149	1.9700	NS	1.0795	1.3565	NS		
Temperatura media mensual (°C) - Estación Saposoa													
1	Julio 2008 $n_1 = 79, n_2 = 161$	$\bar{x}_1 : 26.36$ $S_1 : 0.58$	$\bar{x}_2 : 26.68$ $S_2 : 0.51$	0.7323	0.1006	3.2347	1.9700	S (0.05)	1.1289	1.3668	NS	0.999998	0.999997
2	Mayo 2014 $n_1 = 149, n_2 = 91$	$\bar{x}_1 : 26.77$ $S_1 : 0.53$	$\bar{x}_2 : 26.53$ $S_2 : 0.45$	0.7077	0.0942	2.5574	1.9700	S (0.05)	1.1969	1.3760	NS	0.999999	0.999999
3	Setiembre 2021 $n_1 = 237, n_2 = 3$	$\bar{x}_1 : 26.52$ $S_1 : 0.44$	$\bar{x}_2 : 27.33$ $S_2 : 0.24$	0.6617	0.3844	2.1114	1.9700	S (0.05)	1.8060	19.4915	NS	1.000000	0.999999
4	Febrero 2021 $n_1 = 230, n_2 = 10$	$\bar{x}_1 : 27.35$ $S_1 : 0.24$	$\bar{x}_2 : 26.97$ $S_2 : 0.24$	0.4874	0.1574	2.4024	1.9700	S (0.05)	1.0316	1.9209	NS	1.000000	1.000000
5	Setiembre 2004 $n_1 = 33, n_2 = 207$	$\bar{x}_1 : 27.28$ $S_1 : 0.30$	$\bar{x}_2 : 27.38$ $S_2 : 0.22$	0.4824	0.0904	2.1619	1.9700	S (0.05)	1.3476	1.5000	NS	1.000000	1.000000
6	Octubre 2019 $n_1 = 214, n_2 = 26$	$\bar{x}_1 : 27.36$ $S_1 : 0.23$	$\bar{x}_2 : 27.51$ $S_2 : 0.15$	0.4690	0.0974	1.5788	1.9700	NS	1.5571	1.7439	NS		
Temperatura máxima promedio mensual (°C) - Estación Alao													
1	Julio 2015 $n_1 = 163, n_2 = 77$	$\bar{x}_1 : 31.92$ $S_1 : 0.94$	$\bar{x}_2 : 32.72$ $S_2 : 0.69$	0.9269	0.1282	6.3508	1.9700	S (0.05)	1.3694	1.3995	NS	0.999999	0.999998
2	Julio 2021 $n_1 = 235, n_2 = 5$	$\bar{x}_1 : 32.71$ $S_1 : 0.68$	$\bar{x}_2 : 33.47$ $S_2 : 0.34$	0.8216	0.3713	2.0590	1.9700	S (0.05)	1.9874	5.6435	NS	0.999999	0.999999
3	Diciembre 2016 $n_1 = 180, n_2 = 60$	$\bar{x}_1 : 33.52$ $S_1 : 0.38$	$\bar{x}_2 : 33.34$ $S_2 : 0.22$	0.5801	0.0865	1.9949	1.9700	S (0.05)	1.7333	1.4469	S (0.05)	1.000000	0.999999

Iteración	Punto de quiebre	Periodo 01	Periodo 02	Consistencia en la media					Consistencia en la desviación estándar			Recta de doble masa	
				S_p	$S_{\bar{d}}$	$ t_c $	t_t	Obs.	F_c	F_t	Obs.	R_{Per01}	R_{Per02}
4	Julio 2009 $n_1 = 91, n_2 = 149$	$\bar{x}_1 : 33.25$ $S_1 : 0.19$	$\bar{x}_2 : 33.40$ $S_2 : 0.23$	0.4595	0.0611	2.5185	1.9700	S (0.05)	1.1992	1.3760	NS	1.000000	1.000000
5	Marzo 2002 $n_1 = 3, n_2 = 237$	$\bar{x}_1 : 33.68$ $S_1 : 0.05$	$\bar{x}_2 : 33.24$ $S_2 : 0.19$	0.4307	0.2502	1.7662	1.9700	NS	4.0369	19.4915	NS		
Temperatura máxima promedio mensual (°C) - Estación San Pablo													
1	Julio 2015 $n_1 = 163, n_2 = 77$	$\bar{x}_1 : 32.75$ $S_1 : 0.93$	$\bar{x}_2 : 34.21$ $S_2 : 0.58$	0.9047	0.1251	11.6823	1.9700	S (0.05)	1.5874	1.3995	S (0.05)	0.999997	0.999995
2	Junio 2009 $n_1 = 90, n_2 = 150$	$\bar{x}_1 : 33.99$ $S_1 : 0.50$	$\bar{x}_2 : 34.34$ $S_2 : 0.59$	0.7462	0.0995	3.4577	1.9700	S (0.05)	1.1868	1.3774	NS	0.999999	0.999999
3	Marzo 2020 $n_1 = 219, n_2 = 21$	$\bar{x}_1 : 34.03$ $S_1 : 0.49$	$\bar{x}_2 : 33.59$ $S_2 : 0.37$	0.6948	0.1587	2.7971	1.9700	S (0.05)	1.3370	1.8729	NS	1.000000	0.999999
4	Julio 2021 $n_1 = 235, n_2 = 5$	$\bar{x}_1 : 33.57$ $S_1 : 0.35$	$\bar{x}_2 : 34.51$ $S_2 : 0.11$	0.5920	0.2676	3.5159	1.9700	S (0.05)	3.3666	5.6435	NS	1.000000	1.000000
5	Marzo 2002 $n_1 = 3, n_2 = 237$	$\bar{x}_1 : 34.94$ $S_1 : 0.03$	$\bar{x}_2 : 34.50$ $S_2 : 0.10$	0.3207	0.1863	2.3380	1.9700	S (0.05)	3.4369	19.4915	NS	1.000000	1.000000
6	Enero 2016 $n_1 = 169, n_2 = 71$	$\bar{x}_1 : 34.95$ $S_1 : 0.03$	$\bar{x}_2 : 34.91$ $S_2 : 0.02$	0.1726	0.0244	1.9772	1.9700	S (0.05)	1.5169	1.4133	S (0.05)	1.000000	1.000000
7	Julio 2012 $n_1 = 127, n_2 = 113$	$\bar{x}_1 : 34.89$ $S_1 : 0.02$	$\bar{x}_2 : 34.92$ $S_2 : 0.02$	0.1465	0.0189	1.7205	1.9700	NS	1.1074	1.3522	NS		
Temperatura máxima promedio mensual (°C) - Estación Saposoa													
1	Setiembre 2015 $n_1 = 165, n_2 = 75$	$\bar{x}_1 : 32.42$ $S_1 : 0.99$	$\bar{x}_2 : 32.86$ $S_2 : 0.80$	0.9632	0.1341	3.2259	1.9700	S (0.05)	1.2330	1.4038	NS	0.999998	0.999998
2	Setiembre 2021 $n_1 = 237, n_2 = 3$	$\bar{x}_1 : 32.84$ $S_1 : 0.78$	$\bar{x}_2 : 34.17$ $S_2 : 1.54$	0.8841	0.5137	2.5864	1.9700	S (0.05)	1.9908	3.0341	NS	0.999997	0.999998

Iteración	Punto de quiebre	Periodo 01	Periodo 02	Consistencia en la media					Consistencia en la desviación estándar			Recta de doble masa	
				S_p	$S_{\bar{d}}$	$ t_c $	t_t	Obs.	F_c	F_t	Obs.	R_{Per01}	R_{Per02}
3	Enero 2011 $n_1 = 109, n_2 = 131$	$\bar{x}_1 : 32.97$ $S_1 : 0.83$	$\bar{x}_2 : 32.73$ $S_2 : 0.71$	0.8726	0.1131	2.0728	1.9700	S (0.05)	1.1714	1.3520	NS	0.999999	0.999999
4	Setiembre 2004 $n_1 = 33, n_2 = 207$	$\bar{x}_1 : 32.41$ $S_1 : 0.67$	$\bar{x}_2 : 32.78$ $S_2 : 0.69$	0.8303	0.1556	2.4172	1.9700	S (0.05)	1.0405	1.6315	NS	1.000000	1.000000
5	Febrero 2021 $n_1 = 230, n_2 = 10$	$\bar{x}_1 : 32.42$ $S_1 : 0.66$	$\bar{x}_2 : 31.99$ $S_2 : 0.73$	0.8117	0.2622	1.6507	1.9700	NS	1.1067	1.9209	NS		
Temperatura mínima promedio mensual (°C) - Estación Alao													
1	Setiembre 2009 $n_1 = 93, n_2 = 147$	$\bar{x}_1 : 20.59$ $S_1 : 0.63$	$\bar{x}_2 : 21.11$ $S_2 : 0.70$	0.8197	0.1086	4.7155	1.9700	S (0.05)	1.1193	1.3735	NS	0.999997	0.999998
2	Febrero 2021 $n_1 = 230, n_2 = 10$	$\bar{x}_1 : 20.68$ $S_1 : 0.62$	$\bar{x}_2 : 19.95$ $S_2 : 0.33$	0.7801	0.2520	2.6565	1.9700	S (0.05)	1.8733	2.7282	NS	0.999999	0.999997
3	Octubre 2014 $n_1 = 154, n_2 = 86$	$\bar{x}_1 : 19.90$ $S_1 : 0.34$	$\bar{x}_2 : 20.05$ $S_2 : 0.30$	0.5704	0.0768	1.9413	1.9700	NS	1.1163	1.3832	NS		
Temperatura mínima promedio mensual (°C) - Estación San Pablo													
1	Mayo 2012 $n_1 = 125, n_2 = 115$	$\bar{x}_1 : 21.32$ $S_1 : 0.85$	$\bar{x}_2 : 20.68$ $S_2 : 0.36$	0.7838	0.1013	6.3117	1.9700	S (0.05)	2.3930	1.3555	S (0.05)	0.999999	0.999999
2	Setiembre 2002 $n_1 = 9, n_2 = 231$	$\bar{x}_1 : 20.30$ $S_1 : 0.09$	$\bar{x}_2 : 20.69$ $S_2 : 0.36$	0.5919	0.2011	1.9281	1.9700	NS	3.9612	2.9482	S (0.05)	0.999999	1.000000
3	Abril 2002 $n_1 = 4, n_2 = 236$	$\bar{x}_1 : 20.60$ $S_1 : 0.00$	$\bar{x}_2 : 20.30$ $S_2 : 0.09$	0.2983	0.1504	1.9671	1.9700	NS	18.1342	8.5382	S (0.05)	1.000000	1.000000
4	Junio 2021 $n_1 = 234, n_2 = 6$	$\bar{x}_1 : 20.60$ $S_1 : 0.01$	$\bar{x}_2 : 20.55$ $S_2 : 0.00$	0.0701	0.0290	1.4707	1.9700	NS	22.1312	4.3823	S (0.05)	1.000000	1.000000
5	Agosto 2019 $n_1 = 212, n_2 = 28$	$\bar{x}_1 : 20.55$ $S_1 : 0.00$	$\bar{x}_2 : 20.56$ $S_2 : 0.00$	0.0149	0.0030	1.3657	1.9700	NS	1.1629	1.5388	NS		

Iteración	Punto de quiebre	Periodo 01	Periodo 02	Consistencia en la media				Consistencia en la desviación estándar			Recta de doble masa		
				S_p	$S_{\bar{d}}$	$ t_c $	t_t	Obs.	F_c	F_t	Obs.	R_{Per01}	R_{Per02}
Temperatura mínima promedio mensual (°C) - Estación Saposoa													
1	Mayo 2018 $n_1 = 197, n_2 = 43$	$\bar{x}_1 : 21.83$ $S_1 : 0.85$	$\bar{x}_2 : 21.47$ $S_2 : 0.55$	0.8906	0.1499	2.3806	1.9700	S (0.05)	1.5444	1.5355	S (0.05)	0.999997	0.999996
2	Setiembre 2008 $n_1 = 81, n_2 = 159$	$\bar{x}_1 : 21.29$ $S_1 : 0.61$	$\bar{x}_2 : 21.56$ $S_2 : 0.49$	0.7283	0.0994	2.7296	1.9700	S (0.05)	1.2490	1.3648	NS	0.999999	0.999999
3	Abril 2021 $n_1 = 232, n_2 = 8$	$\bar{x}_1 : 21.58$ $S_1 : 0.48$	$\bar{x}_2 : 21.09$ $S_2 : 0.56$	0.6940	0.2496	1.9643	1.9700	NS	1.1648	2.0494	NS		
Velocidad del viento promedio mensual (m/s) - Estación Alao													
1	Octubre 2016 $n_1 = 178, n_2 = 62$	$\bar{x}_1 : 3.05$ $S_1 : 0.60$	$\bar{x}_2 : 3.40$ $S_2 : 0.62$	0.7802	0.1151	3.0372	1.9700	S (0.05)	1.0352	1.3917	NS	0.999906	0.999888
2	Junio 2020 $n_1 = 222, n_2 = 18$	$\bar{x}_1 : 3.44$ $S_1 : 0.64$	$\bar{x}_2 : 2.91$ $S_2 : 0.14$	0.7781	0.1907	2.7536	1.9700	S (0.05)	4.4607	1.9880	S (0.05)	0.999970	0.999904
3	Setiembre 2021 $n_1 = 237, n_2 = 3$	$\bar{x}_1 : 2.92$ $S_1 : 0.14$	$\bar{x}_2 : 2.49$ $S_2 : 0.21$	0.3759	0.2184	1.9505	1.9700	NS	1.5057	3.0341	NS	0.999937	0.999970
4	Agosto 2016 $n_1 = 176, n_2 = 64$	$\bar{x}_1 : 2.89$ $S_1 : 0.14$	$\bar{x}_2 : 2.98$ $S_2 : 0.13$	0.3729	0.0544	1.6915	1.9700	NS	1.0664	1.4332	NS		
Velocidad del viento promedio mensual (m/s) - Estación San Pablo													
1	Agosto 2010 $n_1 = 104, n_2 = 136$	$\bar{x}_1 : 3.42$ $S_1 : 0.27$	$\bar{x}_2 : 2.27$ $S_2 : 0.07$	0.3981	0.0519	22.1203	1.9700	S (0.05)	3.6894	1.3525	S (0.05)	0.999873	0.999793
2	Marzo 2014 $n_1 = 147, n_2 = 93$	$\bar{x}_1 : 2.33$ $S_1 : 0.08$	$\bar{x}_2 : 2.17$ $S_2 : 0.05$	0.2589	0.0343	4.6679	1.9700	S (0.05)	1.5027	1.3735	S (0.05)	0.999920	0.999897
3	Noviembre 2020 $n_1 = 227, n_2 = 13$	$\bar{x}_1 : 2.18$ $S_1 : 0.05$	$\bar{x}_2 : 1.95$ $S_2 : 0.04$	0.2204	0.0629	3.6329	1.9700	S (0.05)	1.0906	2.3202	NS	0.999898	0.999912

Iteración	Punto de quiebre	Periodo 01	Periodo 02	Consistencia en la media					Consistencia en la desviación estándar			Recta de doble masa	
				S_p	$S_{\bar{d}}$	$ t_c $	t_t	Obs.	F_c	F_t	Obs.	R_{Per01}	R_{Per02}
4	Marzo 2020 $n_1 = 219, n_2 = 21$	$\bar{x}_1 : 2.17$ $S_1 : 0.04$	$\bar{x}_2 : 2.37$ $S_2 : 0.11$	0.2134	0.0487	4.0999	1.9700	S (0.05)	2.6820	1.6189	S (0.05)	0.999840	0.999929
5	Agosto 2010 $n_1 = 104, n_2 = 136$	$\bar{x}_1 : 2.12$ $S_1 : 0.05$	$\bar{x}_2 : 2.20$ $S_2 : 0.03$	0.1957	0.0255	3.1887	1.9700	S (0.05)	1.6044	1.3525	S (0.05)	0.999963	0.999937
6	Setiembre 2007 $n_1 = 69, n_2 = 171$	$\bar{x}_1 : 2.27$ $S_1 : 0.02$	$\bar{x}_2 : 2.17$ $S_2 : 0.03$	0.1689	0.0241	4.0931	1.9700	S (0.05)	1.8748	1.4185	S (0.05)	0.999963	0.999982
7	Octubre 2009 $n_1 = 97, n_2 = 146$	$\bar{x}_1 : 2.24$ $S_1 : 0.02$	$\bar{x}_2 : 2.29$ $S_2 : 0.02$	0.1296	0.0171	3.0019	1.9700	S (0.05)	1.1930	1.3557	NS	0.999988	0.999985
8	Octubre 2020 $n_1 = 226, n_2 = 14$	$\bar{x}_1 : 2.30$ $S_1 : 0.02$	$\bar{x}_2 : 2.18$ $S_2 : 0.01$	0.1222	0.0337	3.4222	1.9700	S (0.05)	1.7197	2.2312	NS	0.999993	0.999989
9	Agosto 2013 $n_1 = 140, n_2 = 100$	$\bar{x}_1 : 2.19$ $S_1 : 0.01$	$\bar{x}_2 : 2.17$ $S_2 : 0.01$	0.0933	0.0122	2.1581	1.9700	S (0.05)	1.5653	1.3659	S (0.05)	0.999996	0.999995
10	Marzo 2020 $n_1 = 219, n_2 = 21$	$\bar{x}_1 : 2.16$ $S_1 : 0.01$	$\bar{x}_2 : 2.22$ $S_2 : 0.01$	0.0796	0.0182	2.9619	1.9700	S (0.05)	1.5025	1.6189	NS	0.999995	0.999996
11	Setiembre 2002 $n_1 = 9, n_2 = 231$	$\bar{x}_1 : 2.11$ $S_1 : 0.02$	$\bar{x}_2 : 2.16$ $S_2 : 0.01$	0.0772	0.0262	2.2075	1.9700	S (0.05)	2.7041	1.9788	S (0.05)	0.999996	0.999990
12	Noviembre 2005 $n_1 = 47, n_2 = 193$	$\bar{x}_1 : 2.19$ $S_1 : 0.00$	$\bar{x}_2 : 2.16$ $S_2 : 0.01$	0.0743	0.0121	2.3801	1.9700	S (0.05)	1.6722	1.5088	S (0.05)	0.999996	0.999998
13	Agosto 2010 $n_1 = 104, n_2 = 136$	$\bar{x}_1 : 2.18$ $S_1 : 0.00$	$\bar{x}_2 : 2.20$ $S_2 : 0.00$	0.0584	0.0076	2.2684	1.9700	S (0.05)	1.1876	1.3624	NS	0.999998	0.999999
14	Mayo 2018 $n_1 = 197, n_2 = 43$	$\bar{x}_1 : 2.18$ $S_1 : 0.00$	$\bar{x}_2 : 2.16$ $S_2 : 0.00$	0.0547	0.0092	2.3362	1.9700	S (0.05)	1.4409	1.5355	NS	0.999999	0.999999
15	Marzo 2002 $n_1 = 3, n_2 = 237$	$\bar{x}_1 : 2.21$ $S_1 : 0.00$	$\bar{x}_2 : 2.16$ $S_2 : 0.00$	0.0471	0.0274	1.8325	1.9700	NS	1.7711	3.0341	NS		

Iteración	Punto de quiebre	Periodo 01	Periodo 02	Consistencia en la media					Consistencia en la desviación estándar			Recta de doble masa	
				S_p	$S_{\bar{d}}$	$ t_c $	t_t	Obs.	F_c	F_t	Obs.	R_{Per01}	R_{Per02}
Velocidad del viento promedio mensual (m/s) - Estación Saposoa													
1	Abril 2012 $n_1 = 124, n_2 = 116$	$\bar{x}_1 : 4.82$ $S_1 : 0.43$	$\bar{x}_2 : 2.92$ $S_2 : 0.62$	0.7223	0.0933	20.3709	1.9700	S (0.05)	1.4157	1.3526	S (0.05)	0.999012	0.999749
2	Junio 2008 $n_1 = 78, n_2 = 162$	$\bar{x}_1 : 5.09$ $S_1 : 0.38$	$\bar{x}_2 : 4.69$ $S_2 : 0.41$	0.6319	0.0871	4.5967	1.9700	S (0.05)	1.0859	1.3974	NS	0.999813	0.999854
3	Setiembre 2015 $n_1 = 165, n_2 = 75$	$\bar{x}_1 : 4.96$ $S_1 : 0.27$	$\bar{x}_2 : 5.36$ $S_2 : 0.51$	0.5858	0.0816	4.8703	1.9700	S (0.05)	1.8938	1.3713	S (0.05)	0.999905	0.999941
4	Noviembre 2018 $n_1 = 203, n_2 = 37$	$\bar{x}_1 : 5.02$ $S_1 : 0.25$	$\bar{x}_2 : 4.65$ $S_2 : 0.25$	0.5002	0.0894	4.1920	1.9700	S (0.05)	1.0060	1.4757	NS	0.999943	0.999952
5	Marzo 2020 $n_1 = 219, n_2 = 21$	$\bar{x}_1 : 4.99$ $S_1 : 0.26$	$\bar{x}_2 : 5.36$ $S_2 : 0.04$	0.4880	0.1115	3.3720	1.9700	S (0.05)	6.0874	1.8729	S (0.05)	0.999993	0.999955
6	Setiembre 2018 $n_1 = 201, n_2 = 39$	$\bar{x}_1 : 5.38$ $S_1 : 0.04$	$\bar{x}_2 : 5.29$ $S_2 : 0.04$	0.2028	0.0355	2.4393	1.9700	S (0.05)	1.0612	1.5679	NS	0.999993	0.999993
7	Octubre 2015 $n_1 = 166, n_2 = 74$	$\bar{x}_1 : 5.27$ $S_1 : 0.04$	$\bar{x}_2 : 5.34$ $S_2 : 0.03$	0.1945	0.0272	2.8156	1.9700	S (0.05)	1.3787	1.4061	NS	0.999995	0.999993
8	Octubre 2008 $n_1 = 82, n_2 = 158$	$\bar{x}_1 : 5.39$ $S_1 : 0.04$	$\bar{x}_2 : 5.32$ $S_2 : 0.02$	0.1703	0.0232	2.8118	1.9700	S (0.05)	1.7790	1.3639	S (0.05)	0.999998	0.999997
9	Octubre 2004 $n_1 = 34, n_2 = 206$	$\bar{x}_1 : 5.26$ $S_1 : 0.02$	$\bar{x}_2 : 5.33$ $S_2 : 0.02$	0.1491	0.0276	2.6864	1.9700	S (0.05)	1.2533	1.6193	NS	0.999998	0.999999
10	Noviembre 2020 $n_1 = 227, n_2 = 13$	$\bar{x}_1 : 5.25$ $S_1 : 0.02$	$\bar{x}_2 : 5.33$ $S_2 : 0.05$	0.1339	0.0382	1.9789	1.9700	S (0.05)	3.0277	1.7952	S (0.05)	0.999996	0.999999
11	Agosto 2018 $n_1 = 200, n_2 = 40$	$\bar{x}_1 : 5.27$ $S_1 : 0.02$	$\bar{x}_2 : 5.20$ $S_2 : 0.02$	0.1249	0.0216	3.2130	1.9700	S (0.05)	1.0337	1.4604	NS	0.999998	0.999998

Iteración	Punto de quiebre	Periodo 01	Periodo 02	Consistencia en la media					Consistencia en la desviación estándar			Recta de doble masa	
				S_p	$S_{\bar{d}}$	$ t_c $	t_t	Obs.	F_c	F_t	Obs.	R_{Per01}	R_{Per02}
12	Octubre 2016 $n_1 = 178, n_2 = 62$	$\bar{x}_1 : 5.25$ $S_1 : 0.02$	$\bar{x}_2 : 5.30$ $S_2 : 0.02$	0.1229	0.0181	2.7161	1.9700	S (0.05)	1.0030	1.4398	NS	0.999999	0.999999
13	Febrero 2007 $n_1 = 62, n_2 = 178$	$\bar{x}_1 : 5.33$ $S_1 : 0.02$	$\bar{x}_2 : 5.29$ $S_2 : 0.01$	0.1216	0.0179	2.2372	1.9700	S (0.05)	1.7503	1.3917	S (0.05)	0.999999	0.999999
14	Abril 2012 $n_1 = 124, n_2 = 116$	$\bar{x}_1 : 5.28$ $S_1 : 0.01$	$\bar{x}_2 : 5.31$ $S_2 : 0.01$	0.1106	0.0143	1.7397	1.9700	NS	1.0955	1.3551	NS		

Nota. NS = No significativo. S (0.05) = Significativo al 95% de probabilidad o 5% de significancia

Obtenidas las series de datos libres de saltos significativos, se realizó el Análisis de tendencias para cada una de ellas, el cual comprendió los siguientes subprocesos:

El primer subproceso es el Análisis de tendencia en la media, el cual consistió en aplicar de un modelo de regresión lineal simple (RLS) a cada serie de datos libre de saltos significativos, según lo detallado en Tabla 79. Luego, se determinó la ecuación de RLS para cada la línea de tendencia y su respectivo coeficiente de correlación, los cuales fueron evaluados de acuerdo a lo descrito en la Tabla 80.

Tabla 79

Modelo de regresión lineal simple para análisis de tendencia en la media

Fórmula resumida	Descripción
<ul style="list-style-type: none"> ■) $T_m = A_m + B_m t$ ■) $R = \frac{n \sum t T_m - \sum t \sum T_m}{\sqrt{(n \sum t^2 - (\sum t)^2)(n \sum T_m^2 - (\sum T_m)^2)}}$ 	<p>T_m : Valor corregido de saltos X' t : Tiempo (1, 2, 3, ..., n) A_m, B_m : Parámetros a determinar R : Coeficiente de correlación n : Número total de datos</p>

Nota. Adaptado de Villón Béjar (2005)

Tabla 80

Evaluación de tendencia en la media

Fórmula resumida	Descripción
<ul style="list-style-type: none"> ■) t_c : Estadístico t calculado $t_c = \frac{R\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-R^2}}$ ■) t_t : Estadístico t tabular Se obtiene de tablas <i>t de Student</i> para 95% de probabilidad o 5% de significancia, con $\alpha/2 = 0.025$ y $G. L. = n - 2$. Asimismo, puede obtenerse mediante la función DISTR.T.INV en Excel 2007 o posterior. 	<p>R : Coeficiente de correlación n : Número total de datos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si $t_c < t_t \rightarrow R$ no es significativo, la tendencia en la media no es significativa, no es necesario corregir la serie de datos • Si $t_c > t_t \rightarrow R$ es significativo, la tendencia en la media es significativa, es necesario corregir la serie de datos

Nota. Adaptado de Villón Béjar (2005)

Seguidamente, se efectuó la corrección de las series de datos que presentaron tendencia significativa en la media, aplicando para ello el criterio descrito en la Tabla 81.

Tabla 81

Corrección de tendencia en la media

Fórmula resumida	Descripción
$Y = X' - (A_m + B_m t) + \bar{T}_m$	<p>Y: Valor sin tendencia en la media X': Valor a corregir A_m, B_m : Parámetros de ecuación de regresión lineal simple t : Tiempo (1, 2, 3, ..., n) n : Número total de datos \bar{T}_m: Media de la serie corregida de saltos</p>

Nota. Adaptado de Villón Béjar (2005)

El segundo subproceso es el Análisis de tendencia en la desviación estándar, por ello, se aplicó un modelo de RLS a cada serie de datos sin tendencia significativa en la media, según lo detallado en Tabla 82, a fin de determinar su ecuación y su respectivo coeficiente de correlación, que fueron evaluados conforme a lo descrito en la Tabla 83.

Tabla 82*Modelo de regresión lineal simple para análisis de tendencia en la desviación estándar*

Fórmula resumida	Descripción
<ul style="list-style-type: none"> ■) $T_s = A_s + B_s t$ ■) $R = \frac{n \sum t T_s - \sum t \sum T_s}{\sqrt{(n \sum t^2 - (\sum t)^2)(n \sum T_s^2 - (\sum T_s)^2)}}$ 	<p>T_s : Valor de la desviación estándar anual de la serie sin tendencia en la media</p> <p>t : Tiempo en años (1, 2, 3, ..., n)</p> <p>A_s, B_s : Parámetros a determinar</p> <p>R : Coeficiente de correlación</p> <p>n : Número total de años</p>

Nota. Adaptado de Villón Béjar (2005)

Tabla 83*Evaluación de tendencia en la desviación estándar*

Fórmula resumida	Descripción
<ul style="list-style-type: none"> ■) t_c : Estadístico t calculado $t_c = \frac{R\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-R^2}}$ <ul style="list-style-type: none"> ■) t_t : Estadístico t tabular <p>Se obtiene de tablas <i>t de Student</i> para 95% de probabilidad o 5% de significancia, con $\alpha/2 = 0.025$ y $G.L. = n - 2$. Asimismo, puede obtenerse mediante la función DISTR.T.INV en Excel 2007 o posterior.</p>	<p>R : Coeficiente de correlación</p> <p>n : Número total de datos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si $t_c < t_t \rightarrow R$ no es significativo, la tendencia en la desviación estándar no es significativa, no es necesario corregir la serie • Si $t_c > t_t \rightarrow R$ es significativo, la tendencia en la desviación estándar es significativa, es necesario corregir la serie de datos

Nota. Adaptado de Villón Béjar (2005)

Posteriormente, de acuerdo el criterio descrito en la Tabla 84, se corrigió de las series que presentaron tendencia significativa en la desviación estándar. Asimismo, se elaboró la Tabla 85 que detalla el análisis de tendencia efectuado. Finalmente, las series de datos consistentes y homogéneos se muestran en el rango de Tablas del 86 al 100.

Tabla 84*Corrección de tendencia en la desviación estándar*

Fórmula resumida	Descripción
$Z = \frac{Y - (A_m + B_m t)}{A_s + B_s t} \cdot \bar{T}_s + \bar{T}_m$	<p>Z : Valor sin tendencia en la desviación estándar</p> <p>Y : Valor sin tendencia en la media</p> <p>A_m, B_m, A_s, B_s : Parámetros de ecuaciones de RLS</p> <p>t : Tiempo (1, 2, 3, ..., n)</p> <p>n : Número total de datos</p> <p>\bar{T}_s : Media de la serie sin tendencia en la desviación estándar</p> <p>\bar{T}_m : Media de la serie sin tendencia en la media</p>

Nota. Adaptado de Villón Béjar (2005)

Tabla 85

Análisis de tendencias

Iteración	Análisis de tendencia en la media						Análisis de tendencia en la desviación estándar					
	Ecuación	R	n	t _c	t _t	Obs.	Ecuación	R	n	t _c	t _t	Obs.
Precipitación total mensual (mm) - Estación Alao												
1	$T_m = 136.8532 - 0.0201 \cdot t$	-0.0199	240	0.3071	1.9700	NS	$T_s = 77.8247 - 0.8012 \cdot t$	-0.2356	20	1.0285	2.1009	NS
Precipitación total mensual (mm) - Estación San Pablo												
1	$T_m = 113.6425 - 0.0115 \cdot t$	-0.0131	240	0.2021	1.9700	NS	$T_s = 59.3144 + 0.0474 \cdot t$	0.0178	20	0.0755	2.1009	NS
Precipitación total mensual (mm) - Estación Saposoa												
1	$T_m = 123.6171 + 0.0361 \cdot t$	0.0364	240	0.5619	1.9700	NS	$T_s = 67.8223 + 0.0327 \cdot t$	0.0137	20	0.0581	2.1009	NS
Temperatura media mensual (°C) - Estación Alao												
1	$T_m = 25.9198 - 0.0002 \cdot t$	-0.0211	240	0.3256	1.9700	NS	$T_s = 0.8686 - 0.0110 \cdot t$	-0.4487	20	2.1301	2.1009	S (0.05)
2							$T_s = 0.5529 - 0.0004 \cdot t$	-0.0228	20	0.0968	2.1009	NS
Temperatura media mensual (°C) - Estación San Pablo												
1	$T_m = 26.0332 + 0.0001 \cdot t$	0.0309	240	0.4769	1.9700	NS	$T_s = 0.3874 - 0.0076 \cdot t$	-0.3925	20	1.8105	2.1009	NS
Temperatura media mensual (°C) - Estación Saposoa												
1	$T_m = 27.3698 + 0.0001 \cdot t$	0.0076	240	0.1173	1.9700	NS	$T_s = 0.4672 - 0.0003 \cdot t$	-0.0152	20	0.0645	2.1009	NS
Temperatura máxima promedio mensual (°C) - Estación Alao												
1	$T_m = 33.2882 - 0.0003 \cdot t$	-0.0549	240	0.8482	1.9700	NS	$T_s = 0.4675 - 0.0046 \cdot t$	-0.2873	20	1.2726	2.1009	NS
Temperatura máxima promedio mensual (°C) - Estación San Pablo												
1	$T_m = 34.8900 + 0.0001 \cdot t$	0.0583	240	0.9009	1.9700	NS	$T_s = 0.1493 - 0.0007 \cdot t$	-0.0954	20	0.4066	2.1009	NS
Temperatura máxima promedio mensual (°C) - Estación Saposoa												
1	$T_m = 32.4471 - 0.0003 \cdot t$	-0.0285	240	0.4399	1.9700	NS	$T_s = 0.8514 - 0.0047 \cdot t$	-0.1463	20	0.6274	2.1009	NS
Temperatura mínima promedio mensual (°C) - Estación Alao												
1	$T_m = 19.9127 + 0.0003 \cdot t$	0.0396	240	0.6114	1.9700	NS	$T_s = 0.6150 - 0.0032 \cdot t$	-0.2139	20	0.9290	2.1009	NS
Temperatura mínima promedio mensual (°C) - Estación San Pablo												
1	$T_m = 20.5521 + 0.00001 \cdot t$	0.0417	240	0.6439	1.9700	NS	$T_s = 0.0160 - 0.0002 \cdot t$	-0.2396	20	1.0470	2.1009	NS

Iteración	Análisis de tendencia en la media						Análisis de tendencia en la desviación estándar					
	Ecuación	R	n	t _c	t _t	Obs.	Ecuación	R	n	t _c	t _t	Obs.
	Temperatura mínima promedio mensual (°C) - Estación Saposoa											
1	$T_m = 21.6313 - 0.0006 \cdot t$	-0.0576	240	0.8901	1.9700	NS	$T_s = 0.7311 - 0.0038 \cdot t$	-0.1441	20	0.6178	2.1009	NS
	Velocidad del viento promedio mensual (m/s) - Estación Alao											
1	$T_m = 2.9108 + 0.00004 \cdot t$	0.0079	240	0.1219	1.9700	NS	$T_s = 0.3660 - 0.0015 \cdot t$	-0.0650	20	0.2764	2.1009	NS
	Velocidad del viento promedio mensual (m/s) - Estación San Pablo											
1	$T_m = 2.1603 + 0.000001 \cdot t$	0.0011	240	0.0170	1.9700	NS	$T_s = 0.0469 - 0.0001 \cdot t$	-0.0744	20	0.3165	2.1009	NS
	Velocidad del viento promedio mensual (m/s) - Estación Saposoa											
1	$T_m = 5.2863 + 0.0001 \cdot t$	0.0335	240	0.5171	1.9700	NS	$T_s = 0.1110 - 0.0008 \cdot t$	-0.1800	20	0.7764	2.1009	NS

Nota. NS = No significativo. S (0.05) = Significativo al 95% de probabilidad o 5% de significancia

Tabla 86*Datos consistentes y homogéneos de precipitación total mensual (mm) - Estación Alao*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2002	52.58	106.60	110.35	282.82	65.07	98.58	174.67	74.33	95.88	189.24	93.48	63.61	1,407.21
2003	88.59	76.73	180.60	156.04	112.64	145.11	91.82	78.29	119.30	178.31	290.52	254.61	1,772.56
2004	51.85	97.44	109.31	163.64	199.34	114.20	89.22	121.17	137.51	169.26	160.00	208.71	1,621.65
2005	89.01	192.78	198.30	361.09	65.90	85.57	78.18	52.89	98.06	219.74	199.65	167.91	1,809.08
2006	180.08	131.06	252.22	161.24	161.24	73.71	159.06	53.31	89.95	133.25	108.58	80.27	1,583.97
2007	58.62	27.49	251.59	106.60	304.88	43.00	94.11	60.39	208.40	269.90	162.30	84.10	1,671.38
2008	58.80	109.90	328.70	130.10	132.30	79.00	62.50	49.10	248.40	124.40	180.40	108.40	1,612.00
2009	225.80	58.90	241.10	279.70	97.30	277.80	84.80	89.80	149.60	100.00	52.50	51.40	1,708.70
2010	34.40	141.20	116.60	300.90	101.80	97.30	137.20	76.40	83.50	187.10	257.10	166.10	1,699.60
2011	45.10	35.00	166.30	118.90	156.20	88.60	63.90	141.50	100.20	172.40	203.40	232.20	1,523.70
2012	146.90	94.30	258.80	329.70	75.10	136.40	21.70	8.80	60.90	213.70	133.00	76.50	1,555.80
2013	189.90	105.80	141.10	136.50	101.00	95.20	82.30	100.80	121.50	126.00	146.70	178.20	1,525.00
2014	46.60	65.30	175.10	199.00	165.30	94.40	69.00	57.60	134.40	289.10	143.10	67.80	1,506.70
2015	176.70	151.70	163.70	282.30	120.90	72.70	59.70	87.10	40.50	103.40	194.10	120.00	1,572.80
2016	40.20	226.40	384.70	162.40	98.00	74.50	45.30	49.30	121.00	190.30	68.20	46.30	1,506.60
2017	144.90	221.40	235.70	55.60	171.70	74.80	60.60	67.10	167.90	167.00	199.20	97.90	1,663.80
2018	163.60	176.10	149.20	233.40	195.60	37.50	109.80	93.40	52.70	140.20	78.20	124.90	1,554.60
2019	152.80	221.00	205.90	303.30	98.20	93.80	164.20	34.70	176.40	264.40	223.20	141.40	2,079.30
2020	84.60	56.00	145.60	138.02	113.26	103.34	93.96	96.78	150.95	107.24	169.55	137.12	1,396.42
2021	110.57	94.34	246.79	98.09	98.74	90.96	97.89	70.47	121.36	146.87	139.68	176.22	1,491.98
PROMEDIO	107.08	119.47	203.08	199.97	131.72	98.82	92.00	73.16	123.92	174.59	160.14	129.18	1,613.14

Tabla 87*Datos consistentes y homogéneos de precipitación total mensual (mm) - Estación San Pablo*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2002	31.44	41.10	78.34	125.02	82.68	100.59	140.22	78.34	92.02	98.75	82.57	63.58	1,014.65
2003	103.53	129.58	136.74	153.68	93.21	158.89	50.44	113.73	106.35	153.90	169.31	267.01	1,636.37
2004	61.19	81.92	88.44	99.73	51.53	113.30	73.67	98.64	57.50	243.13	178.21	115.25	1,262.51
2005	64.77	104.39	107.98	230.32	52.72	64.23	50.22	51.85	37.20	134.14	277.00	186.03	1,360.85
2006	87.68	126.21	213.71	132.62	48.81	142.50	82.90	56.19	152.59	150.97	121.00	62.93	1,378.11
2007	42.52	33.72	318.47	91.48	214.04	43.17	41.65	67.27	112.75	212.52	175.72	80.84	1,434.15
2008	104.94	97.77	165.73	120.90	78.45	40.67	46.21	110.69	127.08	133.92	116.23	197.97	1,340.56
2009	184.18	99.51	190.16	335.95	152.92	100.81	46.64	52.29	162.26	124.91	103.09	55.33	1,608.05
2010	36.44	131.32	133.05	113.73	61.95	66.07	47.51	55.76	163.56	73.89	182.12	123.28	1,188.68
2011	73.46	50.22	184.80	162.10	159.70	85.90	42.50	24.10	225.40	76.40	138.40	156.30	1,379.28
2012	134.50	100.80	184.60	175.90	33.70	92.00	23.50	26.60	14.00	179.70	155.60	176.80	1,297.70
2013	165.00	168.10	274.60	126.60	111.10	100.50	26.60	176.00	144.80	157.60	100.40	70.00	1,621.30
2014	58.90	141.10	151.10	168.00	16.40	14.70	81.90	58.20	132.60	188.00	125.80	46.30	1,183.00
2015	142.40	162.10	118.50	232.80	126.40	62.70	58.00	37.50	27.70	188.70	169.90	79.90	1,406.60
2016	36.00	162.80	190.20	109.40	103.70	26.80	24.40	40.20	155.40	112.70	63.90	16.80	1,042.30
2017	94.30	207.90	172.90	60.00	230.30	29.60	51.20	83.00	153.90	98.10	147.70	64.40	1,393.30
2018	342.50	156.70	127.70	206.60	81.20	35.50	47.10	80.80	113.40	143.50	126.60	143.00	1,604.60
2019	62.30	118.20	167.40	155.80	51.40	47.80	89.60	35.70	169.80	138.50	204.90	109.00	1,350.40
2020	57.10	36.40	75.00	120.04	104.14	82.46	73.73	76.97	126.86	139.66	85.91	76.11	1,054.38
2021	124.53	138.33	225.40	89.20	51.20	75.70	88.70	53.40	102.20	160.80	90.60	183.40	1,383.46
PROMEDIO	100.38	114.41	165.24	150.49	95.28	74.19	59.33	68.86	118.87	145.49	140.75	113.71	1,347.01

Tabla 88*Datos consistentes y homogéneos de precipitación total mensual (mm) - Estación Saposoa*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2002	81.00	79.50	123.80	193.80	121.40	106.00	218.10	44.00	161.90	177.40	93.70	21.60	1,422.20
2003	55.60	166.20	238.80	101.30	173.70	125.60	63.30	59.00	133.80	134.00	260.20	306.50	1,818.00
2004	14.10	87.60	144.10	60.30	38.40	92.70	69.20	113.50	120.40	104.40	142.40	177.90	1,165.00
2005	141.80	78.40	147.10	284.00	134.80	69.80	16.70	57.10	23.80	107.10	152.90	246.00	1,459.50
2006	114.90	195.00	163.30	129.30	53.00	112.30	49.70	41.10	112.10	177.10	213.80	65.90	1,427.50
2007	105.50	35.90	176.70	167.00	168.50	51.60	17.90	66.80	125.50	213.40	256.20	96.40	1,481.40
2008	131.30	174.10	256.60	129.00	137.20	97.00	81.20	53.00	132.50	98.10	212.40	224.50	1,726.90
2009	245.80	142.40	128.70	245.90	145.10	63.80	14.80	74.90	128.40	113.20	139.80	111.90	1,554.70
2010	12.40	145.20	91.00	177.40	202.40	62.50	65.70	48.60	26.90	60.60	130.70	109.30	1,132.70
2011	101.80	53.70	224.00	204.20	74.70	116.20	93.50	43.20	149.70	101.10	201.10	255.80	1,619.00
2012	167.30	124.70	139.40	240.30	53.30	110.00	26.30	32.40	74.10	213.20	129.50	146.50	1,457.00
2013	168.50	203.20	377.90	82.40	84.70	109.60	47.30	160.60	77.30	160.40	170.50	181.80	1,824.20
2014	68.90	145.40	174.60	226.40	47.40	101.00	93.30	75.40	145.00	195.50	174.10	58.40	1,505.40
2015	262.50	245.20	121.40	294.60	159.70	78.20	89.60	51.10	89.90	130.40	137.50	163.00	1,823.10
2016	61.70	247.70	288.60	169.20	137.10	44.10	21.80	35.30	235.80	248.30	66.60	33.20	1,589.40
2017	205.60	217.70	160.90	105.20	152.60	69.80	44.00	115.80	113.00	103.00	264.00	173.70	1,725.30
2018	173.70	230.20	110.70	246.20	82.00	25.70	57.20	53.50	112.91	155.57	87.60	154.50	1,489.78
2019	141.20	135.10	288.80	82.90	72.30	67.50	234.90	68.90	132.60	176.00	171.30	181.30	1,752.80
2020	49.80	43.80	85.50	168.93	134.92	95.63	111.60	115.79	115.21	137.99	122.80	126.20	1,308.17
2021	115.90	140.30	296.60	61.90	115.80	60.20	62.00	32.70	110.00	102.00	177.80	154.20	1,429.40
PROMEDIO	120.97	144.57	186.93	168.51	114.45	82.96	73.91	67.13	116.04	145.44	165.25	149.43	1,535.57

Tabla 89*Datos consistentes y homogéneos de temperatura media mensual (°C) - Estación Alao*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2002	25.61	25.74	25.49	25.18	25.12	24.62	24.30	24.55	25.12	25.19	25.37	25.98	25.19
2003	26.13	25.62	25.30	25.12	24.74	24.74	24.29	24.67	25.05	25.62	25.62	25.19	25.17
2004	26.27	25.50	25.31	25.50	25.05	24.16	24.16	24.28	24.41	25.50	25.44	25.50	25.09
2005	26.16	25.51	25.78	25.05	25.19	24.85	24.41	25.19	25.51	25.44	25.44	25.44	25.33
2006	25.52	25.44	24.99	25.05	24.65	24.72	24.46	24.92	25.19	25.84	25.78	26.18	25.23
2007	26.25	26.72	25.20	24.98	24.65	24.92	24.99	25.25	24.72	25.05	25.25	25.72	25.31
2008	25.46	25.25	24.71	25.05	24.51	24.65	24.44	25.32	24.98	24.98	25.40	26.14	25.07
2009	24.98	25.47	24.92	24.78	24.92	24.44	24.71	24.98	25.05	25.54	26.39	26.47	25.22
2010	26.49	26.05	25.77	25.26	25.20	24.47	24.47	24.89	25.41	25.62	25.33	25.48	25.37
2011	25.99	25.55	25.15	25.00	24.85	24.55	24.48	25.07	24.70	25.30	25.45	25.30	25.12
2012	25.60	25.23	24.92	24.69	24.92	24.23	24.38	25.30	25.45	25.60	25.99	25.91	25.19
2013	25.61	25.15	25.61	25.38	25.15	24.29	23.83	24.14	25.38	25.30	25.69	25.77	25.11
2014	25.85	25.78	24.99	24.67	25.38	24.83	24.67	24.76	24.83	24.99	25.85	25.85	25.20
2015	25.54	25.23	25.30	24.67	24.91	24.51	24.67	25.25	25.93	26.00	26.00	25.62	25.30
2016	27.23	25.55	25.40	25.25	25.10	24.56	24.64	25.25	25.33	25.64	26.48	26.17	25.55
2017	25.33	25.72	25.26	25.33	25.18	25.10	24.32	25.40	24.94	25.56	25.72	25.87	25.31
2018	25.10	25.73	25.03	24.86	25.10	24.63	24.63	24.55	25.26	25.26	26.21	25.82	25.18
2019	25.42	25.26	25.10	25.10	25.26	24.78	24.30	24.37	25.10	24.78	25.42	25.74	25.05
2020	26.00	26.40	26.00	25.32	25.21	24.55	24.32	26.32	24.84	25.34	25.46	25.37	25.43
2021	25.26	25.20	24.87	25.18	25.25	24.37	24.44	25.13	25.12	26.25	25.61	25.51	25.18
PROMEDIO	25.79	25.61	25.26	25.07	25.02	24.60	24.45	24.98	25.12	25.44	25.70	25.75	25.23

Tabla 90*Datos consistentes y homogéneos de temperatura media mensual (°C) - Estación San Pablo*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2002	26.35	26.38	26.21	26.11	26.05	25.74	25.53	25.78	26.09	26.15	26.19	26.62	26.10
2003	26.71	26.36	26.13	26.05	25.82	25.83	25.56	25.77	25.91	26.32	26.21	26.01	26.06
2004	26.78	26.11	25.91	26.27	26.11	25.30	25.30	25.45	25.65	26.16	26.27	26.27	25.97
2005	26.67	26.27	26.47	25.96	26.11	25.91	25.45	26.06	26.32	26.16	26.11	26.16	26.14
2006	26.11	26.06	25.86	25.91	25.60	25.81	25.55	25.96	26.01	26.52	26.42	26.52	26.03
2007	26.72	26.88	25.96	25.91	25.76	25.81	25.65	25.96	25.81	26.06	26.11	26.42	26.09
2008	26.21	26.06	25.81	26.01	25.65	25.71	25.71	26.27	25.96	26.11	26.32	26.62	26.04
2009	25.91	26.16	25.86	25.65	25.86	25.50	25.76	26.01	26.06	26.26	26.60	26.60	26.02
2010	26.55	26.40	26.21	26.16	25.97	25.62	25.57	25.86	26.21	26.21	26.01	26.11	26.07
2011	26.40	26.06	25.62	25.67	25.52	25.37	25.48	25.82	25.86	26.01	26.16	25.82	25.82
2012	26.01	25.77	25.67	25.62	25.72	25.62	25.62	26.36	26.31	26.21	26.36	25.86	25.93
2013	26.11	26.06	26.11	26.21	26.11	25.67	25.57	27.43	27.77	26.16	26.16	26.31	26.31
2014	26.21	25.91	25.72	25.52	26.06	25.86	25.72	25.67	25.72	25.86	26.40	26.40	25.92
2015	26.01	25.91	25.97	25.77	25.82	25.86	25.82	26.26	26.50	26.40	26.45	26.06	26.07
2016	27.19	25.77	25.82	25.91	25.86	25.77	26.01	26.31	26.16	26.06	26.45	26.31	26.14
2017	25.67	25.97	25.97	26.01	25.86	26.01	25.86	26.21	25.91	26.01	26.16	26.45	26.01
2018	26.01	26.06	25.86	25.97	26.11	26.06	26.01	25.97	26.26	26.01	26.26	26.31	26.07
2019	26.11	26.06	25.97	26.01	26.36	26.16	26.16	25.97	26.16	26.01	26.11	26.16	26.10
2020	26.36	26.36	26.31	25.99	25.97	25.91	25.78	26.10	25.98	26.13	26.19	26.18	26.11
2021	25.95	26.12	25.83	25.93	26.21	25.45	25.83	26.21	26.02	26.70	26.21	26.12	26.05
PROMEDIO	26.30	26.14	25.96	25.93	25.93	25.75	25.70	26.07	26.13	26.18	26.26	26.27	26.05

Tabla 91*Datos consistentes y homogéneos de temperatura media mensual (°C) - Estación Saposoa*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2002	27.70	27.60	27.32	27.48	27.32	26.88	26.55	27.15	27.48	27.65	27.48	28.20	27.40
2003	28.37	27.75	27.32	27.32	27.00	27.05	26.65	26.88	27.32	27.81	27.81	27.38	27.39
2004	28.31	27.65	27.48	27.81	27.55	26.65	26.82	26.72	26.93	27.69	27.82	27.62	27.42
2005	28.01	27.62	27.56	27.06	27.24	27.12	26.42	27.24	27.88	27.88	27.62	27.44	27.42
2006	27.56	27.30	27.18	27.24	26.86	26.92	26.74	27.30	27.62	28.33	27.82	27.88	27.40
2007	27.82	28.26	27.12	27.24	27.00	26.98	26.80	27.18	27.12	27.44	27.38	27.69	27.34
2008	27.50	27.24	26.92	27.18	26.80	26.66	26.74	27.36	27.15	27.36	27.70	27.70	27.19
2009	27.09	27.29	27.02	27.02	27.15	26.54	27.09	27.29	27.36	27.91	28.38	28.04	27.35
2010	28.38	28.04	28.11	27.56	27.43	27.02	26.82	27.15	27.84	27.91	27.63	27.56	27.62
2011	27.84	27.50	27.02	27.15	27.09	26.82	26.74	27.36	27.02	27.56	27.70	27.29	27.26
2012	27.56	27.22	27.15	27.02	27.15	26.61	26.61	27.50	27.84	27.56	27.84	27.56	27.30
2013	27.70	27.43	27.43	27.50	27.36	26.54	26.27	28.86	27.36	27.50	27.63	27.56	27.43
2014	27.43	27.29	26.82	29.13	27.36	27.32	26.87	26.87	27.17	27.24	27.91	27.99	27.45
2015	27.39	27.09	27.39	27.17	27.02	26.72	27.02	27.69	27.02	27.84	28.28	27.54	27.35
2016	26.65	27.24	27.47	27.39	27.39	26.65	27.02	27.61	25.23	27.61	28.36	27.91	27.21
2017	26.95	27.39	27.02	27.17	27.17	26.95	26.87	27.76	27.47	27.84	28.06	27.84	27.37
2018	27.17	27.61	27.17	27.17	27.32	26.80	27.09	26.95	27.61	27.50	28.06	27.84	27.36
2019	27.61	27.39	27.32	27.54	27.47	27.02	26.50	26.50	27.39	27.09	27.47	27.84	27.26
2020	28.06	27.99	27.54	27.56	27.53	27.43	27.05	27.52	27.38	27.69	27.71	27.99	27.62
2021	27.32	27.76	27.25	27.69	27.47	26.81	26.44	27.25	27.47	28.26	27.48	27.38	27.38
PROMEDIO	27.62	27.53	27.28	27.42	27.23	26.87	26.76	27.31	27.28	27.68	27.81	27.71	27.38

Tabla 92*Datos consistentes y homogéneos de temperatura máxima promedio mensual (°C) - Estación Alao*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2002	33.92	33.63	33.50	33.18	33.09	32.76	32.02	32.94	33.68	33.50	33.36	33.82	33.28
2003	33.82	33.50	33.32	33.13	32.85	32.90	32.81	33.09	33.36	33.86	33.63	33.03	33.28
2004	34.28	33.54	33.45	33.59	33.18	32.34	32.49	32.67	32.72	33.59	33.45	33.50	33.23
2005	34.05	33.22	33.50	32.81	33.00	33.00	32.90	33.63	33.68	33.50	33.36	33.27	33.33
2006	33.27	33.27	33.03	33.00	32.72	33.00	33.13	33.36	33.77	33.73	33.50	33.86	33.30
2007	33.92	34.33	33.27	33.00	32.72	33.18	33.36	33.73	33.03	33.27	33.09	33.50	33.37
2008	33.32	33.13	32.67	33.09	32.67	32.76	32.90	33.73	33.22	33.22	33.50	34.01	33.19
2009	32.94	33.18	32.81	32.58	32.81	32.62	32.85	33.26	33.26	33.58	34.13	34.18	33.18
2010	34.18	33.67	33.63	33.00	32.96	32.91	32.79	33.50	33.75	33.97	33.29	33.42	33.42
2011	33.80	33.37	32.91	33.00	32.74	32.53	32.79	33.63	32.91	33.17	33.42	33.05	33.11
2012	33.46	33.00	33.00	32.71	32.96	32.74	32.91	33.75	33.89	33.58	33.89	33.50	33.28
2013	33.37	33.13	33.29	33.58	33.13	32.63	32.74	32.96	33.75	33.67	33.63	33.67	33.30
2014	33.58	33.46	32.79	32.66	33.05	33.00	32.91	33.21	33.26	33.13	33.55	33.37	33.16
2015	33.26	32.96	33.21	32.63	32.74	32.88	32.91	33.50	33.99	33.80	33.55	33.12	33.21
2016	34.59	33.01	32.72	33.01	32.91	32.57	32.86	33.85	33.31	33.46	33.95	33.70	33.33
2017	32.92	33.17	32.85	33.17	33.11	32.92	32.60	33.89	33.17	33.50	33.44	33.63	33.20
2018	33.11	33.37	32.66	32.53	32.79	32.60	32.66	32.85	33.96	33.17	33.89	33.31	33.08
2019	32.92	32.85	32.79	32.92	32.98	32.92	32.53	32.85	33.63	32.73	33.37	33.44	32.99
2020	33.69	34.02	33.96	33.66	33.47	33.53	33.29	33.62	33.34	33.49	33.57	33.60	33.60
2021	33.31	33.40	32.62	32.56	33.05	32.74	32.92	33.03	33.06	34.26	33.02	33.19	33.10
PROMEDIO	33.59	33.36	33.10	32.99	32.95	32.83	32.82	33.35	33.44	33.51	33.53	33.51	33.25

Tabla 93*Datos consistentes y homogéneos de temperatura máxima promedio mensual (°C) - Estación San Pablo*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2002	35.05	34.86	34.77	34.91	34.89	34.78	34.52	34.85	35.10	35.03	34.99	35.15	34.91
2003	35.16	35.03	34.96	34.90	34.80	34.81	34.79	34.89	34.96	35.06	35.01	34.78	34.93
2004	35.16	34.86	34.75	34.96	34.89	34.60	34.62	34.70	34.78	34.96	34.93	34.89	34.84
2005	35.06	34.86	34.94	34.72	34.80	34.85	34.78	35.02	35.16	34.94	34.86	34.85	34.90
2006	34.83	34.78	34.80	34.73	34.73	34.80	34.83	34.96	35.07	35.07	34.99	35.02	34.88
2007	35.12	35.19	34.78	34.75	34.70	34.85	34.85	35.02	34.94	34.94	34.88	34.99	34.92
2008	34.89	34.88	34.70	34.80	34.70	34.76	34.88	35.10	34.96	34.93	34.96	35.07	34.89
2009	34.75	34.85	34.70	34.65	34.76	34.68	34.86	34.97	34.90	35.06	35.13	35.16	34.87
2010	35.15	35.02	34.97	34.83	34.83	34.85	34.82	35.02	35.07	35.11	34.92	34.88	34.96
2011	35.07	34.88	34.68	34.74	34.67	34.62	34.72	35.04	35.00	34.90	35.00	34.80	34.84
2012	35.01	34.80	34.77	34.68	34.83	34.76	34.83	35.11	35.23	35.11	35.19	35.00	34.94
2013	35.01	34.93	34.89	35.04	34.95	34.85	34.93	34.95	35.18	35.07	35.00	35.08	34.99
2014	35.00	34.90	34.69	34.69	34.89	34.85	34.85	34.92	34.93	34.83	35.04	35.04	34.89
2015	34.85	34.80	34.83	34.74	34.72	34.80	34.82	34.93	35.11	35.02	35.00	34.77	34.87
2016	35.40	34.63	34.55	34.65	34.60	34.58	34.76	34.98	34.95	34.88	35.26	35.14	34.87
2017	34.65	34.81	34.93	35.05	34.91	34.95	34.79	35.05	34.84	34.95	35.00	35.02	34.91
2018	34.81	34.88	34.67	34.88	35.00	34.93	34.88	34.84	35.09	34.98	35.12	35.05	34.93
2019	34.93	34.86	34.84	35.00	35.14	35.02	35.05	34.93	34.95	34.84	34.86	34.95	34.95
2020	35.12	35.14	35.02	34.87	34.86	34.81	34.73	35.02	34.86	34.93	34.92	34.96	34.94
2021	34.85	34.91	34.76	34.68	34.89	34.84	34.95	34.85	34.89	35.24	34.79	34.94	34.88
PROMEDIO	34.99	34.89	34.80	34.81	34.83	34.80	34.81	34.96	35.00	34.99	34.99	34.98	34.90

Tabla 94*Datos consistentes y homogéneos de temperatura máxima promedio mensual (°C) - Estación Saposoa*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2002	33.03	32.36	32.19	32.02	32.02	31.86	30.69	32.61	33.03	32.69	32.69	33.61	32.40
2003	34.28	32.77	32.02	32.11	31.36	31.28	31.61	32.52	32.95	33.78	33.11	31.94	32.48
2004	33.86	32.69	32.19	33.03	32.69	31.28	31.44	31.86	31.86	33.14	32.73	32.48	32.44
2005	33.22	32.73	32.48	31.41	31.66	31.99	31.75	33.46	33.95	33.71	32.89	32.07	32.61
2006	32.15	31.75	31.83	31.83	31.58	31.09	32.39	32.97	33.80	33.71	32.82	32.82	32.40
2007	33.22	33.95	31.99	31.90	31.37	32.15	32.15	33.14	32.39	32.57	32.15	32.73	32.48
2008	32.39	32.32	31.34	31.99	31.41	31.41	32.57	33.38	32.73	32.24	32.65	33.13	32.30
2009	31.50	31.66	31.09	30.93	31.58	31.09	32.32	32.82	32.82	33.22	33.87	33.55	32.20
2010	34.03	33.06	33.38	32.39	32.32	32.07	31.75	32.82	33.63	33.95	32.48	32.48	32.86
2011	33.06	32.19	31.22	32.01	31.48	30.95	31.66	33.79	32.54	32.63	33.17	31.66	32.20
2012	32.36	31.57	32.01	31.39	31.84	31.57	31.92	34.05	34.14	32.99	32.90	32.28	32.42
2013	32.90	31.75	32.01	33.08	32.28	31.39	31.39	32.82	33.61	32.99	32.73	32.82	32.48
2014	32.82	32.10	31.04	31.66	32.10	32.36	31.92	32.63	33.08	32.36	32.82	33.35	32.35
2015	32.19	31.48	31.92	31.48	31.22	31.57	32.19	33.96	30.42	33.40	33.60	32.13	32.13
2016	35.27	31.15	31.54	32.23	31.74	31.25	32.23	34.29	33.01	32.82	33.89	33.50	32.74
2017	30.85	31.74	31.44	31.84	31.25	31.44	31.54	33.40	32.42	33.21	33.01	32.82	32.08
2018	31.93	32.52	31.93	31.44	32.13	31.93	32.62	32.33	33.43	32.57	32.52	32.91	32.36
2019	32.13	32.13	32.13	32.91	32.33	32.62	31.74	32.72	33.70	32.82	32.91	32.52	32.56
2020	33.40	33.40	32.82	31.64	32.25	32.13	32.09	32.38	32.44	32.14	32.81	33.11	32.55
2021	32.42	33.01	31.05	31.15	32.03	31.15	31.35	32.91	32.91	33.45	31.92	32.00	32.11
PROMEDIO	32.85	32.32	31.88	31.92	31.83	31.63	31.87	33.04	32.94	33.02	32.88	32.70	32.41

Tabla 95*Datos consistentes y homogéneos de temperatura mínima promedio mensual (°C) - Estación Alao*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2002	20.08	20.67	20.37	20.67	20.30	19.21	19.57	18.69	19.21	20.08	20.16	20.45	19.96
2003	20.45	20.74	20.37	20.23	20.01	19.86	18.77	18.91	19.28	20.01	20.45	20.74	19.99
2004	20.37	20.23	20.59	20.52	20.37	19.42	19.28	18.69	19.06	20.23	20.45	20.37	19.97
2005	20.37	20.59	20.59	20.52	20.23	19.79	18.62	18.99	19.57	20.30	20.37	20.30	20.02
2006	20.45	20.08	20.30	20.23	19.57	19.64	18.77	18.99	19.35	20.59	20.59	20.67	19.94
2007	20.45	20.37	20.23	20.16	19.86	19.57	18.77	19.13	19.21	19.79	20.23	20.37	19.85
2008	20.08	20.01	19.94	19.86	19.72	19.72	18.99	19.21	19.28	20.01	20.37	20.37	19.80
2009	20.23	20.30	20.30	20.30	20.16	19.42	19.57	19.64	19.64	19.86	20.48	20.55	20.04
2010	19.93	20.69	20.48	20.69	20.35	19.59	19.10	18.75	19.37	19.86	20.07	20.21	19.92
2011	20.21	20.13	20.27	19.93	20.07	19.65	19.10	18.89	19.31	20.27	20.21	20.55	19.88
2012	20.13	20.07	19.86	20.21	19.65	18.89	18.48	19.10	18.96	19.99	20.41	20.62	19.70
2013	20.41	20.21	20.62	19.86	20.21	19.37	18.55	18.89	19.10	19.99	20.07	20.13	19.78
2014	20.41	20.35	20.41	19.99	20.35	19.72	19.31	19.10	19.31	19.51	20.35	20.48	19.94
2015	20.41	20.35	20.41	20.13	20.21	19.37	19.59	19.37	19.72	20.27	20.69	20.41	20.08
2016	20.83	20.97	20.89	20.55	20.35	19.51	19.17	18.96	19.51	20.21	20.48	20.41	20.15
2017	20.27	20.41	20.41	20.35	20.21	19.99	18.89	19.37	19.65	19.86	20.48	20.27	20.01
2018	19.99	20.27	20.27	20.27	20.13	19.31	19.17	19.03	19.51	20.48	20.89	20.35	19.97
2019	20.41	20.55	20.62	20.27	20.21	19.65	19.10	18.75	19.59	19.93	20.27	20.62	20.00
2020	20.75	20.83	20.69	20.10	20.31	19.83	19.39	19.04	19.35	19.56	20.33	20.54	20.06
2021	20.21	20.26	20.22	20.20	19.81	19.72	18.72	19.33	20.10	20.49	20.58	20.35	20.00
PROMEDIO	20.32	20.40	20.39	20.25	20.10	19.56	19.05	19.04	19.40	20.06	20.40	20.44	19.95

Tabla 96*Datos consistentes y homogéneos de temperatura mínima promedio mensual (°C) - Estación San Pablo*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2002	20.57	20.55	20.54	20.55	20.55	20.55	20.53	20.54	20.54	20.56	20.56	20.56	20.55
2003	20.56	20.56	20.56	20.56	20.56	20.54	20.54	20.54	20.52	20.54	20.56	20.57	20.55
2004	20.57	20.56	20.57	20.57	20.56	20.54	20.54	20.52	20.53	20.56	20.57	20.57	20.56
2005	20.56	20.57	20.57	20.57	20.56	20.55	20.52	20.52	20.54	20.56	20.56	20.56	20.55
2006	20.56	20.56	20.56	20.56	20.53	20.54	20.52	20.53	20.54	20.57	20.57	20.57	20.55
2007	20.57	20.56	20.56	20.56	20.55	20.54	20.52	20.53	20.54	20.55	20.56	20.57	20.55
2008	20.56	20.56	20.56	20.56	20.55	20.54	20.53	20.54	20.54	20.56	20.56	20.56	20.55
2009	20.56	20.56	20.56	20.56	20.56	20.53	20.54	20.54	20.55	20.56	20.58	20.57	20.56
2010	20.55	20.57	20.57	20.58	20.56	20.54	20.53	20.52	20.55	20.56	20.56	20.56	20.55
2011	20.56	20.56	20.56	20.56	20.56	20.55	20.54	20.53	20.55	20.57	20.56	20.57	20.56
2012	20.56	20.55	20.55	20.56	20.55	20.55	20.53	20.55	20.56	20.57	20.56	20.55	20.55
2013	20.57	20.56	20.57	20.55	20.57	20.55	20.53	20.54	20.56	20.57	20.56	20.56	20.56
2014	20.56	20.57	20.57	20.57	20.57	20.53	20.50	20.50	20.51	20.51	20.53	20.56	20.54
2015	20.58	20.58	20.58	20.57	20.57	20.55	20.56	20.56	20.56	20.57	20.56	20.56	20.57
2016	20.56	20.55	20.55	20.55	20.55	20.54	20.54	20.55	20.55	20.55	20.56	20.56	20.55
2017	20.55	20.55	20.56	20.56	20.55	20.55	20.55	20.56	20.55	20.55	20.56	20.55	20.55
2018	20.54	20.55	20.55	20.55	20.55	20.54	20.54	20.55	20.55	20.55	20.55	20.55	20.55
2019	20.55	20.56	20.55	20.55	20.56	20.55	20.55	20.53	20.56	20.56	20.57	20.57	20.56
2020	20.57	20.59	20.58	20.55	20.55	20.54	20.54	20.52	20.54	20.55	20.55	20.57	20.55
2021	20.55	20.56	20.55	20.58	20.57	20.55	20.56	20.54	20.54	20.57	20.57	20.54	20.56
PROMEDIO	20.56	20.56	20.56	20.56	20.56	20.54	20.54	20.54	20.54	20.56	20.56	20.56	20.55

Tabla 97*Datos consistentes y homogéneos de temperatura mínima promedio mensual (°C) - Estación Saposoa*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2002	21.85	22.13	21.92	22.06	21.99	20.91	20.98	20.48	20.69	21.70	21.63	22.21	21.55
2003	22.21	22.13	22.06	21.85	21.63	21.35	20.34	20.26	20.76	21.56	22.06	22.35	21.55
2004	22.49	22.06	22.21	22.21	21.78	20.76	20.84	20.12	20.48	21.85	22.13	22.42	21.61
2005	22.28	22.42	22.42	22.13	22.06	21.49	20.12	20.19	20.98	21.92	21.99	22.28	21.69
2006	22.13	22.28	22.13	21.92	20.91	21.20	20.05	20.55	20.69	22.28	22.28	22.35	21.56
2007	21.99	22.21	21.99	21.92	21.43	20.98	20.41	20.48	20.84	21.49	21.99	22.35	21.51
2008	21.92	21.78	21.70	21.85	21.20	21.20	20.84	21.28	21.12	21.93	22.09	21.82	21.56
2009	21.85	22.33	21.93	21.93	22.09	21.05	21.05	21.05	21.29	22.33	22.49	22.49	21.82
2010	21.85	22.33	22.49	22.41	21.93	21.21	20.80	20.56	21.13	21.93	22.01	22.17	21.74
2011	22.17	22.17	21.93	21.69	21.77	21.29	20.64	20.24	20.89	22.25	22.17	22.17	21.62
2012	21.93	21.77	21.61	21.77	21.45	20.48	19.92	20.16	20.56	21.77	22.17	22.33	21.33
2013	22.17	22.17	22.41	21.61	21.85	21.05	19.76	20.16	20.48	21.77	22.17	22.09	21.47
2014	21.93	21.93	22.01	21.69	22.01	21.37	20.72	20.16	20.64	20.97	22.17	22.41	21.50
2015	21.85	21.93	22.01	21.53	21.93	21.05	20.89	20.89	21.05	21.69	22.66	22.09	21.63
2016	22.66	22.66	22.41	22.17	21.85	20.80	20.48	20.16	20.72	21.85	22.25	21.85	21.66
2017	21.45	21.61	21.77	21.45	21.61	21.37	20.24	20.80	20.97	21.93	22.41	22.01	21.47
2018	21.61	21.77	21.93	21.69	21.45	20.80	20.50	20.50	21.29	22.35	23.00	21.40	21.52
2019	21.30	22.00	21.90	21.60	21.70	20.80	20.20	19.40	20.80	21.20	21.70	22.50	21.26
2020	21.90	22.40	21.70	22.18	22.10	21.40	21.59	21.56	21.75	22.24	22.17	22.10	21.92
2021	21.40	22.00	21.50	21.60	21.10	20.90	19.70	20.40	21.30	21.80	21.90	21.60	21.27
PROMEDIO	21.95	22.10	22.00	21.86	21.69	21.07	20.50	20.47	20.92	21.84	22.17	22.15	21.56

Tabla 98*Datos consistentes y homogéneos de velocidad del viento promedio mensual (m/s) - Estación Alao*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2002	3.25	3.21	2.92	2.53	2.92	2.72	2.53	3.16	3.01	3.11	3.21	3.83	3.03
2003	3.45	3.06	3.16	2.53	2.63	2.68	3.01	2.92	3.21	3.54	3.06	2.68	2.99
2004	3.35	2.78	2.58	2.68	2.53	2.68	2.78	2.78	2.58	2.82	2.82	2.87	2.77
2005	3.25	2.72	2.78	2.39	2.53	2.72	2.63	2.97	2.93	3.08	2.90	3.02	2.83
2006	2.92	2.82	2.90	2.63	2.48	2.78	2.96	2.96	2.92	3.35	3.25	3.98	3.00
2007	3.16	4.31	3.16	2.68	2.48	2.58	2.96	2.96	2.82	2.68	2.92	3.16	2.99
2008	3.50	3.01	3.06	2.92	2.78	2.48	2.53	2.87	2.58	2.78	2.68	3.06	2.85
2009	2.87	3.16	2.92	2.68	2.78	2.68	2.68	2.72	2.48	3.06	3.78	4.89	3.06
2010	4.70	2.87	2.96	2.43	2.43	2.48	2.58	2.58	2.87	3.01	2.63	2.82	2.86
2011	3.64	3.01	3.16	2.58	2.48	2.48	2.48	2.82	3.06	3.01	2.92	2.78	2.87
2012	3.25	3.11	2.78	2.48	2.58	2.68	2.68	3.40	3.35	3.06	3.25	3.16	2.98
2013	2.63	2.72	2.87	2.63	2.68	2.53	2.63	2.68	2.87	2.87	2.63	2.87	2.72
2014	3.16	3.16	2.43	2.58	2.78	2.58	2.39	2.53	2.48	2.68	3.11	3.54	2.79
2015	2.87	2.63	2.78	2.78	2.63	2.48	2.82	2.58	2.96	3.25	2.96	2.63	2.78
2016	3.21	2.82	2.63	3.11	2.87	2.48	2.82	2.72	2.96	2.92	3.18	3.56	2.94
2017	3.65	2.99	2.85	2.89	2.56	2.61	2.70	2.89	2.66	3.08	2.99	3.65	2.96
2018	4.08	3.94	3.13	2.47	2.70	2.52	2.56	2.56	2.99	3.08	3.08	3.41	3.04
2019	2.85	3.27	2.70	2.66	2.75	2.61	2.56	2.66	3.18	2.94	2.70	2.99	2.82
2020	3.32	3.70	2.75	2.84	3.01	3.12	2.90	2.99	3.24	3.20	2.95	2.17	3.02
2021	2.93	3.43	3.21	2.69	2.95	2.93	3.42	2.78	3.14	2.93	3.28	2.53	3.02
PROMEDIO	3.30	3.14	2.89	2.66	2.68	2.64	2.73	2.83	2.91	3.02	3.02	3.18	2.92

Tabla 99*Datos consistentes y homogéneos de velocidad del viento promedio mensual (m/s) - Estación San Pablo*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2002	2.16	2.28	2.19	2.16	2.15	2.09	2.10	2.06	2.13	2.13	2.18	2.10	2.14
2003	2.17	2.17	2.28	2.18	2.17	2.21	2.17	2.24	2.12	2.12	2.14	2.18	2.18
2004	2.18	2.12	2.04	2.21	2.18	2.17	2.18	2.13	2.23	2.12	2.17	2.12	2.15
2005	2.18	2.18	2.21	2.20	2.18	2.13	2.21	2.24	2.23	2.18	2.20	2.13	2.19
2006	2.13	2.12	2.18	2.12	2.17	2.11	2.17	2.15	2.21	2.17	2.17	2.17	2.16
2007	2.26	2.22	2.17	2.18	2.13	2.09	2.17	2.19	2.21	2.18	2.11	2.12	2.17
2008	2.11	2.11	2.11	2.09	2.09	2.08	2.11	2.17	2.15	2.23	2.12	2.24	2.13
2009	2.13	2.09	2.13	2.11	2.12	2.13	2.13	2.17	2.13	2.17	2.20	2.22	2.14
2010	2.23	2.16	2.16	2.13	2.16	2.12	2.11	2.14	2.23	2.23	2.18	2.18	2.17
2011	2.15	2.13	2.13	2.13	2.15	2.13	2.15	2.23	2.31	2.23	2.18	2.20	2.18
2012	2.08	2.08	2.18	2.08	2.13	2.23	2.13	2.23	2.20	2.15	2.23	2.23	2.16
2013	2.13	2.23	2.13	2.23	2.23	2.13	2.18	2.18	2.12	2.17	2.12	2.20	2.17
2014	2.12	2.14	2.25	2.13	2.10	2.13	2.13	2.13	2.13	2.10	2.19	2.16	2.14
2015	2.16	2.13	2.16	2.13	2.10	2.10	2.10	2.10	2.23	2.19	2.19	2.10	2.14
2016	2.10	2.16	2.13	2.10	2.10	2.13	2.16	2.13	2.16	2.26	2.16	2.19	2.15
2017	2.23	2.19	2.26	2.16	2.19	2.10	2.19	2.19	2.16	2.13	2.19	2.19	2.18
2018	2.19	2.19	2.16	2.13	2.19	2.15	2.11	2.15	2.18	2.18	2.11	2.11	2.15
2019	2.15	2.15	2.11	2.15	2.15	2.15	2.11	2.22	2.18	2.15	2.15	2.18	2.15
2020	2.22	2.11	2.11	2.23	2.17	2.24	2.27	2.21	2.18	2.19	2.16	2.05	2.18
2021	2.05	2.08	2.16	2.16	2.22	2.16	2.16	2.19	2.19	2.19	2.16	2.19	2.16
PROMEDIO	2.16	2.15	2.16	2.15	2.15	2.14	2.15	2.17	2.18	2.17	2.17	2.16	2.16

Tabla 100*Datos consistentes y homogéneos de velocidad del viento promedio mensual (m/s) - Estación Saposoa*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2002	5.32	5.43	5.00	5.32	5.25	5.34	5.21	5.21	5.34	5.37	5.28	5.28	5.28
2003	5.46	5.25	5.59	5.28	5.17	5.15	5.25	5.25	5.30	5.25	5.28	5.34	5.30
2004	5.30	5.32	5.28	5.19	5.21	5.25	5.28	5.21	5.21	5.13	5.39	5.37	5.26
2005	5.52	5.31	5.09	5.31	5.27	5.25	5.21	5.21	5.27	5.49	5.43	5.35	5.31
2006	5.35	5.34	5.35	5.23	5.09	5.21	5.16	5.31	5.16	5.37	5.42	5.49	5.29
2007	5.49	5.42	5.25	5.35	5.25	5.37	5.25	5.24	5.24	5.41	5.37	5.27	5.33
2008	5.25	5.37	5.24	5.24	5.35	5.41	5.22	5.27	5.35	5.39	5.28	5.06	5.29
2009	5.28	5.45	5.39	5.16	5.28	5.28	5.48	5.24	5.36	5.13	5.36	4.98	5.28
2010	5.28	5.10	5.22	4.98	5.10	5.10	5.24	5.30	5.30	5.28	5.39	5.22	5.21
2011	5.50	5.32	5.24	5.36	5.24	5.45	5.24	5.39	5.24	5.10	5.22	5.02	5.28
2012	5.36	5.24	5.22	5.18	5.56	5.33	5.32	5.41	5.43	5.37	5.33	5.43	5.35
2013	5.51	5.56	5.43	5.30	5.23	5.32	5.27	5.24	5.27	5.27	5.30	5.33	5.34
2014	5.32	5.32	5.27	5.30	5.24	5.27	5.32	5.30	5.30	5.24	5.37	5.17	5.29
2015	5.32	5.27	5.20	5.20	5.30	5.24	5.20	5.20	5.27	5.29	5.40	5.27	5.26
2016	5.33	5.44	5.23	5.32	5.38	5.27	5.35	5.22	5.13	5.24	5.33	5.27	5.29
2017	5.45	5.24	5.41	5.30	5.35	5.41	5.35	5.27	5.39	5.39	5.24	5.30	5.34
2018	5.35	5.43	5.52	5.43	5.28	5.45	5.55	5.39	5.27	5.31	5.31	5.10	5.37
2019	5.06	5.17	5.15	5.06	5.06	5.08	5.13	5.46	5.17	5.17	5.17	5.34	5.17
2020	5.40	5.46	5.32	5.28	5.27	5.28	5.23	5.41	5.28	5.25	5.27	5.43	5.32
2021	5.28	5.25	5.43	5.64	5.25	5.25	5.16	5.25	5.34	5.40	5.28	5.23	5.31
PROMEDIO	5.36	5.33	5.29	5.27	5.26	5.29	5.27	5.29	5.28	5.29	5.32	5.26	5.29

3.3.4. Objetivo específico 4: Evaluación del comportamiento espacial y temporal de los parámetros hidrometeorológicos

La evaluación del comportamiento espacial y temporal de los parámetros hidrometeorológicos se efectuó una vez obtenidas las series de datos consistentes y homogéneos, de este modo, abarcó el análisis de las siguientes tres variables: precipitación, temperatura media y evapotranspiración.

El análisis de la variable de precipitación abarcó el cálculo de su respectivo valor medio en la extensión de la microcuenca, para ello, se planteó la aplicación de los siguientes métodos: Método aritmético, método de polígonos de Thiessen y método de isoyetas.

El cálculo de precipitación media de la cuenca por el método aritmético contempló la aplicación de la fórmula descrita en la tabla siguiente:

Tabla 101

Cálculo de precipitación media de la cuenca por método aritmético

Fórmula resumida	Descripción
$P_{med} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i$	P_{med} : Precipitación media de la cuenca (mm) P_i : Precipitación en la estación "i" (mm) n : Número de estaciones consideradas

Nota. Adaptado de Villón Béjar (2005)

Asimismo, se elaboró la Tabla 102 que muestra los parámetros empleados para la aplicación de la fórmula anterior, a tal efecto, se tomó los promedios mensuales multianuales (20 años) de precipitación total de la serie de datos consistentes y homogéneos.

Tabla 102

Parámetros para cálculo de precipitación media de la cuenca por método aritmético

Mes	Estación Alao	Estación San Pablo	Estación Saposoa
	P_i (mm)	P_i (mm)	P_i (mm)
Enero	107.08	100.38	120.97
Febrero	119.47	114.41	144.57
Marzo	203.08	165.24	186.93
Abril	199.97	150.49	168.51
Mayo	131.72	95.28	114.45
Junio	98.82	74.19	82.96
Julio	92.00	59.33	73.91
Agosto	73.16	68.86	67.13
Setiembre	123.92	118.87	116.04
Octubre	174.59	145.49	145.44
Noviembre	160.14	140.75	165.25
Diciembre	129.18	113.71	149.43

El método de polígonos de Thiessen se realizó, en el software ArcGIS v10.8.2, trazando áreas de influencia de cada estación considerada, de acuerdo a la secuencia descrita en la Tabla 103. Asimismo, este trazo se aprecia a detalle en el plano PT-01.

Tabla 103

Trazo de polígonos de Thiessen en ArcGIS v10.8.2

Herramienta	Procedimiento	Nota
Create Thiessen Polygons	Se estableció como dato de entrada la ubicación de las estaciones del SENAMHI, y el programa trazó de manera automática el área de influencia de cada estación	Ver Figura 40
Clip	Se recortó los polígonos a la forma de la microcuenca, con la finalidad de obtener los valores de las áreas correspondientes a cada estación	Ver Figura 41

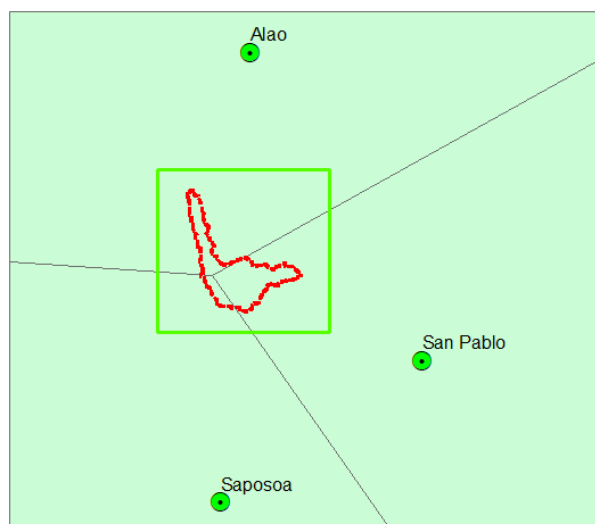


Figura 40.

Área de influencia de cada estación en la zona de estudio.

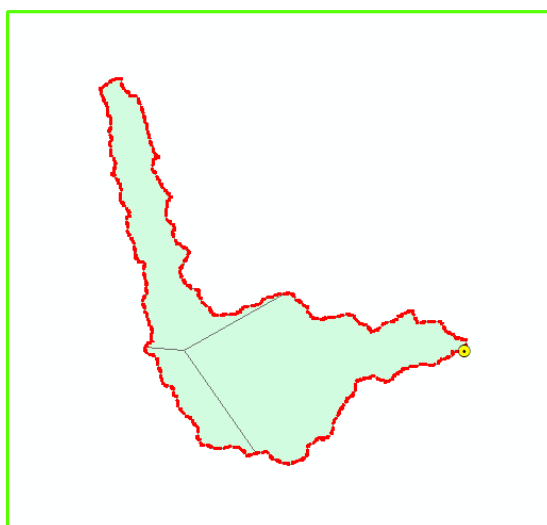


Figura 41.

Área de influencia de cada estación sobre la microcuenca.

El cálculo de precipitación media de la cuenca por el método de los polígonos de Thiessen se efectuó aplicando la siguiente fórmula:

Tabla 104

Cálculo de precipitación media de la cuenca por método de polígonos de Thiessen

Fórmula resumida	Descripción
$P_{med} = \frac{1}{A_c} \sum_{i=1}^n A_i P_i$	P_{med} : Precipitación media de la cuenca (mm) A_c : Área de la cuenca (km ²) A_i : Área parcial del polígono de Thiessen para la estación "i" (km ²) P_i : Precipitación en la estación "i" (mm) n : Número de estaciones consideradas

Nota. Adaptado de Villón Béjar (2005)

Los parámetros requeridos para la aplicación de la fórmula anterior se muestran en la Tabla 105, por ello, en el software ArcGIS v10.8.2, se calculó el valor de las áreas de influencia de cada estación con la función *Calculate Geometry* en la Tabla de atributos de cada polígono generado. Asimismo, se utilizó los promedios mensuales multianuales (20 años) de precipitación total de la serie de datos consistentes y homogéneos.

Tabla 105

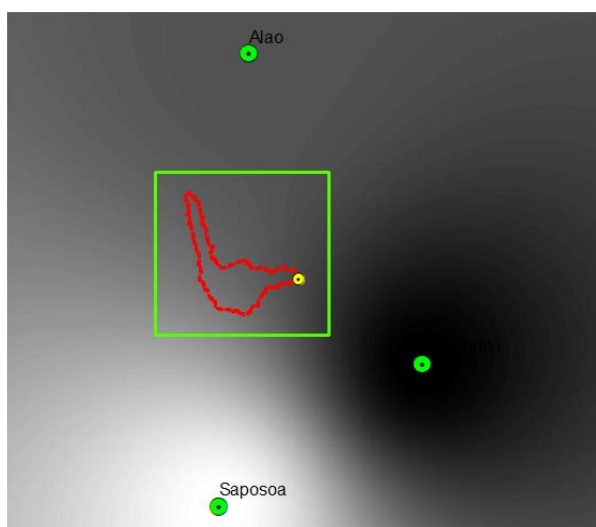
Parámetros para cálculo de precipitación media de la cuenca por método de polígonos de Thiessen

Mes	Estación Alao		Estación San Pablo		Estación Saposoa		A_c (km ²)
	A_i (km ²)	P_i (mm)	A_i (km ²)	P_i (mm)	A_i (km ²)	P_i (mm)	
Enero	13.2805	107.08	25.1264	100.38	4.4606	120.97	42.8675
Febrero	13.2805	119.47	25.1264	114.41	4.4606	144.57	42.8675
Marzo	13.2805	203.08	25.1264	165.24	4.4606	186.93	42.8675
Abril	13.2805	199.97	25.1264	150.49	4.4606	168.51	42.8675
Mayo	13.2805	131.72	25.1264	95.28	4.4606	114.45	42.8675
Junio	13.2805	98.82	25.1264	74.19	4.4606	82.96	42.8675
Julio	13.2805	92.00	25.1264	59.33	4.4606	73.91	42.8675
Agosto	13.2805	73.16	25.1264	68.86	4.4606	67.13	42.8675
Setiembre	13.2805	123.92	25.1264	118.87	4.4606	116.04	42.8675
Octubre	13.2805	174.59	25.1264	145.49	4.4606	145.44	42.8675
Noviembre	13.2805	160.14	25.1264	140.75	4.4606	165.25	42.8675
Diciembre	13.2805	129.18	25.1264	113.71	4.4606	149.43	42.8675

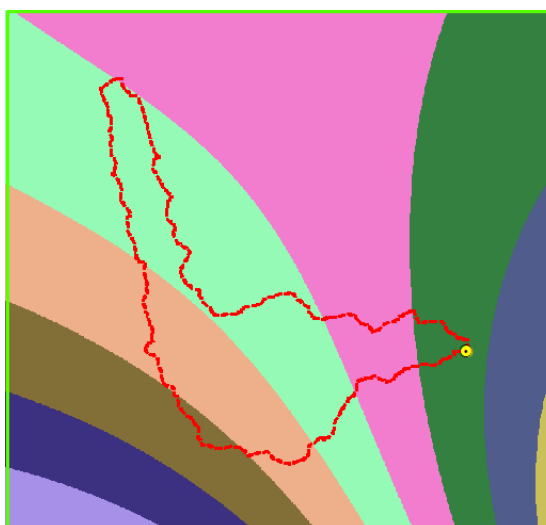
El método de las isoyetas contempló la generación de curvas con igual valor de precipitación, para ello, en el software ArcGIS v10.8.2, se realizó la interpolación del tipo Ponderación de distancia inversa o IDW (*Inverse Distance Weighting*, por sus siglas en inglés) entre los promedios mensuales multianuales (20 años) de precipitación total de cada estación, y se estableció una equidistancia de curvas equivalente a 1 mm. La Tabla 106 muestra la secuencia de herramientas aplicadas en este proceso.

Tabla 106*Generación de isolíneas por Interpolación IDW en ArcGIS v10.8.2*

Herramienta	Procedimiento	Nota
IDW	Usando la interpolación de ponderación de distancia inversa, el programa determinó las isolíneas de cada parámetro analizado	Ver Figura 42
Reclassify	Se estableció un determinado valor de equidistancia de curvas en función al rango de diferencia entre valores de las estaciones para cada parámetro hidrometeorológico	Ver Figura 43
Raster To Polygon	Se exportó el archivo ráster de reclasificación a formato Shapefile para facilitar el cálculo de las características geométricas para cada intervalo resultante	Ver Figura 44
Clip	Se recortó las isolíneas a la forma de la microcuenca con la finalidad de determinar únicamente los valores comprendidos en el área de cuenca delimitada	Ver Figura 45

**Figura 42.**

Interpolación IDW entre los valores mensuales de cada estación.

**Figura 43.**

Reclasificación de curvas con equidistancia asignada.

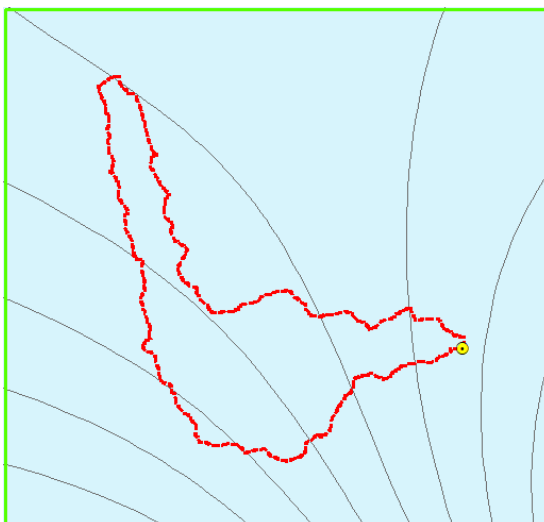


Figura 44.

Distribución de isolíneas en zona de estudio.

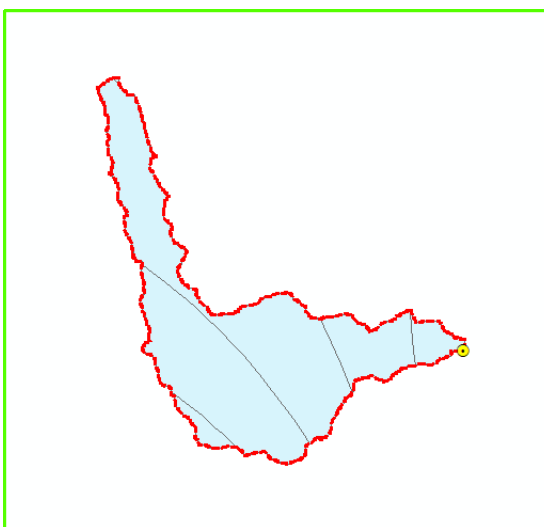


Figura 45.

Distribución de isolíneas sobre la microcuenca.

El cálculo de precipitación media de la cuenca por el método de isoyetas se determinó mediante la aplicación de la fórmula mostrada a continuación:

Tabla 107

Cálculo de precipitación media de la cuenca por método de isoyetas

Fórmula resumida	Descripción
$P_{med} = \frac{1}{A_c} \sum_{i=1}^n A_i I_{y_{P_i}}$	<p>P_{med} : Precipitación media de la cuenca (mm) A_c : Área de la cuenca (km²) $I_{y_{P_i}}$: Isoyeta promedio "i" (mm) A_i : Área parcial comprendida entre isoyetas "i-1" e "i" (km²) n : Número de áreas parciales</p>

Nota. Adaptado de Villón Béjar (2005)

Complementariamente, se elaboró la Tabla 108, en las que se aprecia los parámetros necesarios para la aplicación de la fórmula anterior, por ende, empleando el software

ArcGIS v10.8.2, se determinó la distribución de intervalos de isoyetas presentes en la microcuenca y se calculó el valor de las áreas comprendidas entre cada uno de estos intervalos, aplicando para ello la función *Calculate Geometry* en la Tabla de atributos de cada polígono generado.

Tabla 108

Parámetros para cálculo de precipitación media de la cuenca - Método de isoyetas

Isoyeta Menor (mm)	Isoyeta Mayor (mm)	Iy_{P_i} (mm)	A_i (km²)
Enero			
106.00	107.00	106.50	1.7913
107.00	108.00	107.50	4.9048
108.00	109.00	108.50	20.2122
109.00	110.00	109.50	14.8577
110.00	111.00	110.50	1.1015
Febrero			
121.00	122.00	121.50	0.0364
122.00	123.00	122.50	3.9572
123.00	124.00	123.50	6.9356
124.00	125.00	124.50	10.2048
125.00	126.00	125.50	11.2688
126.00	127.00	126.50	8.0935
127.00	128.00	127.50	2.3712
Marzo			
178.00	179.00	178.50	0.1095
179.00	180.00	179.50	1.0944
180.00	181.00	180.50	2.6584
181.00	182.00	181.50	6.2128
182.00	183.00	182.50	6.5710
183.00	184.00	183.50	6.6023
184.00	185.00	184.50	5.9122
185.00	186.00	185.50	3.1934
186.00	187.00	186.50	1.9082
187.00	188.00	187.50	1.5341
188.00	189.00	188.50	1.4386
189.00	190.00	189.50	1.4244
190.00	191.00	190.50	1.2983
191.00	192.00	191.50	1.3025
192.00	193.00	192.50	1.1257
193.00	194.00	193.50	0.4817
Abril			
165.00	166.00	165.50	0.0213
166.00	167.00	166.50	0.7459
167.00	168.00	167.50	3.0508
168.00	169.00	168.50	5.4375

Isoyeta Menor (mm)	Isoyeta Mayor (mm)	$I_{y_{P_i}}$ (mm)	A_i (km²)
169.00	170.00	169.50	5.7177
170.00	171.00	170.50	5.1772
171.00	172.00	171.50	4.4371
172.00	173.00	172.50	4.0298
173.00	174.00	173.50	3.0247
174.00	175.00	174.50	1.4870
175.00	176.00	175.50	1.1441
176.00	177.00	176.50	0.9385
177.00	178.00	177.50	1.0263
178.00	179.00	178.50	0.9556
179.00	180.00	179.50	0.9016
180.00	181.00	180.50	0.9365
181.00	182.00	181.50	0.8498
182.00	183.00	182.50	0.9003
183.00	184.00	183.50	0.7980
184.00	185.00	184.50	0.7480
185.00	186.00	185.50	0.5258
186.00	187.00	186.50	0.0140
		Mayo	
107.00	108.00	107.50	0.0332
108.00	109.00	108.50	1.0239
109.00	110.00	109.50	3.1080
110.00	111.00	110.50	6.7361
111.00	112.00	111.50	7.1525
112.00	113.00	112.50	6.5223
113.00	114.00	113.50	5.6589
114.00	115.00	114.50	2.6828
115.00	116.00	115.50	1.6889
116.00	117.00	116.50	1.5580
117.00	118.00	117.50	1.4151
118.00	119.00	118.50	1.4163
119.00	120.00	119.50	1.3208
120.00	121.00	120.50	1.2535
121.00	122.00	121.50	1.0856
122.00	123.00	122.50	0.2116
		Junio	
81.00	82.00	81.50	0.1258
82.00	83.00	82.50	5.3289
83.00	84.00	83.50	11.2668
84.00	85.00	84.50	9.2553
85.00	86.00	85.50	6.2020
86.00	87.00	86.50	2.3823
87.00	88.00	87.50	1.9914

Isoyeta Menor (mm)	Isoyeta Mayor (mm)	Iy_{P_i} (mm)	A_i (km²)
88.00	89.00	88.50	1.8853
89.00	90.00	89.50	1.7508
90.00	91.00	90.50	1.6401
91.00	92.00	91.50	1.0388
Julio			
69.00	70.00	69.50	0.0003
70.00	71.00	70.50	1.0143
71.00	72.00	71.50	5.1546
72.00	73.00	72.50	7.9897
73.00	74.00	73.50	7.8660
74.00	75.00	74.50	6.4792
75.00	76.00	75.50	3.9035
76.00	77.00	76.50	1.9518
77.00	78.00	77.50	1.6070
78.00	79.00	78.50	1.5020
79.00	80.00	79.50	1.4868
80.00	81.00	80.50	1.3948
81.00	82.00	81.50	1.3089
82.00	83.00	82.50	1.1068
83.00	84.00	83.50	0.1018
Agosto			
69.00	70.00	69.50	33.0972
70.00	71.00	70.50	7.3060
71.00	72.00	71.50	2.4643
Setiembre			
118.00	119.00	118.50	1.8097
119.00	120.00	119.50	31.5323
120.00	121.00	120.50	5.8436
121.00	122.00	121.50	3.6819
Octubre			
151.00	152.00	151.50	0.9714
152.00	153.00	152.50	7.7386
153.00	154.00	153.50	9.8059
154.00	155.00	154.50	7.4104
155.00	156.00	155.50	5.4107
156.00	157.00	156.50	2.3140
157.00	158.00	157.50	1.2617
158.00	159.00	158.50	1.4017
159.00	160.00	159.50	1.2587
160.00	161.00	160.50	1.3043
161.00	162.00	161.50	1.1851
162.00	163.00	162.50	1.2019
163.00	164.00	163.50	1.0526

Isoyeta Menor (mm)	Isoyeta Mayor (mm)	Iy_{P_i} (mm)	A_i (km ²)
164.00	165.00	164.50	0.5505
Noviembre			
150.00	151.00	150.50	0.4498
151.00	152.00	151.50	2.3479
152.00	153.00	152.50	3.6843
153.00	154.00	153.50	7.8771
154.00	155.00	154.50	10.8802
155.00	156.00	155.50	10.9646
156.00	157.00	156.50	5.4019
157.00	158.00	157.50	1.2617
Diciembre			
124.00	125.00	124.50	0.0556
125.00	126.00	125.50	1.3034
126.00	127.00	126.50	2.3473
127.00	128.00	127.50	2.8482
128.00	129.00	128.50	5.6565
129.00	130.00	129.50	14.0723
130.00	131.00	130.50	12.6456
131.00	132.00	131.50	3.9386

El análisis de la variable de temperatura media planteó la aplicación del Método de isotermas para el cálculo de su respectivo valor medio en el área de la microcuenca.

El Método de isotermas precisó la generación de curvas con igual valor de temperatura media, de este modo, se realizó la interpolación del tipo Ponderación de distancia inversa, en el software ArcGIS v10.8.2, entre los promedios mensuales multianuales (20 años) de temperatura media de cada estación, y se estableció una equidistancia de curvas equivalente a 0.10 °C. De manera similar que, para el caso de las isoyetas, este proceso sigue la secuencia de herramientas descritas en la Tabla 106.

El cálculo de temperatura media en la microcuenca por el método de isotermas se determinó mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

Tabla 109

Cálculo de temperatura media de la cuenca por método de isotermas

Fórmula resumida	Descripción
$T_{med} = \frac{1}{A_c} \sum_{i=1}^n A_i I t_{P_i}$	T_{med} : Temperatura media de la cuenca (°C) A_c : Área de la cuenca (km ²) $I t_{P_i}$: Isoterma promedio "i" (°C) A_i : Área parcial comprendida entre isotermas "i-1" e "i" (km ²) n : Número de áreas parciales

Nota. Adaptado de Villón Béjar (2005)

Los parámetros requeridos para la aplicación de la fórmula anterior se detallan en la Tabla 110, para ello, en el software ArcGIS v10.8.2, se determinó la distribución de intervalos de isotermas contenidas en la extensión de la microcuenca, y se calculó el valor de las áreas comprendidas entre cada uno de estos intervalos, aplicando la función *Calculate Geometry* en la Tabla de atributos de cada polígono resultante.

Tabla 110

Parámetros para cálculo de temperatura media de la cuenca - Método de isotermas

Isoterma Menor (°C)	Isoterma Mayor (°C)	It_{P_i} (°C)	A_i (km²)
Enero			
26.10	26.20	26.15	0.6704
26.20	26.30	26.25	2.8004
26.30	26.40	26.35	3.0809
26.40	26.50	26.45	9.9288
26.50	26.60	26.55	16.3565
26.60	26.70	26.65	9.7801
26.70	26.80	26.75	0.2504
Febrero			
26.00	26.10	26.05	2.2511
26.10	26.20	26.15	2.9258
26.20	26.30	26.25	3.0786
26.30	26.40	26.35	16.5088
26.40	26.50	26.45	12.9840
26.50	26.60	26.55	5.1192
Marzo			
25.60	25.70	25.65	0.0074
25.70	25.80	25.75	2.0592
25.80	25.90	25.85	2.6194
25.90	26.00	25.95	2.7219
26.00	26.10	26.05	9.2379
26.10	26.20	26.15	15.3694
26.20	26.30	26.25	9.7331
26.30	26.40	26.35	1.1192
Abril			
25.50	25.60	25.55	0.0604
25.60	25.70	25.65	1.8332
25.70	25.80	25.75	2.1605
25.80	25.90	25.85	2.2469
25.90	26.00	25.95	2.2873
26.00	26.10	26.05	13.5765
26.10	26.20	26.15	11.7674
26.20	26.30	26.25	7.9584
26.30	26.40	26.35	0.9769

Isoterma Menor (°C)	Isoterma Mayor (°C)	It_{p_i} (°C)	A_i (km ²)
Mayo			
25.50	25.60	25.55	1.1954
25.60	25.70	25.65	2.1338
25.70	25.80	25.75	2.2892
25.80	25.90	25.85	2.4575
25.90	26.00	25.95	8.8141
26.00	26.10	26.05	14.6602
26.10	26.20	26.15	9.3175
26.20	26.30	26.25	1.9998
Junio			
25.10	25.20	25.15	0.4561
25.20	25.30	25.25	1.8659
25.30	25.40	25.35	2.0654
25.40	25.50	25.45	2.1316
25.50	25.60	25.55	2.1576
25.60	25.70	25.65	8.6800
25.70	25.80	25.75	14.9545
25.80	25.90	25.85	8.8402
25.90	26.00	25.95	1.7162
Julio			
25.00	25.10	25.05	0.8741
25.10	25.20	25.15	1.8571
25.20	25.30	25.25	2.0126
25.30	25.40	25.35	2.0210
25.40	25.50	25.45	2.0768
25.50	25.60	25.55	8.1043
25.60	25.70	25.65	15.1140
25.70	25.80	25.75	8.8452
25.80	25.90	25.85	1.9624
Agosto			
25.50	25.60	25.55	0.8561
25.60	25.70	25.65	1.9394
25.70	25.80	25.75	2.0985
25.80	25.90	25.85	2.1094
25.90	26.00	25.95	2.2854
26.00	26.10	26.05	13.2789
26.10	26.20	26.15	12.1288
26.20	26.30	26.25	7.7190
26.30	26.40	26.35	0.4520
Setiembre			
25.60	25.70	25.65	0.9584
25.70	25.80	25.75	2.1098
25.80	25.90	25.85	2.2675

Isoterma Menor (°C)	Isoterma Mayor (°C)	It_{p_i} (°C)	A_i (km ²)
25.90	26.00	25.95	2.4055
26.00	26.10	26.05	4.0077
26.10	26.20	26.15	17.1422
26.20	26.30	26.25	10.4933
26.30	26.40	26.35	3.4831
Octubre			
25.90	26.00	25.95	1.4007
26.00	26.10	26.05	2.2580
26.10	26.20	26.15	2.4204
26.20	26.30	26.25	2.5101
26.30	26.40	26.35	15.0625
26.40	26.50	26.45	11.6862
26.50	26.60	26.55	7.3778
26.60	26.70	26.65	0.1518
Noviembre			
26.10	26.20	26.15	1.4341
26.20	26.30	26.25	2.5496
26.30	26.40	26.35	2.6955
26.40	26.50	26.45	8.5573
26.50	26.60	26.55	14.8057
26.60	26.70	26.65	10.2522
26.70	26.80	26.75	2.5731
Diciembre			
26.10	26.20	26.15	1.0724
26.20	26.30	26.25	2.6931
26.30	26.40	26.35	2.9074
26.40	26.50	26.45	9.8170
26.50	26.60	26.55	15.4154
26.60	26.70	26.65	9.9765
26.70	26.80	26.75	0.9857

El análisis de la variable de evapotranspiración contempló el cálculo de su respectivo valor medio en la superficie de la microcuenca, para ello, se planteó la aplicación de los siguientes métodos: Método de Thornthwaite y Método FAO Penman-Monteith

El Método de Thornthwaite permitió determinar los valores mensuales de evapotranspiración para cada estación, ya que, a diferencia de las variables de precipitación y temperatura media, esta variable no forma parte de la información recopilada de manera directa. Debido a esto, se realizó el cálculo de dicho parámetro para cada estación de acuerdo a las fórmulas detalladas en la Tabla 111, por ello, se precisó de datos de los promedios mensuales multianuales (20 años) de temperatura

media de cada una de las estaciones consideradas y, de manera complementaria, se calculó el factor de corrección para cada estación basado en su respectiva ubicación.

Tabla 111

Cálculo de evapotranspiración mensual por método de Thornthwaite

Fórmula resumida	Descripción
<ul style="list-style-type: none"> ■) $e_c = e * f$ ■) $e = 16 \left(10 * \frac{t}{I} \right)^a$ ■) $I = \sum i$ ■) $i = \left(\frac{t}{5} \right)^{1.514}$ ■) $a = \frac{0.6751}{10^6} I^3 - \frac{0.771}{10^4} I^2 + 0.01792I + 0.49239$ 	<p>e_c : Evapotranspiración mensual corregida (mm)</p> <p>e : Evapotranspiración mensual (mm) para un mes de 30 días con 12 horas de duración</p> <p>f : Factor de corrección (Adimensional)</p> <p>t : Temperatura media mensual (°C)</p> <p>I : Índice térmico anual (Adimensional)</p> <p>i : Índice térmico mensual (Adimensional)</p> <p>a : Exponente que varía con el índice anual de calor de la zona (Adimensional)</p>

Nota. Adaptado de Villón Béjar (2005)

Tabla 112

Estimación del factor de corrección

Fórmula resumida	Descripción
<ul style="list-style-type: none"> ■) $f = \frac{d}{30 \text{ días}} * \frac{N}{12 \text{ horas}}$ ■) $N = \frac{24\omega_s}{\pi}$ ■) $\omega_s = \arccos(-\tan\phi \tan\delta)$ ■) $\delta = 0.409 * \sin\left(\frac{2\pi}{365}J - 1.39\right)$ 	<p>f : Factor de corrección (Adimensional)</p> <p>d : Número de días del mes a corregir</p> <p>N : Duración máxima de la insolación (horas)</p> <p>ω_s : Ángulo de radiación a la puesta del sol (rad)</p> <p>ϕ : Latitud (rad)</p> <p>δ : Declinación solar (rad)</p> <p>J : Número del día en el año, correspondiente al 15avo día de cada mes (Adimensional)</p>

Nota. Adaptado de Allen et al. (2006)

El cálculo de los parámetros necesarios para determinar la evapotranspiración mensual en cada estación, mediante la aplicación del Método de Thornthwaite, se muestran en la Tabla 113.

Tabla 113

Cálculo de evapotranspiración mensual por método de Thornthwaite (Estación Alao)

PARÁMETROS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
t (°C)	25.79	25.61	25.26	25.07	25.02	24.60	24.45	24.98	25.12	25.44	25.70	25.75
i (Adim.)	11.9866	11.8602	11.6156	11.4836	11.4490	11.1593	11.0564	11.4213	11.5183	11.7412	11.9233	11.9585
I (Adim.)	139.1733	139.1733	139.1733	139.1733	139.1733	139.1733	139.1733	139.1733	139.1733	139.1733	139.1733	139.1733
a (Adim.)	3.3129	3.3129	3.3129	3.3129	3.3129	3.3129	3.3129	3.3129	3.3129	3.3129	3.3129	3.3129
e (mm)	123.49	120.65	115.28	112.43	111.69	105.60	103.48	111.10	113.17	118.02	122.06	122.85
Estimación del factor de corrección												
d (Días)	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
J (Adim.)	15.00	46.00	74.00	105.00	135.00	166.00	196.00	227.00	258.00	288.00	319.00	349.00
Latitud (°)	6.5170	6.5170	6.5170	6.5170	6.5170	6.5170	6.5170	6.5170	6.5170	6.5170	6.5170	6.5170
φ (rad)	-0.11	-0.11	-0.11	-0.11	-0.11	-0.11	-0.11	-0.11	-0.11	-0.11	-0.11	-0.11
δ (rad)	-0.37	-0.23	-0.05	0.17	0.33	0.41	0.37	0.24	0.04	-0.17	-0.33	-0.41
ω_s (rad)	1.62	1.60	1.58	1.55	1.53	1.52	1.53	1.54	1.57	1.59	1.61	1.62
N (Horas)	12.34	12.20	12.04	11.85	11.70	11.62	11.66	11.79	11.97	12.15	12.30	12.38
f (Adim.)	1.0625	0.9493	1.0369	0.9878	1.0077	0.9687	1.0038	1.0150	0.9973	1.0462	1.0253	1.0658
Estimación de evapotranspiración mensual corregida												
e_c (mm)	131.21	114.53	119.53	111.06	112.55	102.29	103.87	112.77	112.87	123.47	125.15	130.93

Tabla 114

Cálculo de evapotranspiración mensual por método de Thornthwaite (Estación San Pablo)

PARÁMETROS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
t (°C)	26.30	26.14	25.96	25.93	25.93	25.75	25.70	26.07	26.13	26.18	26.26	26.27
i (Adim.)	12.3473	12.2338	12.1064	12.0853	12.0853	11.9585	11.9233	12.1842	12.2267	12.2621	12.3189	12.3260
I (Adim.)	146.0578	146.0578	146.0578	146.0578	146.0578	146.0578	146.0578	146.0578	146.0578	146.0578	146.0578	146.0578
a (Adim.)	3.5685	3.5685	3.5685	3.5685	3.5685	3.5685	3.5685	3.5685	3.5685	3.5685	3.5685	3.5685
e (mm)	130.50	127.69	124.58	124.07	124.07	121.02	120.19	126.48	127.52	128.39	129.80	129.97
Estimación del factor de corrección												
d (Días)	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
J (Adim.)	15.00	46.00	74.00	105.00	135.00	166.00	196.00	227.00	258.00	288.00	319.00	349.00
Latitud (°)	6.809556	6.809556	6.809556	6.809556	6.809556	6.809556	6.809556	6.809556	6.809556	6.809556	6.809556	6.809556
φ (rad)	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12
δ (rad)	-0.37	-0.23	-0.05	0.17	0.33	0.41	0.37	0.24	0.04	-0.17	-0.33	-0.41
ω_s (rad)	1.62	1.60	1.58	1.55	1.53	1.52	1.52	1.54	1.57	1.59	1.61	1.62
N (Horas)	12.35	12.21	12.04	11.85	11.69	11.61	11.64	11.78	11.97	12.16	12.32	12.39
f (Adim.)	1.0638	0.9500	1.0371	0.9873	1.0065	0.9672	1.0024	1.0142	0.9972	1.0467	1.0265	1.0672
Estimación de evapotranspiración mensual corregida												
e_c (mm)	138.83	121.30	129.20	122.49	124.88	117.05	120.48	128.28	127.16	134.39	133.24	138.71

Tabla 115

Cálculo de evapotranspiración mensual por método de Thornthwaite (Estación Saposoa)

PARÁMETROS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
t (°C)	27.62	27.53	27.28	27.42	27.23	26.87	26.76	27.31	27.28	27.68	27.81	27.71
i (Adim.)	13.2976	13.2320	13.0505	13.1521	13.0143	12.7547	12.6757	13.0723	13.0505	13.3413	13.4363	13.3632
I (Adim.)	157.4405	157.4405	157.4405	157.4405	157.4405	157.4405	157.4405	157.4405	157.4405	157.4405	157.4405	157.4405
a (Adim.)	4.0372	4.0372	4.0372	4.0372	4.0372	4.0372	4.0372	4.0372	4.0372	4.0372	4.0372	4.0372
e (mm)	154.75	152.73	147.20	150.28	146.12	138.47	136.20	147.86	147.20	156.11	159.09	156.80
Estimación del factor de corrección												
d (Días)	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
J (Adim.)	15.00	46.00	74.00	105.00	135.00	166.00	196.00	227.00	258.00	288.00	319.00	349.00
Latitud (°)	6.943131	6.943131	6.943131	6.943131	6.943131	6.943131	6.943131	6.943131	6.943131	6.943131	6.943131	6.943131
φ (rad)	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12
δ (rad)	-0.37	-0.23	-0.05	0.17	0.33	0.41	0.37	0.24	0.04	-0.17	-0.33	-0.41
ω_s (rad)	1.62	1.60	1.58	1.55	1.53	1.52	1.52	1.54	1.57	1.59	1.61	1.62
N (Horas)	12.36	12.22	12.04	11.84	11.68	11.60	11.63	11.77	11.97	12.16	12.32	12.40
f (Adim.)	1.0644	0.9503	1.0371	0.9870	1.0060	0.9666	1.0018	1.0138	0.9971	1.0470	1.0270	1.0679
Estimación de evapotranspiración mensual corregida												
e_c (mm)	164.72	145.14	152.67	148.33	147.00	133.84	136.45	149.90	146.78	163.45	163.38	167.45

Obtenidos los valores de evapotranspiración mensual para cada estación por el Método de Thornthwaite, se efectuó el trazo de las curvas con igual valor de evapotranspiración dentro de la zona de estudio, para lo cual, en el software ArcGIS v10.8.2, se realizó la interpolación del tipo Ponderación de distancia inversa entre cada uno de estos valores mensuales obtenidos, y se estableció una equidistancia de 1 mm. De manera similar que, para el caso de isoyetas, este proceso siguió la secuencia descrita en la Tabla 106.

El cálculo de la evapotranspiración media de la microcuenca por el Método de Thornthwaite, se determinó mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

Tabla 116

Criterio de isolíneas para determinar la evapotranspiración mensual en la microcuenca

Fórmula resumida	Descripción
$E_{med} = \frac{1}{A_c} \sum_{i=1}^n IE_{pi} A_i$	E_{med} : Evapotranspiración media de la cuenca (mm) A_c : Área de la cuenca (km ²) IE_{pi} : Isolínea promedio de evapotranspiración "i" (mm) A_i : Área parcial comprendida entre isolíneas de ET "i-1" e "i" (km ²) n : Número de áreas parciales

Nota. ET = Evapotranspiración

Asimismo, se elaboró la Tabla 117, en la que se aprecia los parámetros necesarios para la aplicación de la fórmula anterior, para ello, en el software ArcGIS v10.8.2, se determinó los intervalos de isolíneas de evapotranspiración presentes en el área de la microcuenca, y se calculó el valor del área comprendida entre cada intervalo, mediante la función *Calculate Geometry* en la Tabla de atributos de cada polígono resultante.

Tabla 117

Parámetros para cálculo de evapotranspiración media de la cuenca (Método de Thornthwaite)

Isolínea de ET menor (mm)	Isolínea de ET mayor (mm)	IE_{pi} (mm)	A_i (km ²)
Enero			
137.00	138.00	137.50	0.1288
138.00	139.00	138.50	1.4847
139.00	140.00	139.50	1.6470
140.00	141.00	140.50	1.7805
141.00	142.00	141.50	1.7015
142.00	143.00	142.50	4.5410
143.00	144.00	143.50	10.1212
144.00	145.00	144.50	8.4855
145.00	146.00	145.50	7.1549
146.00	147.00	146.50	4.9536
147.00	148.00	147.50	0.8688
Febrero			
120.00	121.00	120.50	0.6040

Isolnea de ET menor (mm)	Isolnea de ET mayor (mm)	IE_{p_i} (mm)	A_i (km ²)
121.00	122.00	121.50	1.7109
122.00	123.00	122.50	1.8704
123.00	124.00	123.50	1.8968
124.00	125.00	124.50	3.5331
125.00	126.00	125.50	10.2632
126.00	127.00	126.50	9.5419
127.00	128.00	127.50	7.8413
128.00	129.00	128.50	5.1107
129.00	130.00	129.50	0.4952
Marzo			
126.00	127.00	126.50	0.6079
127.00	128.00	127.50	1.4777
128.00	129.00	128.50	1.6011
129.00	130.00	129.50	1.7146
130.00	131.00	130.50	1.7253
131.00	132.00	131.50	3.2749
132.00	133.00	132.50	10.9160
133.00	134.00	133.50	8.7357
134.00	135.00	134.50	7.1514
135.00	136.00	135.50	4.9409
136.00	137.00	136.50	0.7220
Abril			
118.00	119.00	118.50	0.0376
119.00	120.00	119.50	1.1213
120.00	121.00	120.50	1.3450
121.00	122.00	121.50	1.4212
122.00	123.00	122.50	1.4978
123.00	124.00	123.50	1.4913
124.00	125.00	124.50	1.5775
125.00	126.00	125.50	8.6191
126.00	127.00	126.50	8.9137
127.00	128.00	127.50	7.0856
128.00	129.00	128.50	5.7552
129.00	130.00	129.50	3.7941
130.00	131.00	130.50	0.2081
Mayo			
120.00	121.00	120.50	0.9197
121.00	122.00	121.50	1.3706
122.00	123.00	122.50	1.4803
123.00	124.00	123.50	1.5794
124.00	125.00	124.50	1.5354
125.00	126.00	125.50	1.5600
126.00	127.00	126.50	7.7476

Isolínea de ET menor (mm)	Isolínea de ET mayor (mm)	IE_{p_i} (mm)	A_i (km ²)
127.00	128.00	127.50	10.1451
128.00	129.00	128.50	7.5388
129.00	130.00	129.50	5.9469
130.00	131.00	130.50	3.0437
Junio			
109.00	110.00	109.50	0.0588
110.00	111.00	110.50	1.2182
111.00	112.00	111.50	1.4539
112.00	113.00	112.50	1.4938
113.00	114.00	113.50	1.5471
114.00	115.00	114.50	1.7087
115.00	116.00	115.50	1.5288
116.00	117.00	116.50	7.4811
117.00	118.00	117.50	11.8375
118.00	119.00	118.50	7.6768
119.00	120.00	119.50	5.6833
120.00	121.00	120.50	1.1795
Julio			
111.00	112.00	111.50	0.0242
112.00	113.00	112.50	1.0629
113.00	114.00	113.50	1.3214
114.00	115.00	114.50	1.4160
115.00	116.00	115.50	1.5120
116.00	117.00	116.50	1.4587
117.00	118.00	117.50	1.5449
118.00	119.00	118.50	2.5167
119.00	120.00	119.50	10.3778
120.00	121.00	120.50	10.0475
121.00	122.00	121.50	6.8679
122.00	123.00	122.50	4.6740
123.00	124.00	123.50	0.0435
Agosto			
121.00	122.00	121.50	0.5288
122.00	123.00	122.50	1.1839
123.00	124.00	123.50	1.3255
124.00	125.00	124.50	1.3234
125.00	126.00	125.50	1.3442
126.00	127.00	126.50	1.4711
127.00	128.00	127.50	1.3467
128.00	129.00	128.50	4.4395
129.00	130.00	129.50	10.9147
130.00	131.00	130.50	7.6687
131.00	132.00	131.50	6.0974

Isolnea de ET menor (mm)	Isolnea de ET mayor (mm)	IE_{pi} (mm)	A_i (km ²)
132.00	133.00	132.50	4.4492
133.00	134.00	133.50	0.7744
Setiembre			
120.00	121.00	120.50	0.1438
121.00	122.00	121.50	1.2572
122.00	123.00	122.50	1.4168
123.00	124.00	123.50	1.4308
124.00	125.00	124.50	1.4775
125.00	126.00	125.50	1.6283
126.00	127.00	126.50	1.4414
127.00	128.00	127.50	7.5237
128.00	129.00	128.50	10.7992
129.00	130.00	129.50	7.4824
130.00	131.00	130.50	5.8083
131.00	132.00	131.50	2.4581
Octubre			
131.00	132.00	131.50	0.1982
132.00	133.00	132.50	1.2245
133.00	134.00	133.50	1.3361
134.00	135.00	134.50	1.3459
135.00	136.00	135.50	1.4090
136.00	137.00	136.50	1.4571
137.00	138.00	137.50	2.2691
138.00	139.00	138.50	8.2165
139.00	140.00	139.50	8.1807
140.00	141.00	140.50	6.7077
141.00	142.00	141.50	5.6035
142.00	143.00	142.50	4.0323
143.00	144.00	143.50	0.8869
Noviembre			
132.00	133.00	132.50	0.3822
133.00	134.00	133.50	1.3575
134.00	135.00	134.50	1.4750
135.00	136.00	135.50	1.5707
136.00	137.00	136.50	1.4852
137.00	138.00	137.50	3.0413
138.00	139.00	138.50	7.5225
139.00	140.00	139.50	8.3825
140.00	141.00	140.50	7.0513
141.00	142.00	141.50	5.8275
142.00	143.00	142.50	4.0855
143.00	144.00	143.50	0.6863

Isolínea de ET menor (mm)	Isolínea de ET mayor (mm)	IE_{pi} (mm)	A_i (km ²)
Diciembre			
137.00	138.00	137.50	0.0103
138.00	139.00	138.50	1.1746
139.00	140.00	139.50	1.5049
140.00	141.00	140.50	1.5636
141.00	142.00	141.50	1.5842
142.00	143.00	142.50	2.2607
143.00	144.00	143.50	7.0932
144.00	145.00	144.50	8.9418
145.00	146.00	145.50	7.4978
146.00	147.00	146.50	6.2311
147.00	148.00	147.50	4.3167
148.00	149.00	148.50	0.6886

Nota. ET = Evapotranspiración

El Método FAO Penman-Monteith permitió determinar el valor de la evapotranspiración de referencia mensual para cada estación, aplicando la fórmula descrita en la Tabla 118.

Tabla 118

Cálculo de evapotranspiración del cultivo de referencia

Fórmula resumida	Descripción
$ET_o = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)}$	<p>ET_o : Evapotranspiración de referencia (mm/día)</p> <p>Δ : Pendiente de la curva de presión de vapor (kPa/°C)</p> <p>R_n : Radiación neta en la superficie de cultivo (MJ/m²/día)</p> <p>G : Flujo de calor del suelo (MJ/m²/día)</p> <p>γ : Constante psicrométrica (kPa/°C)</p> <p>T : Temperatura media del aire a 2 m de altura (°C)</p> <p>u_2 : Velocidad del viento a 2 m de altura (m/s)</p> <p>e_s : Presión de vapor de saturación (kPa)</p> <p>e_a : Presión real de vapor (kPa)</p>

Nota. Adaptado de Allen et al. (2006)

La obtención y/o cálculo de los parámetros necesarios para la aplicación de la fórmula anterior, en función a su orden de uso, se describen a continuación:

La pendiente de la curva de presión de vapor se determinó aplicando la fórmula mostrada en la Tabla 119, y utilizó información de promedios mensuales multianuales (20 años) de temperatura media consistentes y homogéneos. Geldres de la Rosa y Lau Guerra (2022) indican que, en las estaciones del SENAMHI, los sensores de medición de temperatura media se ubican a 2 m de altura respecto al nivel del suelo (p. 14).

Tabla 119*Estimación de la pendiente de la curva de presión de vapor*

Fórmula resumida	Descripción
$\Delta = \frac{4098 * \left[0.6108 * \exp \left(\frac{17.27 * T}{T + 237.3} \right) \right]}{(T + 237.3)^2}$	Δ : Pendiente de la curva de presión de vapor (kPa/°C) T : Temperatura media del aire a 2 m de altura (°C)

Nota. Adaptado de Allen et al. (2006)

La constante psicrométrica se calculó según lo descrito en la Tabla 120, y consideró los datos de elevación respecto al nivel del mar de cada estación mostrados en la Tabla 24.

Tabla 120*Estimación de la constante psicrométrica*

Fórmula resumida	Descripción
$\gamma = 0.665 * 10^{-3} P$	γ : Constante psicrométrica (kPa/°C)
$P = 101.3 \left(\frac{293 - 0.0065z}{293} \right)^{5.26}$	P : Presión atmosférica (kPa)
	z : Elevación sobre el nivel del mar (m)

Nota. Adaptado de Allen et al. (2006)

La velocidad del viento a 2 m de altura se determinó aplicando la fórmula mostrada en la Tabla 121, y requirió datos de promedios mensuales multianuales (20 años) de velocidad de viento. Cabe precisar que, Geldres de la Rosa y Lau Guerra (2022), indican que los sensores de medición de la velocidad de viento en las estaciones del SENAMHI, se encuentran ubicados a una altura de 10 m respecto a la superficie del suelo (p. 16).

Tabla 121*Estimación de la velocidad del viento a 2 m de altura*

Fórmula resumida	Descripción
$u_2 = u_z \frac{4.87}{\ln(67.8z - 5.42)}$	u_2 : Velocidad del viento a 2 m de altura (m/s) z : Altura de medición sobre la superficie (m)

Nota. Adaptado de Allen et al. (2006)

La presión de vapor de saturación se calculó en concordancia con las fórmulas mostradas en la Tabla 122, y empleó información de los promedios mensuales multianuales (20 años) de temperatura máxima y temperatura mínima.

Tabla 122*Estimación de la presión de vapor de saturación*

Fórmula resumida	Descripción
$e_s = \frac{e^\circ(T_{m\acute{a}x}) + e^\circ(T_{m\acute{i}n})}{2}$	e_s : Presión de vapor de saturación (kPa) $e^\circ(T_{m\acute{a}x})$: Presión de vapor de saturación para temperatura máxima (kPa)
$e^\circ(T_{m\acute{a}x}) = 0.6108 * \exp \left(\frac{17.27 * T_{m\acute{a}x}}{T_{m\acute{a}x} + 237.3} \right)$	$e^\circ(T_{m\acute{i}n})$: Presión de vapor de saturación para temperatura mínima (kPa)
$e^\circ(T_{m\acute{i}n}) = 0.6108 * \exp \left(\frac{17.27 * T_{m\acute{i}n}}{T_{m\acute{i}n} + 237.3} \right)$	$T_{m\acute{a}x}$: Temperatura máxima (°C) $T_{m\acute{i}n}$: Temperatura mínima (°C)

Nota. Adaptado de Allen et al. (2006)

La presión real de vapor se determinó mediante la aplicación de la fórmula detallada en la Tabla 123, para ello, a falta de información concerniente a la temperatura del rocío, se adoptó la recomendación de Allen et al. (2006) para reemplazar este factor por el valor de la temperatura mínima (p. 58), la cual se extrajo de los promedios mensuales multianuales (20 años) de su correspondiente serie de datos consistente y homogénea por cada estación.

Tabla 123*Estimación de la presión real de vapor*

Fórmula resumida	Descripción
$e_a = e^{\circ}(T_{\text{rocío}}) = 0.6108 * \exp\left(\frac{17.27 * T_{\text{rocío}}}{T_{\text{rocío}} + 237.3}\right)$	e_a : Presión real de vapor (kPa) $e^{\circ}(T_{\text{rocío}})$: Presión de vapor de saturación para temperatura del rocío (kPa) $T_{\text{rocío}}$: Temperatura del rocío (°C)

Nota. Adaptado de Allen et al. (2006)

Debido a que no se contó con datos primarios de radiación solar, se adoptó el procedimiento de estimación de datos faltantes propuesto por Allen et al. (2006), para lo cual, se utilizó las fórmulas mostradas en la Tabla 124. La información base comprendió datos de los promedios mensuales multianuales (20 años) de temperatura máxima y temperatura mínima, de su respectiva serie de datos consistentes y homogéneos por cada estación, así como datos geográficos de ubicación de las estaciones y otros parámetros calculados previamente.

Tabla 124*Estimación de datos de radiación*

Fórmula resumida
<ul style="list-style-type: none"> ■) $R_s = 0.16\sqrt{T_{\text{máx}} - T_{\text{mín}}}R_a$ ■) $R_a = \frac{24 * 60}{\pi} G_{sc} d_r (\omega_s \text{sen}\phi \text{sen}\delta + \cos\phi \cos\delta \text{sen}\omega_s)$ ■) $d_r = 1 + 0.033 * \cos\left(\frac{2\pi}{365} J\right)$ ■) $\omega_s = \arccos(-\tan\phi \tan\delta)$ ■) $\delta = 0.409 * \text{sen}\left(\frac{2\pi}{365} J - 1.39\right)$ ■) $R_{so} = \left(0.75 + \frac{2z}{100000}\right) R_a$ ■) $R_{ns} = 0.77 R_s$ ■) $R_{nl} = \sigma \left[\frac{(T_{\text{máx}}, K)^4 + (T_{\text{mín}}, K)^4}{2} \right] (0.34 - 0.14\sqrt{e_a}) \left(1.35 \frac{R_s}{R_{so}} - 0.35\right)$ ■) $R_n = R_{ns} - R_{nl}$

Fórmula resumida	Descripción
R_s	Radiación solar (MJ/m ² /día)
$T_{máx}$	Temperatura máxima (°C)
$T_{mín}$	Temperatura mínima (°C)
R_a	Radiación extraterrestre (MJ/m ² /día)
G_{sc}	Constante solar = 0.082 MJ/m ² /min
d_r	Distancia relativa inversa Tierra-Sol (Adimensional)
J	Número del día en el año, correspondiente al 15avo día de cada mes (Adimensional)
ω_s	Ángulo de radiación a la puesta del sol (rad)
φ	Latitud (rad)
δ	Declinación solar (rad)
R_{so}	Radiación solar en un día despejado (MJ/m ² /día)
z	Elevación sobre el nivel del mar (m)
R_{ns}	Radiación neta solar o de onda corta (MJ/m ² /día)
R_{nl}	Radiación neta de onda larga (MJ/m ² /día)
σ	Constante de Stefan-Boltzmann = 4.903×10^{-9} MJ K ⁻⁴ /m ² /día
$T_{máx, K}$	Temperatura máxima en grados Kelvin (°K)
$T_{mín, K}$	Temperatura mínima en grados Kelvin (°K)
e_a	Presión real de vapor (kPa)
R_n	Radiación neta (MJ/m ² /día)

Nota. Adaptado de Allen et al. (2006)

El flujo de calor del suelo se determinó aplicando la fórmula detallada en la Tabla 125, para ello se utilizó datos de los promedios mensuales multianuales (20 años) de temperatura media de la serie de datos consistente y homogéneos por cada estación.

Tabla 125

Estimación del flujo de calor del suelo

Fórmula resumida	Descripción
$G_{mes,i} = 0.07(T_{mes,i+1} - T_{mes,i-1})$	$G_{mes,i}$: Flujo del calor del suelo del mes "i" (MJ/m ² /día) $T_{mes,i+1}$: Temperatura media del aire en el mes "i+1" (°C) $T_{mes,i-1}$: Temperatura media del aire en el mes "i-1" (°C)

Nota. Adaptado de Allen et al. (2006)

Finalmente, se elaboró la serie de tablas que va desde la Tabla 126 hasta la Tabla 128, con la finalidad de detallar el cálculo de la evapotranspiración del cultivo de referencia para cada estación considerada aplicando el Método FAO Penman-Monteith, así como para mostrar los valores calculados de cada parámetro interviniente durante el proceso de determinación de la misma.

Tabla 126

Cálculo de evapotranspiración mensual por método FAO Penman-Monteith (Estación Alao)

PARÁMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
$T_{m\acute{a}x}$ (°C)	33.59	33.36	33.10	32.99	32.95	32.83	32.82	33.35	33.44	33.51	33.53	33.51
$T_{m\acute{i}n}$ (°C)	20.32	20.40	20.39	20.25	20.10	19.56	19.05	19.04	19.40	20.06	20.40	20.44
T (°C)	25.79	25.61	25.26	25.07	25.02	24.60	24.45	24.98	25.12	25.44	25.70	25.75
Estimación de pendiente de la curva de presión de vapor												
Δ (kPa/°C)	0.197	0.195	0.191	0.189	0.189	0.185	0.183	0.188	0.190	0.193	0.196	0.196
Estimación de constante psicrométrica												
z (m s.n.m.)	420.00	420.00	420.00	420.00	420.00	420.00	420.00	420.00	420.00	420.00	420.00	420.00
P (kPa)	96.43	96.43	96.43	96.43	96.43	96.43	96.43	96.43	96.43	96.43	96.43	96.43
γ (kPa/°C)	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064
Estimación de velocidad del viento a 2 m de altura												
u_{10} (m/s)	3.30	3.14	2.89	2.66	2.68	2.64	2.73	2.83	2.91	3.02	3.02	3.18
u_2 (m/s)	2.47	2.35	2.16	1.99	2.00	1.97	2.04	2.12	2.18	2.26	2.26	2.38
Estimación de presión de vapor de saturación												
$e^\circ(T_{m\acute{a}x})$ (kPa)	5.20	5.13	5.06	5.03	5.02	4.98	4.98	5.13	5.16	5.18	5.18	5.18
$e^\circ(T_{m\acute{i}n})$ (kPa)	2.39	2.40	2.40	2.37	2.35	2.28	2.20	2.20	2.25	2.35	2.40	2.40
e_s (kPa)	3.79	3.76	3.73	3.70	3.68	3.63	3.59	3.67	3.70	3.76	3.79	3.79
Estimación de presión real de vapor												
$T_{roc\acute{i}o}$ (°C)	20.32	20.40	20.39	20.25	20.10	19.56	19.05	19.04	19.40	20.06	20.40	20.44
e_a (kPa)	2.39	2.40	2.40	2.37	2.35	2.28	2.20	2.20	2.25	2.35	2.40	2.40

PARÁMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Estimación de datos de radiación												
R_s/R_a (Adim.)	0.58	0.58	0.57	0.57	0.57	0.58	0.59	0.61	0.60	0.59	0.58	0.58
Latitud (°)	6.5170	6.5170	6.5170	6.5170	6.5170	6.5170	6.5170	6.5170	6.5170	6.5170	6.5170	6.5170
φ (rad)	-0.11	-0.11	-0.11	-0.11	-0.11	-0.11	-0.11	-0.11	-0.11	-0.11	-0.11	-0.11
J (Adim.)	15.00	46.00	74.00	105.00	135.00	166.00	196.00	227.00	258.00	288.00	319.00	349.00
d_r (Adim.)	1.03	1.02	1.01	0.99	0.98	0.97	0.97	0.98	0.99	1.01	1.02	1.03
δ (rad)	-0.37	-0.23	-0.05	0.17	0.33	0.41	0.37	0.24	0.04	-0.17	-0.33	-0.41
ω_s (rad)	1.62	1.60	1.58	1.55	1.53	1.52	1.53	1.54	1.57	1.59	1.61	1.62
R_a (MJ/m ² /día)	38.46	38.78	37.98	35.45	32.46	30.68	31.30	33.88	36.74	38.25	38.37	38.16
R_s (MJ/m ² /día)	22.42	22.34	21.67	20.25	18.62	17.88	18.58	20.51	22.03	22.44	22.24	22.07
R_{so} (MJ/m ² /día)	29.17	29.41	28.81	26.89	24.61	23.27	23.74	25.70	27.87	29.01	29.10	28.94
R_{ns} (MJ/m ² /día)	17.26	17.20	16.68	15.59	14.33	13.77	14.31	15.79	16.96	17.28	17.13	17.00
$T_{máx}$, K	306.75	306.52	306.26	306.15	306.11	305.99	305.98	306.51	306.60	306.67	306.69	306.67
$T_{mín}$, K	293.48	293.56	293.55	293.41	293.26	292.72	292.21	292.20	292.56	293.22	293.56	293.60
R_{nl} (MJ/m ² /día)	3.40	3.32	3.26	3.29	3.33	3.50	3.68	3.80	3.69	3.47	3.35	3.34
R_n (MJ/m ² /día)	13.87	13.88	13.42	12.30	11.00	10.27	10.63	11.99	13.27	13.81	13.77	13.66
Estimación del flujo de calor del suelo												
G (MJ/m ² /día)	-0.01	-0.04	-0.04	-0.02	-0.03	-0.04	0.03	0.05	0.03	0.04	0.02	0.01
Evapotranspiración del cultivo de referencia												
ET_o (mm/día)	5.67	5.57	5.31	4.93	4.61	4.44	4.60	5.08	5.43	5.56	5.52	5.54
Días por mes (día)	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
ET_o mensual (mm)	175.81	155.94	164.68	147.81	142.85	133.14	142.59	157.57	162.93	172.24	165.57	171.81

Tabla 127

Cálculo de evapotranspiración mensual por método FAO Penman-Monteith (Estación San Pablo)

PARÁMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
$T_{m\acute{a}x}$ (°C)	34.99	34.89	34.80	34.81	34.83	34.80	34.81	34.96	35.00	34.99	34.99	34.98
$T_{m\acute{i}n}$ (°C)	20.56	20.56	20.56	20.56	20.56	20.54	20.54	20.54	20.54	20.56	20.56	20.56
T (°C)	26.30	26.14	25.96	25.93	25.93	25.75	25.70	26.07	26.13	26.18	26.26	26.27
Estimación de pendiente de la curva de presión de vapor												
Δ (kPa/°C)	0.202	0.200	0.198	0.198	0.198	0.196	0.196	0.199	0.200	0.201	0.201	0.201
Estimación de constante psicrométrica												
z (m s.n.m.)	270.00	270.00	270.00	270.00	270.00	270.00	270.00	270.00	270.00	270.00	270.00	270.00
P (kPa)	98.15	98.15	98.15	98.15	98.15	98.15	98.15	98.15	98.15	98.15	98.15	98.15
γ (kPa/°C)	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065
Estimación de velocidad del viento a 2 m de altura												
u_{10} (m/s)	2.16	2.15	2.16	2.15	2.15	2.14	2.15	2.17	2.18	2.17	2.17	2.16
u_2 (m/s)	1.62	1.61	1.62	1.61	1.61	1.60	1.61	1.62	1.63	1.62	1.62	1.62
Estimación de presión de vapor de saturación												
$e^\circ(T_{m\acute{a}x})$ (kPa)	5.62	5.59	5.56	5.56	5.57	5.56	5.56	5.61	5.62	5.62	5.62	5.62
$e^\circ(T_{m\acute{i}n})$ (kPa)	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42
e_s (kPa)	4.02	4.00	3.99	3.99	4.00	3.99	3.99	4.01	4.02	4.02	4.02	4.02
Estimación de presión real de vapor												
$T_{roc\acute{i}o}$ (°C)	20.56	20.56	20.56	20.56	20.56	20.54	20.54	20.54	20.54	20.56	20.56	20.56
e_a (kPa)	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42

PARÁMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Estimación de datos de radiación												
R_s/R_a (Adim.)	0.61	0.61	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
Latitud (°)	6.809556	6.809556	6.809556	6.809556	6.809556	6.809556	6.809556	6.809556	6.809556	6.809556	6.809556	6.809556
φ (rad)	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12
J (Adim.)	15.00	46.00	74.00	105.00	135.00	166.00	196.00	227.00	258.00	288.00	319.00	349.00
d_r (Adim.)	1.03	1.02	1.01	0.99	0.98	0.97	0.97	0.98	0.99	1.01	1.02	1.03
δ (rad)	-0.37	-0.23	-0.05	0.17	0.33	0.41	0.37	0.24	0.04	-0.17	-0.33	-0.41
ω_s (rad)	1.62	1.60	1.58	1.55	1.53	1.52	1.52	1.54	1.57	1.59	1.61	1.62
R_a (MJ/m ² /día)	38.55	38.83	37.97	35.38	32.34	30.55	31.18	33.80	36.71	38.28	38.45	38.27
R_s (MJ/m ² /día)	23.43	23.52	22.93	21.37	19.55	18.46	18.84	20.53	22.34	23.27	23.37	23.25
R_{so} (MJ/m ² /día)	29.12	29.33	28.69	26.73	24.43	23.08	23.55	25.53	27.73	28.92	29.04	28.91
R_{ns} (MJ/m ² /día)	18.04	18.11	17.65	16.46	15.05	14.21	14.51	15.81	17.20	17.91	17.99	17.90
$T_{máx}, K$	308.15	308.05	307.96	307.97	307.99	307.96	307.97	308.12	308.16	308.15	308.15	308.14
$T_{mín}, K$	293.72	293.72	293.72	293.72	293.72	293.70	293.70	293.70	293.70	293.72	293.72	293.72
R_{nl} (MJ/m ² /día)	3.63	3.61	3.59	3.59	3.60	3.60	3.60	3.63	3.64	3.63	3.63	3.63
R_n (MJ/m ² /día)	14.41	14.50	14.07	12.86	11.46	10.62	10.91	12.18	13.56	14.28	14.36	14.27
Estimación del flujo de calor del suelo												
G (MJ/m ² /día)	-0.01	-0.02	-0.01	0.00	-0.01	-0.02	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.00
Evapotranspiración del cultivo de referencia												
ET_o (mm/día)	5.59	5.60	5.47	5.14	4.76	4.53	4.61	4.98	5.37	5.56	5.58	5.55
Días por mes (día)	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
ET_o mensual (mm)	173.43	156.80	169.54	154.15	147.68	135.94	142.84	154.38	161.11	172.32	167.44	172.10

Tabla 128

Cálculo de evapotranspiración mensual por método FAO Penman-Monteith (Estación Saposoa)

PARÁMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
$T_{m\acute{a}x}$ (°C)	32.85	32.32	31.88	31.92	31.83	31.63	31.87	33.04	32.94	33.02	32.88	32.70
$T_{m\acute{i}n}$ (°C)	21.95	22.10	22.00	21.86	21.69	21.07	20.50	20.47	20.92	21.84	22.17	22.15
T (°C)	27.62	27.53	27.28	27.42	27.23	26.87	26.76	27.31	27.28	27.68	27.81	27.71
Estimación de pendiente de la curva de presión de vapor												
Δ (kPa/°C)	0.216	0.215	0.212	0.214	0.212	0.208	0.207	0.212	0.212	0.217	0.218	0.217
Estimación de constante psicrométrica												
z (m s.n.m.)	307.00	307.00	307.00	307.00	307.00	307.00	307.00	307.00	307.00	307.00	307.00	307.00
P (kPa)	97.72	97.72	97.72	97.72	97.72	97.72	97.72	97.72	97.72	97.72	97.72	97.72
γ (kPa/°C)	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065
Estimación de velocidad del viento a 2 m de altura												
u_{10} (m/s)	5.36	5.33	5.29	5.27	5.26	5.29	5.27	5.29	5.28	5.29	5.32	5.26
u_2 (m/s)	4.01	3.99	3.96	3.94	3.93	3.96	3.94	3.96	3.95	3.96	3.98	3.93
Estimación de presión de vapor de saturación												
$e^\circ(T_{m\acute{a}x})$ (kPa)	4.99	4.84	4.72	4.73	4.71	4.66	4.72	5.04	5.01	5.04	5.00	4.95
$e^\circ(T_{m\acute{i}n})$ (kPa)	2.64	2.66	2.64	2.62	2.59	2.50	2.41	2.41	2.47	2.62	2.67	2.67
e_s (kPa)	3.81	3.75	3.68	3.68	3.65	3.58	3.57	3.72	3.74	3.83	3.83	3.81
Estimación de presión real de vapor												
$T_{roc\acute{i}o}$ (°C)	21.95	22.10	22.00	21.86	21.69	21.07	20.50	20.47	20.92	21.84	22.17	22.15
e_a (kPa)	2.64	2.66	2.64	2.62	2.59	2.50	2.41	2.41	2.47	2.62	2.67	2.67

PARÁMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Estimación de datos de radiación												
R_s/R_a (Adim.)	0.53	0.51	0.50	0.51	0.51	0.52	0.54	0.57	0.55	0.53	0.52	0.52
Latitud (°)	6.943131	6.943131	6.943131	6.943131	6.943131	6.943131	6.943131	6.943131	6.943131	6.943131	6.943131	6.943131
φ (rad)	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12
J (Adim.)	15.00	46.00	74.00	105.00	135.00	166.00	196.00	227.00	258.00	288.00	319.00	349.00
d_r (Adim.)	1.03	1.02	1.01	0.99	0.98	0.97	0.97	0.98	0.99	1.01	1.02	1.03
δ (rad)	-0.37	-0.23	-0.05	0.17	0.33	0.41	0.37	0.24	0.04	-0.17	-0.33	-0.41
ω_s (rad)	1.62	1.60	1.58	1.55	1.53	1.52	1.52	1.54	1.57	1.59	1.61	1.62
R_a (MJ/m ² /día)	38.60	38.85	37.97	35.35	32.29	30.49	31.12	33.75	36.69	38.29	38.49	38.31
R_s (MJ/m ² /día)	20.39	19.87	19.10	17.94	16.45	15.85	16.79	19.15	20.36	20.49	20.15	19.91
R_{so} (MJ/m ² /día)	29.18	29.38	28.71	26.73	24.42	23.06	23.53	25.52	27.75	28.95	29.10	28.97
R_{ns} (MJ/m ² /día)	15.70	15.30	14.70	13.81	12.67	12.21	12.93	14.74	15.67	15.77	15.52	15.33
$T_{máx}, K$	306.01	305.48	305.04	305.08	304.99	304.79	305.03	306.20	306.10	306.18	306.04	305.86
$T_{mín}, K$	295.11	295.26	295.16	295.02	294.85	294.23	293.66	293.63	294.08	295.00	295.33	295.31
R_{nl} (MJ/m ² /día)	2.68	2.51	2.45	2.51	2.55	2.71	2.97	3.24	3.06	2.75	2.61	2.58
R_n (MJ/m ² /día)	13.02	12.79	12.25	11.31	10.12	9.49	9.96	11.51	12.62	13.02	12.91	12.75
Estimación del flujo de calor del suelo												
G (MJ/m ² /día)	-0.01	-0.02	-0.01	0.00	-0.04	-0.03	0.03	0.04	0.03	0.04	0.00	-0.01
Evapotranspiración del cultivo de referencia												
ET_o (mm/día)	5.59	5.35	5.11	4.91	4.64	4.55	4.81	5.51	5.67	5.63	5.52	5.43
Días por mes (día)	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
ET_o mensual (mm)	173.28	149.86	158.35	147.33	143.92	136.63	149.07	170.71	170.10	174.54	165.58	168.21

Obtenidos los valores de evapotranspiración mensual para cada estación por el Método FAO Penman-Monteith, se generó las curvas con igual valor de evapotranspiración dentro de la zona de estudio, para lo cual, en el software ArcGIS v10.8.2, se realizó la interpolación del tipo Ponderación de distancia inversa entre cada uno de estos valores, a nivel mensual, y se estableció una equidistancia de 0.50 mm. De manera similar que, para el caso de isoyetas, este proceso siguió la secuencia descrita en la Tabla 106.

La evapotranspiración media de la microcuenca por el Método FAO Penman-Monteith se calculó aplicando la fórmula detallada en la Tabla 116. Para ello, se elaboró la Tabla 129 en la que se muestran los intervalos de isolíneas de evapotranspiración presentes en el área de la microcuenca y el valor de cada área comprendida entre estos intervalos.

Tabla 129

Parámetros para cálculo de evapotranspiración media de la cuenca (Método FAO Penman-Monteith)

Isolínea de ET menor (mm)	Isolínea de ET mayor (mm)	IE_{pi} (mm)	A_i (km ²)
Enero			
173.50	174.00	173.75	8.7563
174.00	174.50	174.25	27.5928
174.50	175.00	174.75	6.5184
Febrero			
153.50	154.00	153.75	2.8457
154.00	154.50	154.25	20.4453
154.50	155.00	154.75	16.8273
155.00	155.50	155.25	2.7492
Marzo			
163.50	164.00	163.75	1.3694
164.00	164.50	164.25	19.4188
164.50	165.00	164.75	14.7710
165.00	165.50	165.25	4.6208
165.50	166.00	165.75	2.6320
166.00	166.50	166.25	0.0555
Abril			
148.50	149.00	148.75	0.7646
149.00	149.50	149.25	6.3267
149.50	150.00	149.75	14.2817
150.00	150.50	150.25	15.2508
150.50	151.00	150.75	5.4407
151.00	151.50	151.25	0.8030
Mayo			
143.50	144.00	143.75	0.7559
144.00	144.50	144.25	6.1223
144.50	145.00	144.75	14.9264

Isolínea de ET menor (mm)	Isolínea de ET mayor (mm)	IE_{p_i} (mm)	A_i (km ²)
145.00	145.50	145.25	18.9475
145.50	146.00	145.75	2.1154
Junio			
134.00	134.50	134.25	2.9305
134.50	135.00	134.75	5.8395
135.00	135.50	135.25	30.0880
135.50	136.00	135.75	4.0095
Julio			
143.50	144.00	143.75	3.2699
144.00	144.50	144.25	13.6034
144.50	145.00	144.75	20.5249
145.00	145.50	145.25	5.4693
Agosto			
158.50	159.00	158.75	1.4614
159.00	159.50	159.25	5.8161
159.50	160.00	159.75	8.4422
160.00	160.50	160.25	10.7204
160.50	161.00	160.75	9.5812
161.00	161.50	161.25	6.0083
161.50	162.00	161.75	0.8379
Setiembre			
163.00	163.50	163.25	0.1831
163.50	164.00	163.75	8.2793
164.00	164.50	164.25	17.9875
164.50	165.00	164.75	14.9618
165.00	165.50	165.25	1.4558
Octubre			
172.50	173.00	172.75	27.7251
173.00	173.50	173.25	15.1424
Noviembre			
165.57	166.00	165.79	2.6244
166.00	166.50	166.25	38.2170
166.50	167.00	166.75	2.0261
Diciembre			
170.00	170.50	170.25	0.3895
170.50	171.00	170.75	31.7091
171.00	171.50	171.25	10.7689

Nota. ET = Evapotranspiración

3.3.5. Objetivo específico 5: Cuantificación de la oferta hídrica superficial

La cuantificación de la oferta hídrica superficial en la microcuenca se realizó una vez finalizada la evaluación del comportamiento espacial y temporal de las variables

hidrometeorológicas, para ello, se cuantificó la diferencia entre los valores mensuales de precipitación media y evapotranspiración media calculados en el acápite anterior, los cuales, corresponden a su vez, a los promedios de los valores obtenidos por cada método aplicado para su cálculo.

Cabe indicar que se tomó en cuenta el criterio de que la evapotranspiración real (ETR), en ningún caso, puede exceder a su correspondiente valor de precipitación (Linsley y Franzini, 1964/1967, pp. 53-54). Finalmente, se organizó la información en un cuadro de entrada que se elaboró en el software Word 2019.

3.3.6. Objetivo específico 6: Estimación de la demanda hídrica de uso poblacional

La estimación de la demanda hídrica, considerando uso poblacional, se realizó mediante la aplicación de la fórmula mostrada en la Tabla 130. El cálculo de este parámetro se llevó a cabo de manera paralela al cálculo de la oferta hídrica.

Tabla 130

Estimación de la demanda hídrica de uso poblacional en la microcuenca de la quebrada Yuracyacu

Fórmula resumida	Descripción
$DH = P * N * D_d$	<p>DH : Demanda hídrica (hm³)</p> <p>P : Población (Habitantes)</p> <p>N : Número de días por mes (Adimensional)</p> <p>D_d : Dotación diaria (hm³/hab/día)</p>

La obtención y/o cálculo de los parámetros necesarios para la aplicación de la fórmula anterior se describen a continuación:

El parámetro de población se determinó con la fórmula detallada en Tabla 131, para ello, se tomó como población base del distrito de Agua Blanca al resultado de los Censos Nacionales 2017, cuyo valor para el año 2017 fue de 2330 habitantes (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2018, p. 127).

En base a este número de habitantes (Valor entre 2000 y 20000 habitantes), se estableció un periodo de proyección de 15 años (Vierendel, 2009, p. 42) contados a partir del año del presente estudio, es decir, se calculó la población futura del distrito de Agua Blanca para el año 2038.

Asimismo, se consideró como razón de crecimiento poblacional a la correspondiente tasa de crecimiento de la provincia de El Dorado, valor que está establecido en 0.93% anual (INEI, 2018, p. 24).

Tabla 131*Método de interés simple para cálculo de población futura*

Fórmula resumida	Descripción
$P_f = P_0[1 + r(t - t_0)]$	P_f : Población futura a calcular (Habitantes) P_0 : Población inicial (Habitantes) r : Razón de crecimiento (Adimensional) t : Tiempo futuro t_0 : Tiempo inicial

Nota. Adaptado de Vierendel (2009)

El parámetro de dotación tomó en consideración lo detallado por Vierendel (2009), el cual estipula que, para poblaciones entre 2000 y 10000 habitantes en climas templados, la dotación diaria por habitante es de 150 l/hab/día o 0.00000015 hm³/hab/día (p. 42).

Finalmente, se elaboró la Tabla 132 para detallar los parámetros intervinientes en la fórmula de estimación de la demanda hídrica de uso poblacional.

Tabla 132*Parámetros para cálculo de demanda hídrica de uso poblacional en microcuenca de la quebrada Yuracyacu*

Mes	Estimación de población futura				Días por mes (día)	Dotación (hm³/hab/día)
	P_{2017} (hab.)	r (%)	$t - t_0$	P_{2038} (hab.)		
Enero	2,330	0.93	21	2,786	31	0.00000015
Febrero	2,330	0.93	21	2,786	28	0.00000015
Marzo	2,330	0.93	21	2,786	31	0.00000015
Abril	2,330	0.93	21	2,786	30	0.00000015
Mayo	2,330	0.93	21	2,786	31	0.00000015
Junio	2,330	0.93	21	2,786	30	0.00000015
Julio	2,330	0.93	21	2,786	31	0.00000015
Agosto	2,330	0.93	21	2,786	31	0.00000015
Setiembre	2,330	0.93	21	2,786	30	0.00000015
Octubre	2,330	0.93	21	2,786	31	0.00000015
Noviembre	2,330	0.93	21	2,786	30	0.00000015
Diciembre	2,330	0.93	21	2,786	31	0.00000015

3.3.7. Objetivo específico 7: Determinación del balance hídrico de la microcuenca

El balance hídrico de la microcuenca, a nivel mensual, se determinó mediante la comparación de la oferta y demanda hídrica calculados previamente, para lo cual, en el software Word 2019, se realizó un cuadro comparativo, a fin de facilitar su comprensión.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultado del objetivo específico 1: Identificación, delimitación y caracterización de la microcuenca

La identificación de la microcuenca definió la zona de estudio en base al área de influencia de la quebrada Yuracyacu, detalle que se aprecia en el plano MH-01.

La delimitación de la microcuenca se obtuvo en el software ArcGIS v10.8.2 y determinó la forma de la divisoria (ver plano MH-01). Asimismo, se verificó el trazo de una divisoria del tipo topográfica, cumpliendo lo descrito por Monsalve Sáenz (1999) respecto a que es la de uso recurrente (p. 35). Además, se corrobora que la divisoria atraviesa únicamente al cauce principal en el punto de salida (Villón Béjar, 2002, p. 22).

La caracterización de la microcuenca abarcó la aplicación de los criterios descritos en el acápite 3.3.1 para cada característica. Los resultados se muestran en la Tabla 133.

Tabla 133

Características de la microcuenca de la quebrada Yuracyacu

Características	Valor
Características generales	
Área de la microcuenca	42.8675 km ²
Perímetro de la microcuenca	45.8827 km
Longitud de la microcuenca	14.8071 km
Ancho de la microcuenca	2.8951 km
Características de forma	
Factor de forma	0.1955
Coeficiente de Compacidad o Índice de Gravelius	1.9622
Características de relieve	
Histograma de frecuencia de altitudes	Ver Figura 46
Curva hipsométrica	Ver Figura 47
Altitud media de la cuenca	860.2375 m s.n.m.
Rectángulo equivalente	Ver Figura 48
Pendiente de la cuenca.	35.73 %
Pendiente del cauce principal	3.00 %
Características de la red de drenaje	
Orden de las corrientes	Orden 3
Longitud de las corrientes	42.3985 km
Densidad de las corrientes	0.7931 corrientes/km ²
Densidad de drenaje	0.9891 km/km ²
Extensión media de escorrentía	0.2528 km

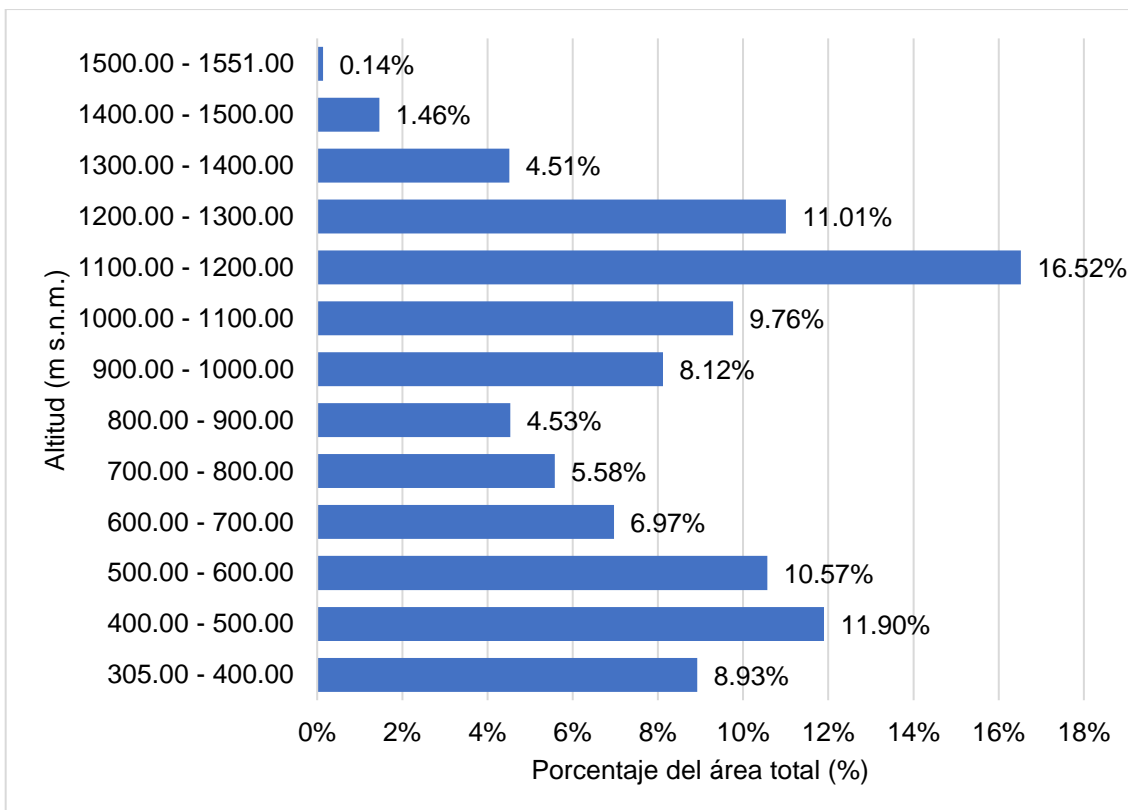


Figura 46.
Histograma de frecuencia de altitudes de la microcuenca de la quebrada Yuracyacu.

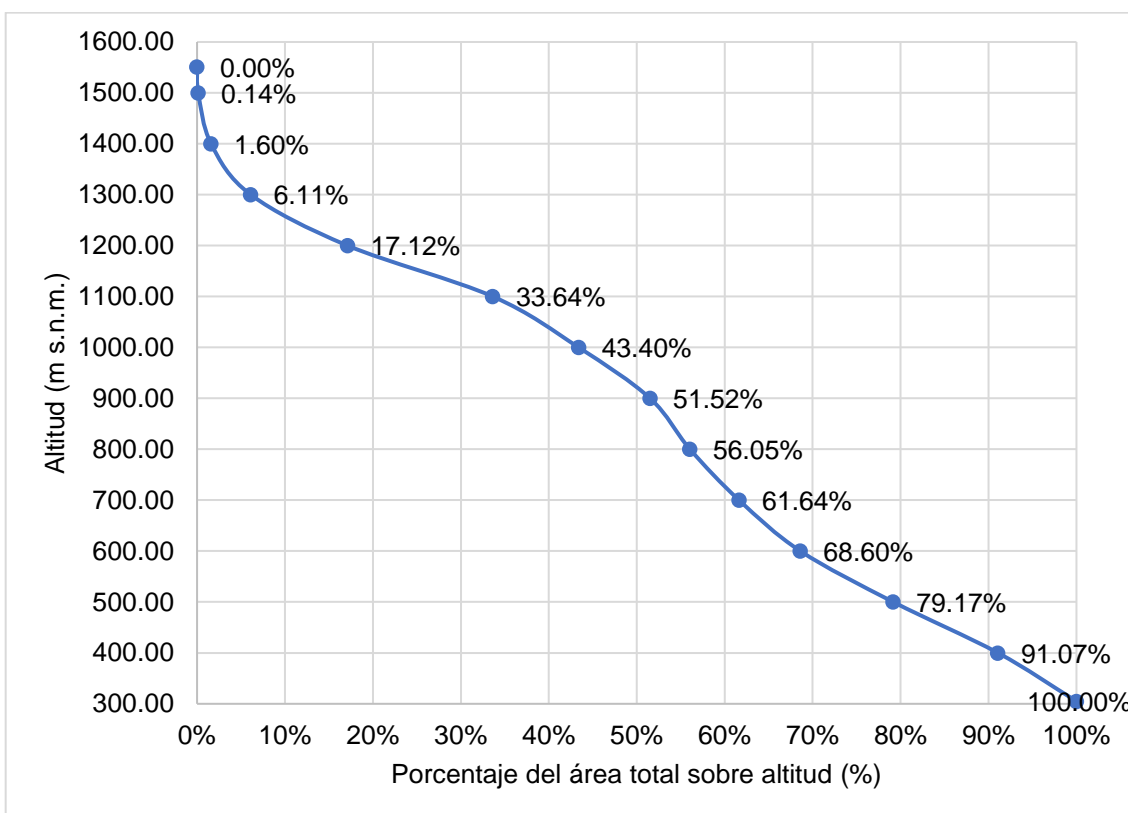


Figura 47.
Curva hipsométrica de la microcuenca de la quebrada Yuracyacu.

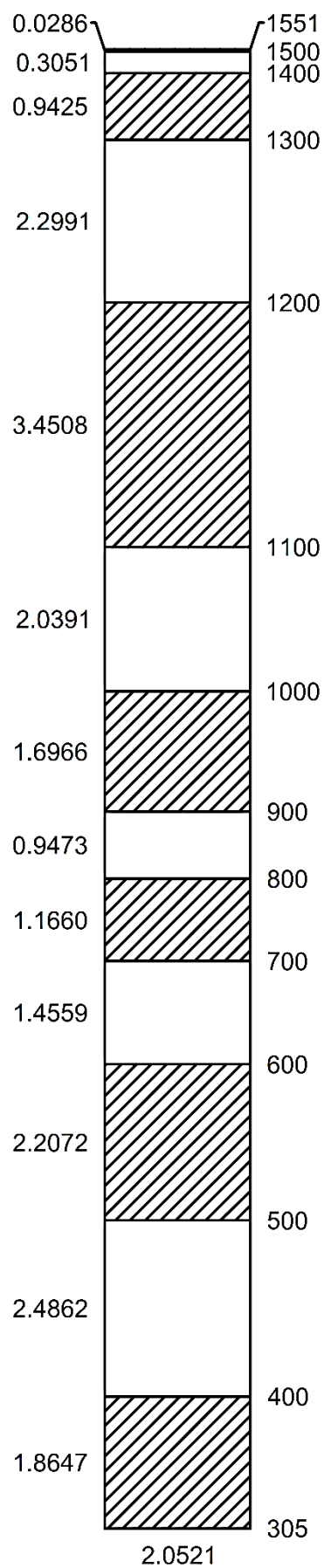


Figura 48.
Rectángulo Equivalente de la microcuenca de la quebrada Yuracyacu.

La quebrada Yuracyacu drena un área de 42.8675 km², valor que, según la clasificación de cuencas propuesta por Villón Béjar (2002), determina una cuenca pequeña (p. 23), sin embargo, teniendo en cuenta la clasificación propuesta por Sánchez Vélez et al. (2003), el área delimitada resultante es una microcuenca (p. 9).

El factor de forma tiene un valor de 0.1955, mientras que Flores Chiang (2018) determinó para la microcuenca del río Shilcayo un factor de forma de 0.08 (p. 144). En base a lo afirmado por Monsalve Sáenz (1999), comparando estos valores y asumiendo áreas similares entre ambas microcuencas (p. 38), tenemos que la microcuenca de la quebrada Yuracyacu está más sujeta a crecientes que su par en el río Shilcayo.

De acuerdo a lo establecido por Monsalve Sáenz (1999) respecto a que, para valores mayores de este índice se tiene una forma más irregular de la microcuenca (p. 38), y teniendo un valor calculado de coeficiente de compacidad igual a 1.9622, se establece que la microcuenca de la quebrada Yuracyacu presenta irregularidad de forma.

Tomando en cuenta la Figura 1 (obtenida de Ibáñez Asensio et al., 2011, p. 9) respecto a la edad de los ríos en función a la forma de la curva hipsométrica, se tiene que la quebrada Yuracyacu se encuentra en fase de madurez.

El rectángulo equivalente resultante nos da una idea de la distribución altitudinal y espacial de la microcuenca, pudiendo afirmar que se trata de una cuenca alargada con una mayor distribución de su superficie entre los 1,100 y 1,200 m s.n.m.

El valor de la pendiente de la cuenca es de 35.73 % y según la clasificación establecida por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO] (2009) respecto a las clases de gradiente de la pendiente (p. 12), el valor calculado se encuentra en el rango de pendiente escarpada.

La densidad de drenaje es de 0.9891 km/km², y en función a los valores propuestos por Monsalve Saézn (1999), se tiene que la microcuenca de la quebrada Yuracyacu tiene drenaje pobre (p. 39). A su vez, de acuerdo con Linsley et al. (1975/1977), presenta una respuesta hidrológica lenta por la presencia de suelos muy permeables (pp. 348-349).

4.2. Resultado del objetivo específico 2: Completación de datos hidrometeorológicos faltantes

Los datos hidrometeorológicos faltantes fueron completados siguiendo el procedimiento detallado en el acápite 3.3.2 del presente informe y se muestran en la Tabla 134. Asimismo, tal como estableció Villón Béjar (2005), el factor determinante de uso de las series completadas es la varianza, ya que mejora sus parámetros estadísticos (p. 342).

Tabla 134

Completación de datos hidrometeorológicos faltantes

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Precipitación total mensual (mm) - Estación Alao												
2020				138.02	113.26	103.34	93.96	96.78	150.95	107.24	169.55	137.12
2021	110.57	94.34	246.79	98.09	98.74	90.96	97.89	70.47	121.36	146.87	139.68	176.22
Precipitación total mensual (mm) - Estación San Pablo												
2020				120.04	104.14	82.46	73.73	76.97	126.86	139.66	85.91	76.11
2021	124.53	138.33										
Precipitación total mensual (mm) - Estación Saposoa												
2018									112.91	155.57		
2020				168.93	134.92	95.63	111.60	115.79	115.21	137.99	122.80	
Temperatura media mensual (°C) - Estación Alao												
2020				26.06	25.94	25.13	24.84	27.28	25.47	26.08	26.23	26.12
2021	25.99	25.91	25.16	25.43	25.50	24.70	24.76	25.39	25.38	26.41	25.83	25.73
Temperatura media mensual (°C) - Estación San Pablo												
2002	27.16	27.22	26.89	26.70	26.58	25.97	25.56	26.04	26.65	26.77	26.86	27.69
2003	27.87	27.18	26.73	26.58	26.12	26.14	25.61	26.02				
2020				26.95	26.90	26.80	26.52	27.17	26.92	27.25	27.37	27.35
2021	26.87	27.23										
Temperatura media mensual (°C) - Estación Saposoa												
2007					25.93							
2008												27.31
2018									26.89	26.74		
2020				26.82	26.79	26.65	26.14	26.77	26.58	27.00	27.03	
Temperatura máxima promedio mensual (°C) - Estación Alao												
2020				33.24	32.94	33.04	32.67	33.19	32.74	32.98	33.10	33.16

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2021	32.71	32.85	31.64	31.55	32.30	31.83	32.10	33.16	33.20	34.51	33.15	33.34
Temperatura máxima promedio mensual (°C) - Estación San Pablo												
2002	34.16	33.54	33.25	32.61	32.44	31.80	30.23	32.25	33.71	33.32	33.05	34.06
2003	34.14	33.33	32.88	32.53	31.91	31.99	31.85	32.50				
2020				33.59	33.56	33.37	33.07	34.17	33.56	33.82	33.77	33.96
2021	33.53	33.74										
Temperatura máxima promedio mensual (°C) - Estación Saposoa												
2007					31.34							
2008												33.49
2018									33.83	32.95		
2020				32.00	32.62	32.50	32.46	32.76	32.82	32.51	33.19	
Temperatura mínima promedio mensual (°C) - Estación Alao												
2020				21.34	21.65	20.96	20.32	19.81	20.27	20.56	21.68	21.98
2021	21.51	21.58	20.71	20.69	20.28	20.18	19.12	19.77	20.58	21.00	21.09	20.85
Temperatura mínima promedio mensual (°C) - Estación San Pablo												
2002	21.33	21.17	21.08	21.18	20.56	20.56	19.98	20.44	20.34	21.49	21.75	21.81
2003	21.50	21.91	21.59	21.59	21.67	20.58	20.63	20.66				
2020				20.60	20.73	20.20	19.95	19.40	20.24	20.42	20.69	21.24
2021	20.62	21.04										
Temperatura mínima promedio mensual (°C) - Estación Saposoa												
2007					21.42							
2008												22.26
2018									21.29	22.35		
2020				22.18	22.10	21.40	21.59	21.56	21.75	22.24	22.17	
Velocidad del viento promedio mensual (m/s) - Estación Alao												
2005								3.22	3.12	3.43	3.06	3.31

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2006	3.10	2.90	3.06									
2020				3.29	3.64	3.87	2.90	2.99	3.24	3.20	2.95	2.17
2021	2.93	3.43	3.21	2.69	2.95	2.93	3.42	2.78	3.14	2.51	2.94	2.02
Velocidad del viento promedio mensual (m/s) - Estación San Pablo												
2020				2.80	2.50	2.84	3.02	2.71	2.59	2.63	2.22	1.56
2021	1.56	1.69										
Velocidad del viento promedio mensual (m/s) - Estación Saposoa												
2005			4.01	5.32	5.10	4.96		4.70				
2007					4.87							
2008												3.66
2011												3.49
2018									3.13	2.92		
2019								3.02				
2020				3.01	2.99	3.02	2.90	3.25	3.02	2.95	3.00	

4.3. Resultado del objetivo específico 3: Análisis de consistencia de datos hidrometeorológicos

El análisis de consistencia de datos hidrometeorológicos se realizó sobre las series resultantes del proceso de completación, es decir sobre las series completadas, de acuerdo al procedimiento detallado en el acápite 3.3.3 del presente informe. Los promedios mensuales multianuales (2002-2021) se muestran en la Tabla 135.

A pesar de que Villón Béjar (2005) indica que el análisis visual gráfico y el análisis de doble masa funcionan para identificar los puntos de quiebre de una serie de datos de cualquier variable hidrometeorológica (págs. 310, 314), no toma en cuenta la imposibilidad generada al tener una gran cantidad de datos a analizar ni la existencia de rangos pequeños de variación entre estos datos. De esta manera, surge la alternativa de emplear pruebas estadísticas, tales como las planteadas por Buishand (1982, como se citó en Grayson et al., 1996, p. 64) y Worsley (1979, como se citó en Grayson et al., 1996, p. 65), en las que la determinación del punto de quiebre pasa a un contexto netamente estadístico.

Del análisis de saltos, tanto en la tendencia media como en la desviación estándar, se destaca el valor y la importancia de los criterios presentados por Villón Béjar (2005) respecto a la aplicación de la prueba t de Student y la prueba F para la obtención de series de datos que no posean saltos significativos (págs. 315, 317), sin embargo, no brinda un criterio claro de selección del periodo a corregir. De este modo, durante el desarrollo de la investigación, se infirió que el criterio de selección yace en el coeficiente de correlación de la recta de doble masa generada para cada caso de corrección de un determinado periodo (tanto periodo 1 como periodo 2), siendo el mayor grado de correlación entre estas dos rectas de doble masa, el factor que define cual periodo corregido debe emplearse.

La aplicación de la prueba t de Student en el análisis de tendencias, tanto en la media como en la desviación estándar, brinda un criterio estadístico confiable para el tratamiento de los datos hidrometeorológicos, y permite reafirmar lo mencionado Villón Béjar (2005) respecto a que los datos resultantes tengan la etiqueta de consistencia y homogeneidad, características fundamentales para efectuar modelamientos hidrológicos, así como el uso directo de estos datos (pp. 323-324). Cabe precisar que muchas veces, la serie de datos corregidos en el análisis de tendencias, dará como resultado una serie que presenta saltos significativos, motivo por el cual no puede emplearse dicha serie corregida, haciendo necesario repetir el proceso del análisis de saltos y análisis de tendencias una vez más.

Tabla 135

Promedios mensuales multianuales de series de datos consistentes y homogéneos

PERIODO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Precipitación total mensual (mm) - Estación Alao												
2002-2021	107.08	119.47	203.08	199.97	131.72	98.82	92.00	73.16	123.92	174.59	160.14	129.18
Precipitación total mensual (mm) - Estación San Pablo												
2002-2021	100.38	114.41	165.24	150.49	95.28	74.19	59.33	68.86	118.87	145.49	140.75	113.71
Precipitación total mensual (mm) - Estación Saposoa												
2002-2021	120.97	144.57	186.93	168.51	114.45	82.96	73.91	67.13	116.04	145.44	165.25	149.43
Temperatura media mensual (°C) - Estación Alao												
2002-2021	25.79	25.61	25.26	25.07	25.02	24.60	24.45	24.98	25.12	25.44	25.70	25.75
Temperatura media mensual (°C) - Estación San Pablo												
2002-2021	26.30	26.14	25.96	25.93	25.93	25.75	25.70	26.07	26.13	26.18	26.26	26.27
Temperatura media mensual (°C) - Estación Saposoa												
2002-2021	27.62	27.53	27.28	27.42	27.23	26.87	26.76	27.31	27.28	27.68	27.81	27.71
Temperatura máxima promedio mensual (°C) - Estación Alao												
2002-2021	33.59	33.36	33.10	32.99	32.95	32.83	32.82	33.35	33.44	33.51	33.53	33.51
Temperatura máxima promedio mensual (°C) - Estación San Pablo												
2002-2021	34.99	34.89	34.80	34.81	34.83	34.80	34.81	34.96	35.00	34.99	34.99	34.98
Temperatura máxima promedio mensual (°C) - Estación Saposoa												
2002-2021	32.85	32.32	31.88	31.92	31.83	31.63	31.87	33.04	32.94	33.02	32.88	32.70
Temperatura mínima promedio mensual (°C) - Estación Alao												
2002-2021	20.32	20.40	20.39	20.25	20.10	19.56	19.05	19.04	19.40	20.06	20.40	20.44
Temperatura mínima promedio mensual (°C) - Estación San Pablo												
2002-2021	20.56	20.56	20.56	20.56	20.56	20.54	20.54	20.54	20.54	20.56	20.56	20.56
Temperatura mínima promedio mensual (°C) - Estación Saposoa												
2002-2021	21.95	22.10	22.00	21.86	21.69	21.07	20.50	20.47	20.92	21.84	22.17	22.15

PERIODO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Velocidad del viento promedio mensual (m/s) - Estación Alao												
2002-2021	3.30	3.14	2.89	2.66	2.68	2.64	2.73	2.83	2.91	3.02	3.02	3.18
Velocidad del viento promedio mensual (m/s) - Estación San Pablo												
2002-2021	2.16	2.15	2.16	2.15	2.15	2.14	2.15	2.17	2.18	2.17	2.17	2.16
Velocidad del viento promedio mensual (m/s) - Estación Saposoa												
2002-2021	5.36	5.33	5.29	5.27	5.26	5.29	5.27	5.29	5.28	5.29	5.32	5.26

4.4. Resultado del objetivo específico 4: Evaluación del comportamiento espacial y temporal de los parámetros hidrometeorológicos

La precipitación media de la microcuenca se determinó promediando los valores obtenidos de cada método utilizado, cuyos valores se detallan en la Tabla 136.

Tabla 136

Precipitación media de la microcuenca de la quebrada Yuracyacu

Mes	Método aritmético (mm)	Método de Polígonos de Thiessen (mm)	Método de Isoyetas (mm)	Precipitación media (mm)
Enero	109.48	104.60	108.70	107.59
Febrero	126.15	119.11	124.95	123.40
Marzo	185.08	179.21	184.48	182.92
Abril	172.99	167.69	172.63	171.10
Mayo	113.82	108.57	113.30	111.90
Junio	85.32	82.73	85.14	84.40
Julio	75.08	70.97	74.75	73.60
Agosto	69.72	70.02	69.79	69.84
Setiembre	119.61	120.13	119.77	119.84
Octubre	155.17	154.50	155.38	155.02
Noviembre	155.38	149.31	154.54	153.08
Diciembre	130.77	122.22	129.43	127.47
SUMA	1,498.57	1,449.06	1,492.86	1,480.16

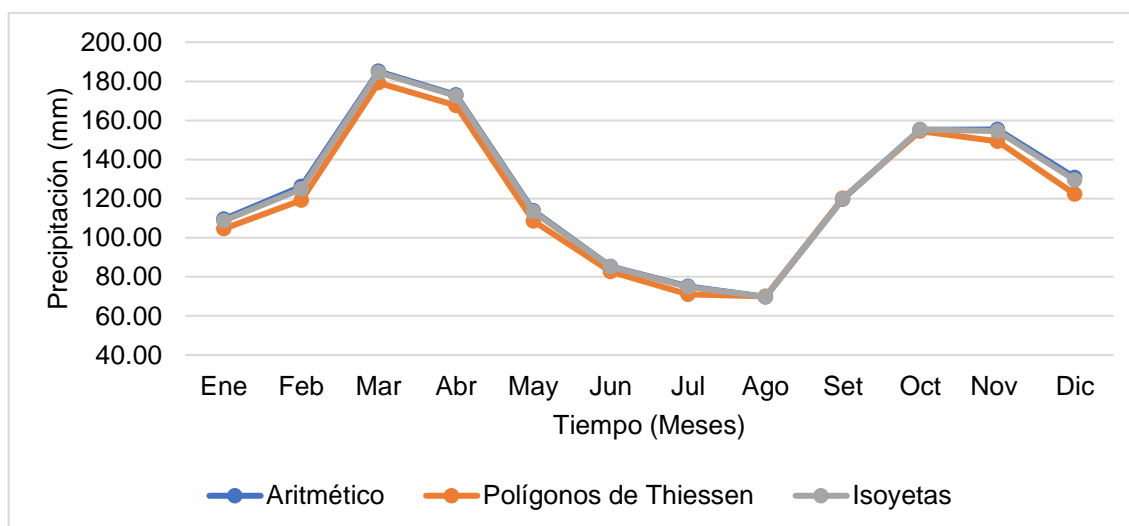


Figura 49.

Precipitación media de la microcuenca de la quebrada Yuracyacu.

A pesar de la variedad de métodos empleados, el régimen de comportamiento mensual de la precipitación es similar, lo que contrasta con lo mencionado por Aparicio Mijares (1992) respecto a la precisión que ofrece cada método de cálculo (p. 145).

La temperatura media de la microcuenca se determinó únicamente con los valores obtenido por el Método de las isotermas, los cuales se detallan en la Tabla 137.

Tabla 137

Temperatura media de la microcuenca de la quebrada Yuracyacu

Mes	Método de isotermas (°C)	Temperatura media (°C)
Enero	26.51	26.51
Febrero	26.37	26.37
Marzo	26.11	26.11
Abril	26.07	26.07
Mayo	26.00	26.00
Junio	25.69	25.69
Julio	25.58	25.58
Agosto	26.06	26.06
Setiembre	26.14	26.14
Octubre	26.37	26.37
Noviembre	26.52	26.52
Diciembre	26.52	26.52
PROMEDIO	26.16	26.16

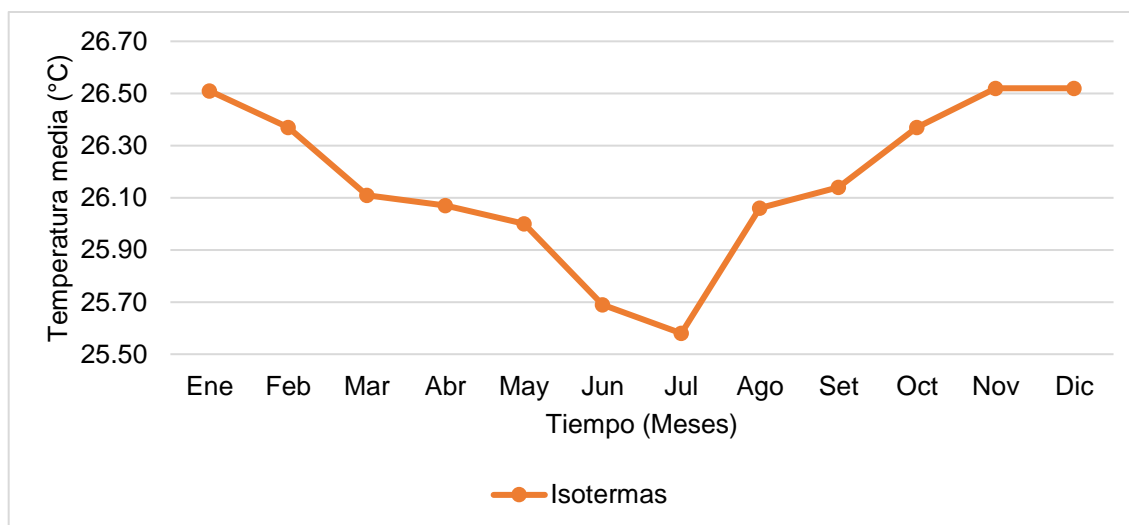


Figura 50.

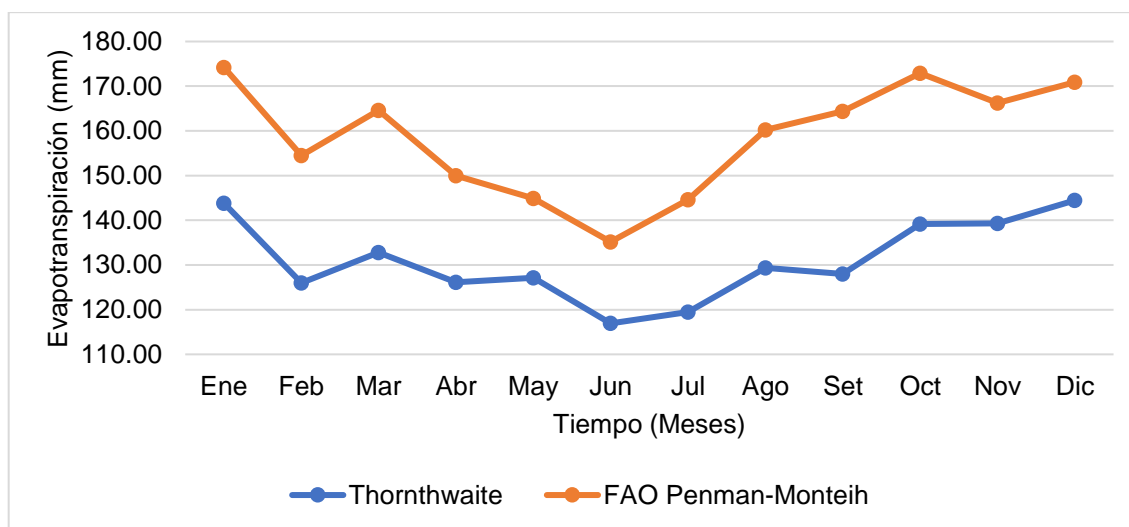
Temperatura media mensual de la microcuenca de la quebrada Yuracyacu.

La temperatura media de la microcuenca conserva un régimen constante respecto a sus valores mensuales, teniendo como rango de diferencia entre el mayor y menor registro un valor de 0.94 °C. Asimismo, en concordancia con lo mencionado por Chereque Morán (1984), se destaca la participación activa de este parámetro hidrometeorológico en cálculo de la evapotranspiración (p. 4).

La evapotranspiración media de la microcuenca se determinó promediando los valores obtenidos de cada método utilizado, los cuales se muestran en la Tabla 138.

Tabla 138*Evapotranspiración media de la microcuenca de la quebrada Yuracyacu*

Mes	Thornthwaite (mm)	FAO Penman-Monteith (mm)	Evapotranspiración media (mm)
Enero	143.82	174.22	159.02
Febrero	125.96	154.49	140.23
Marzo	132.78	164.61	148.70
Abril	126.14	149.98	138.06
Mayo	127.14	144.92	136.03
Junio	116.93	135.17	126.05
Julio	119.48	144.59	132.04
Agosto	129.32	160.25	144.79
Setiembre	128.01	164.36	146.19
Octubre	139.16	172.93	156.05
Noviembre	139.30	166.24	152.77
Diciembre	144.45	170.87	157.66
TOTAL	1,572.49	1,902.63	1,737.59

**Figura 51.**

Evapotranspiración media mensual de la microcuenca de la quebrada Yuracyacu.

Los valores obtenidos por cada método, a pesar de la notoria diferencia entre ellos, presentan un patrón de variación similar. Allen et al. (2006) menciona que el método FAO Penman-Monteith es el único recomendado para determinar la evapotranspiración (p. 7), sin embargo, la estimación de algún parámetro faltante puede generar una variación considerable respecto a su valor real.

4.5. Resultado del objetivo específico 5: Cuantificación de la oferta hídrica superficial

La oferta hídrica superficial de la microcuenca se deriva del procedimiento realizado en el acápite 3.3.5 y su valor se detalla en la Tabla 139.

Tabla 139*Oferta hídrica superficial en la microcuenca de la quebrada Yuracyacu*

Mes	Isoetas (mm)	ETo (mm)	Δ (mm)	ETR (mm)	Oferta hídrica (mm)	Oferta hídrica (hm³)
Enero	107.59	159.02	-51.43	107.59	0.00	0.0000
Febrero	123.40	140.23	-16.83	123.40	0.00	0.0000
Marzo	182.92	148.70	34.22	148.70	34.22	1.4669
Abril	171.10	138.06	33.04	138.06	33.04	1.4163
Mayo	111.90	136.03	-24.13	111.90	0.00	0.0000
Junio	84.40	126.05	-41.65	84.40	0.00	0.0000
Julio	73.60	132.04	-58.44	73.60	0.00	0.0000
Agosto	69.84	144.79	-74.95	69.84	0.00	0.0000
Setiembre	119.84	146.19	-26.35	119.84	0.00	0.0000
Octubre	155.02	156.05	-1.03	155.02	0.00	0.0000
Noviembre	153.08	152.77	0.31	152.77	0.31	0.0133
Diciembre	127.47	157.66	-30.19	127.47	0.00	0.0000
SUMA	1,480.16	1,737.59		1,412.59	67.57	2.8965

La Autoridad Nacional del Agua mediante R. J. N° 180-2016-ANA (2016, p. 168), precisa como componentes de la oferta hídrica a las fuentes superficiales y subterráneas, sin embargo, la presente investigación se centró únicamente en las fuentes superficiales.

4.6. Resultado del objetivo específico 6: Estimación de la demanda hídrica de uso poblacional

La demanda hídrica de uso poblacional de la microcuenca se obtuvo realizando el procedimiento descrito en el acápite 3.3.6 y su valor se muestra en la Tabla 140.

Tabla 140*Demanda hídrica de uso poblacional en la microcuenca de la quebrada Yuracyacu*

Mes	Demanda hídrica de uso poblacional (hm³)
Enero	0.0130
Febrero	0.0117
Marzo	0.0130
Abril	0.0125
Mayo	0.0130
Junio	0.0125
Julio	0.0130
Agosto	0.0130
Setiembre	0.0125
Octubre	0.0130
Noviembre	0.0125
Diciembre	0.0130
SUMA	0.1527

Los valores de dotación diaria de agua planteados por Vierendel (2009), facilitan la determinación de la demanda hídrica con el único criterio del clima de la zona (p. 42).

4.7. Resultado del objetivo específico 7: Determinación del balance hídrico de la microcuenca

El balance hídrico de la microcuenca se determinó comparando los valores de oferta y demanda, obtenidos previamente, y su valor se detalla en la Tabla 141.

Tabla 141

Balance hídrico de la microcuenca de la quebrada Yuracyacu

Mes	Oferta hídrica (hm ³)	Demanda hídrica (hm ³)	Disponibilidad hídrica (hm ³)
Enero	0.0000	0.0130	-0.0130
Febrero	0.0000	0.0117	-0.0117
Marzo	1.4669	0.0130	1.4539
Abril	1.4163	0.0125	1.4038
Mayo	0.0000	0.0130	-0.0130
Junio	0.0000	0.0125	-0.0125
Julio	0.0000	0.0130	-0.0130
Agosto	0.0000	0.0130	-0.0130
Setiembre	0.0000	0.0125	-0.0125
Octubre	0.0000	0.0130	-0.0130
Noviembre	0.0133	0.0125	0.0008
Diciembre	0.0000	0.0130	-0.0130
SUMA	2.8965	0.1527	2.7438

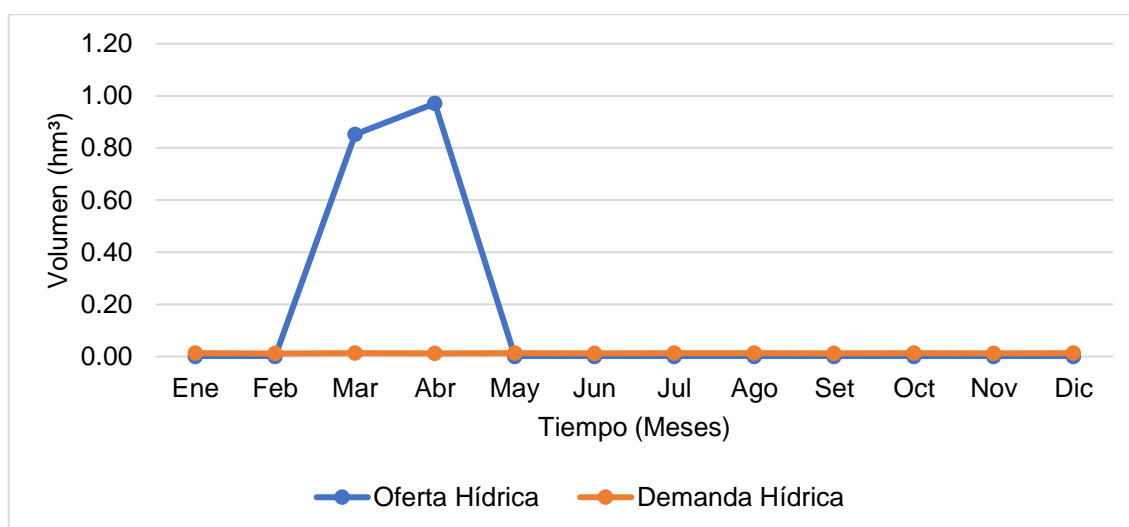


Figura 52.

Balance hídrico de la microcuenca de la quebrada Yuracyacu.

La microcuenca de la quebrada Yuracyacu tiene una disponibilidad hídrica de 2.7438 hm³/año, mientras que Flores Chiang (2018) determinó un valor de 4.86 hm³/año para una cuenca de menor área (p. 145), indicando la considerable diferencia de condiciones.

CONCLUSIONES

1. La microcuenca de la quebrada Yuracyacu tiene forma alargada e irregular, con relieve escarpado y mayor distribución de su superficie entre los 1,100 y 1,200 m s.n.m., con una capacidad de drenaje pobre y una respuesta hidrológica lenta.
2. La quebrada Yuracyacu es la principal fuente del recurso hídrico en el distrito de Agua Blanca, provincia de El Dorado, región San Martín. Asimismo, en función a la forma de su curva hipsométrica, se encuentra en fase de madurez.
3. El criterio de jerarquización de uso de ecuaciones de completación y/o extensión de datos, facilita la obtención de series de datos completados con mejores parámetros estadísticos que las series de datos primarios.
4. La eliminación de saltos significativos en una serie de datos busca que todos los valores acumulados de dicha serie pertenezcan a una misma recta de doble masa implicando un alto grado de correlación.
5. Las mayores precipitaciones se concentran en la parte alta de la microcuenca durante los meses de marzo a noviembre, mientras que para los meses de noviembre a febrero se concentran en la parte media de la microcuenca.
6. La mayor dispersión de precipitación se presenta en el mes de abril, siendo agosto el de menor dispersión. Asimismo, el mes con mayor registro de precipitación es marzo y el de menor registro es agosto.
7. Los valores mayores de temperatura media se distribuyen en la parte media - baja de la microcuenca durante todo el año, mientras que los valores menores se mantienen constantes en la parte alta. Del mismo modo, el mes más cálido es diciembre, mientras que el mes con menor temperatura media es julio.
8. Los valores de evapotranspiración obtenidos por el método FAO Penman-Monteith presentan menor dispersión en la superficie de la microcuenca, en comparación con los valores obtenidos por el método de Thornthwaite.
9. La oferta hídrica anual es mucho mayor que su correspondiente demanda hídrica por uso poblacional, sin embargo, sólo existe superávit hídrico en los meses de marzo, abril y setiembre, en los que la oferta supera ampliamente a la demanda.
10. El estudio hidrológico de la microcuenca de la quebrada Yuracyacu permite cuantificar la disponibilidad de los recursos hídricos superficiales presentes en la misma con la finalidad de planificar su aprovechamiento.

RECOMENDACIONES

1. Procurar la obtención de la mayor cantidad de información hidrometeorológica de las diversas variables intervinientes en el ciclo hidrológico, a fin de aplicar fórmulas que reflejen con mayor certeza el comportamiento de dichas variables.
2. Gestionar la instalación de dos estaciones hidrométricas, una en la parte alta y otra en la parte media de la microcuenca, para la obtención de registros de caudales y otros parámetros hidrométricos.
3. Regular la ocupación de territorio en la zona urbana mediante la aplicación del Plan de Desarrollo Urbano, planteado por la Municipalidad Distrital de Agua Blanca, de tal manera que se cuiden los recursos hídricos superficiales.
4. Formular planes de reforestación y/o recuperación de bosques con la finalidad de mitigar los efectos que produce el cambio climático en el ciclo hidrológico de la microcuenca.
5. Plantear acciones de almacenamiento del recurso hídrico a través de la formulación y construcción de las respectivas obras hidráulicas, para garantizar la disponibilidad hídrica en los meses de escasez.
6. Considerar al valor t de Student calculado como factor determinante para la jerarquización de uso de las ecuaciones de completación y/o extensión de datos para cualquier modelo de regresión.
7. Aplicar las pruebas estadísticas de Desviación Acumulativa y Prueba de razón de verosimilitud de Worsley para determinar con mayor exactitud los puntos de quiebre de las series de datos de cualquier variable hidrometeorológica.
8. Aplicar el criterio de rectas de doble masa en el análisis de saltos a cada posible par de periodos a analizar, a fin de determinar con certeza el periodo de datos a corregir y obtener una serie de datos con un alto grado de correlación.
9. Emplear un modelo de interpolación planteado mediante funciones cúbicas o de mayor sofisticación para la generación de isolíneas de una determinada variable hidrometeorológica, y obtener una distribución espacial más acorde con el comportamiento real de la variable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aliaga Araujo, S. V. (1983). *Hidrología: Tratamiento de datos hidrometeorológicos*.
- Allen, R. G.; Pereira, L. S.; Raes, D. y Smith, M. (2006). *Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. <https://www.fao.org/docrep/pdf/009/x0490s/x0490s.pdf>
- Aparicio Mijares, F. J. (1992). *Fundamentos de hidrología de superficie*. Editorial Limusa S. A. de C. V., Grupo Noriega Editores.
- Breña Puyol, A. F. y Jacobo Villa, M. A. (2006). *Principios y fundamentos de la hidrología superficial*. Universidad Autónoma Metropolitana. https://www.uamenlinea.uam.mx/materiales/licenciatura/hidrologia/principios_fundamentos/libro-PFHS-05.pdf
- Campoverde Salas, M. A. (2019). *Balance hídrico diario de la microcuenca hidrográfica del río Malacatos en la provincia de Loja* [Tesis de grado previa la obtención del título de Ingeniero en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, Universidad Nacional de Loja]. <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/22525>
- Chereque Morán, W. (1989). *Hidrología: Para estudiantes de ingeniería civil*. Pontificia Universidad Católica del Perú. <http://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/28689>
- Chiew F. y Siriwardena L. (2005). *Trend: Trend/change detection software - User Guide* [Trend: Software de detección de cambios/tendencias - Guía del usuario]. Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology. <https://toolkit.ewater.org.au/Tools/DownloadDocumentation.aspx?id=1000353>
- Chow, V. T.; Maidment, D. R. y Mays, L. W. (1994). *Hidrología aplicada* (Trad. J. G. Saldarriaga). McGraw-Hill Interamericana, S. A. (Trabajo original publicado en 1988).
- Flores Chiang, A. C. (2018). *Estudio hidrológico con fines de aprovechamiento hídrico en la Microcuenca del río Shilcayo, ubicado en el distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín - región San Martín* [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de San Martín]. <http://hdl.handle.net/11458/3219>
- Geldres de la Rosa, O. J. y Lau Guerra J. F. (2022). *Instalación y operación de estaciones - Manual Técnico: MT-DRD-001* (Versión 02). Servicio Nacional de

- Meteorología e Hidrología. Subdirección de Gestión de Redes de Observación. Dirección de Redes de Observación y Datos. <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/00711SENA-78.pdf>
- Grayson R. B.; Argent R. M.; Nathan R. J.; McMahon T. A. y Mein R. G. (1996). *Hydrological Recipes: Estimation techniques in Australian hydrology* [Recetas hidrológicas: Técnicas de estimación en hidrología australiana]. Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology.
- Ibáñez Asensio, S.; Moreno Ramón, H. y Gisbert Blanquer, J. M. (2011). *Morfología de las cuencas hidrográficas*. Universidad Politécnica de Valencia. <http://hdl.handle.net/10251/10782>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2018). Resultados definitivos de los Censos Nacionales 2017: San Martín: - Tomo I. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1573/22TOMO_01.pdf
- Linsley, R. K.; Kohler, M. A. y Paulus J. L. H. (1977). *Hidrología para ingenieros* (Trad. A. Deeb, J. I. Ordóñez, F. Castrillón). Editorial McGraw-Hill Latinoamericana S. A. (Trabajo original publicado en 1975).
- Linsley, R. K. y Franzini, J. B. (1967). *Ingeniería de los recursos hidráulicos* (Trad. G. A. Fernández de Lara). Compañía Editorial Continental S. A. (Trabajo original publicado en 1964).
- Madrid Soto, A. G. y Ortiz López L. M. (2005). *Análisis y síntesis en cartografía: algunos procedimientos*. Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/2864>
- Ministerio de Agricultura. Autoridad Nacional del Agua. Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos (2012). *Delimitación y codificación de unidades hidrográficas del Perú: Memoria descriptiva*. <https://hdl.handle.net/20.500.12543/597>
- Ministerio de Agricultura y Riego. Autoridad Nacional del Agua. Dirección de Calidad y Evaluación de los Recursos Hídricos (2019a). *Estudio hidrológico de la unidad hidrográfica de Tambo - Volumen I: Informe principal*. <https://hdl.handle.net/20.500.12543/4703>
- Ministerio de Agricultura y Riego. Autoridad Nacional del Agua. Dirección de Calidad y Evaluación de los Recursos Hídricos (2019b). *Estudio hidrológico de la unidad*

hidrográfica del río Ramis - Memoria final: Volumen I.
<https://hdl.handle.net/20.500.12543/4716>

Monsalve Sáenz, G. (1999). *Hidrología en la ingeniería*. Alfaomega Grupo Editor S. A. de C. V.

Ordoñez Gálvez, J. J. (2011a). *Cartilla Técnica: Qué es una cuenca hidrológica*. Sociedad Geográfica de Lima. Foro Peruano para el agua - GWP Perú.
https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/cuenca_hidrologica.pdf

Ordoñez Gálvez, J. J. (2011b). *Cartilla Técnica: Balance hídrico superficial*. Sociedad Geográfica de Lima. Foro Peruano para el agua - GWP Perú.
https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/balance_hidrico.pdf

Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2009). *Guía para la descripción de suelos*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. <https://www.fao.org/3/a0541s/a0541s.pdf>

. Editorial McGraw-Hill Latinoamericana S. A. (Trabajo original publicado en 1975).

Pezo Ruíz, J. (2021). *Estudio hidrológico con fines de aprovechamiento hídrico en la microcuenca de la quebrada Shupishiña, ubicado en el distrito de Cacatachi, provincia de San Martín, región San Martín* [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de San Martín].
<http://hdl.handle.net/11458/4231>

Remenieras, G. (1971). *Tratado de hidrología aplicada* (Primera edición española, traducida de la segunda edición francesa). Editores Técnicos Asociados S. A.

Resolución Jefatural N° 151-2020-ANA [Autoridad Nacional del Agua]. Que aprueba el documento denominado "Glosario de Términos de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento aprobado mediante Decreto Supremo N° 001-2010-AG". 01 de octubre del 2020.
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1410225/RJ%20151-2020-ANA.pdf>

Resolución Jefatural N° 180-2016-ANA [Autoridad Nacional del Agua]. Que oficializa el documento denominado "Glosario de Términos sobre Recursos Hídricos". 07 de julio del 2016. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/655992/-108228476064572240220200426-24009-fdfilrr.pdf>

Sánchez Vélez, A. S.; García Núñez, R. M. y Palma Trujillano A. (2003). *La cuenca hidrográfica: unidad básica de planeación y manejo de recursos naturales*.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

<https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Cecadesu/Libros/202466.pdf>

Zhicay Lombaida, J. I. (2020). *Caracterización morfométrica y estudio hidrológico de la microcuenca del río San Francisco, Cantón Gualaceo* [Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Ambiental, Universidad Politécnica Salesiana]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18364>

Vierendel (2009). *Abastecimiento de agua y alcantarillado* (4ta edición).

Villón Béjar, M. (2002). *Hidrología*. Editorial Villón.

Villón Béjar, M. (2005). *Hidrología estadística*. Editorial Villón.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN		METODOLOGÍA
			VARIABLES	INDICADORES	
<p>Formulación del problema de investigación:</p> <p>¿El estudio hidrológico de la microcuenca de la quebrada Yuracyacu permitirá cuantificar la disponibilidad de los recursos hídricos superficiales con la finalidad de planificar su aprovechamiento?</p>	<p>Objetivo general: Cuantificar la disponibilidad de los recursos hídricos superficiales de la microcuenca de la quebrada Yuracyacu con la finalidad de planificar su aprovechamiento.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar, delimitar y caracterizar la microcuenca de la quebrada Yuracyacu. • Completar la información de los datos hidrometeorológicos faltantes. • Analizar la consistencia de los datos hidrometeorológicos. • Evaluar el comportamiento espacial y temporal de los parámetros hidrometeorológicos. • Cuantificar la oferta hídrica superficial. • Estimar la demanda hídrica de uso poblacional. • Determinar el balance hídrico de la microcuenca de la quebrada Yuracyacu. 	<p>Hipótesis de investigación:</p> <p>El estudio hidrológico de la microcuenca de la quebrada Yuracyacu permitirá cuantificar la disponibilidad de los recursos hídricos superficiales con la finalidad de planificar su aprovechamiento.</p>	<p>Variable Independiente:</p> <p>Parámetros hidrometeorológicos.</p> <p>Variable Dependiente:</p> <p>Caudales medios mensuales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Precipitación total mensual, medida en milímetros (mm). • Temperatura media mensual, medida en grados centígrados (°C). • Temperatura máxima promedio mensual, medida en grados centígrados (°C). • Temperatura mínima promedio mensual, medida en grados centígrados (°C). • Velocidad del viento promedio mensual, medida en metros por segundo (m/s). • Evapotranspiración mensual, medida en milímetros (mm). • Oferta hídrica mensual, medida en hectómetros cúbicos (hm³). • Demanda hídrica mensual, medida en hectómetros cúbicos (hm³). 	<p>Tipo de investigación: Aplicada.</p> <p>Nivel de investigación: Descriptivo.</p> <p>Diseño de investigación: No experimental.</p> <p>Población Registro histórico de los datos hidrometeorológicos hasta el año 2021 de las estaciones próximas o dentro del ámbito de la microcuenca de la quebrada Yuracyacu.</p> <p>Muestra Periodo de registro equivalente a 20 años (2002-2021) de datos hidrometeorológicos de las estaciones próximas o dentro del ámbito de la microcuenca de la quebrada Yuracyacu.</p>

Anexo 2. Declaratoria de autenticidad del investigador**DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL INVESTIGADOR**

Yo, **Edwin Naesmith González Inga**, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, identificado con DNI N° 70925378, autor de la tesis intitulada: **“Estudio hidrológico en la microcuenca de la quebrada Yuracyacu, distrito Agua Blanca, provincia El Dorado, región San Martín”**.

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda información que contiene la tesis no ha sido plagiada.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 06 de diciembre del 2023.



Edwin Naesmith González Inga

DNI N° 70925378



Anexo 3. Declaratoria de autenticidad del asesor**DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR**

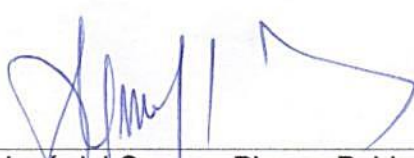
Yo, **Ing. Dr. José del Carmen Pizarro Baldera**, docente Asociado de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, identificado con DNI N° 00868981, asesor de la tesis intitulada: **“Estudio hidrológico en la microcuenca de la quebrada Yuracyacu, distrito Agua Blanca, provincia El Dorado, región San Martín”**.

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada por mi asesorado es de su autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda información que contiene la tesis no ha sido plagiada.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

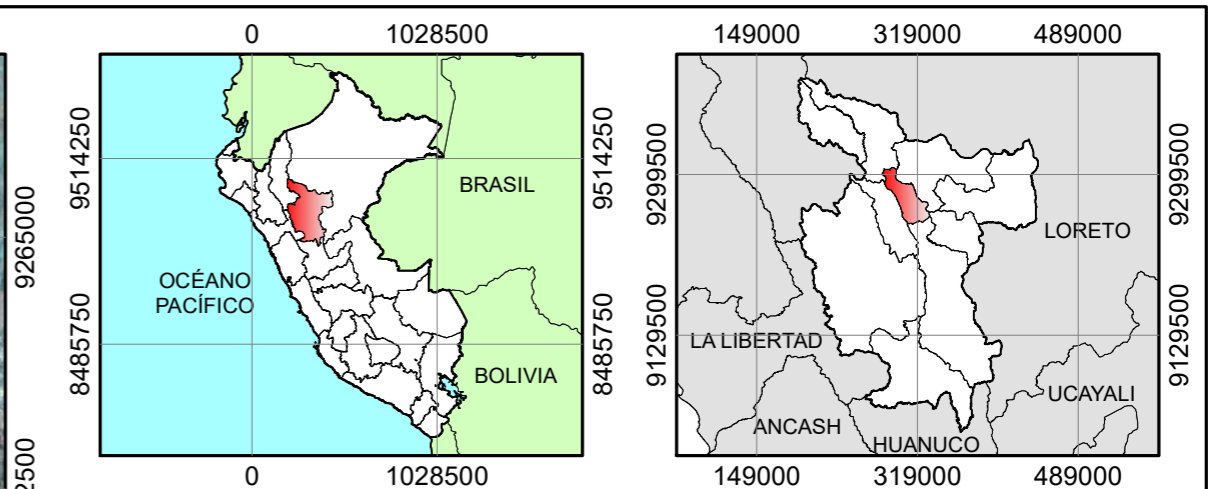
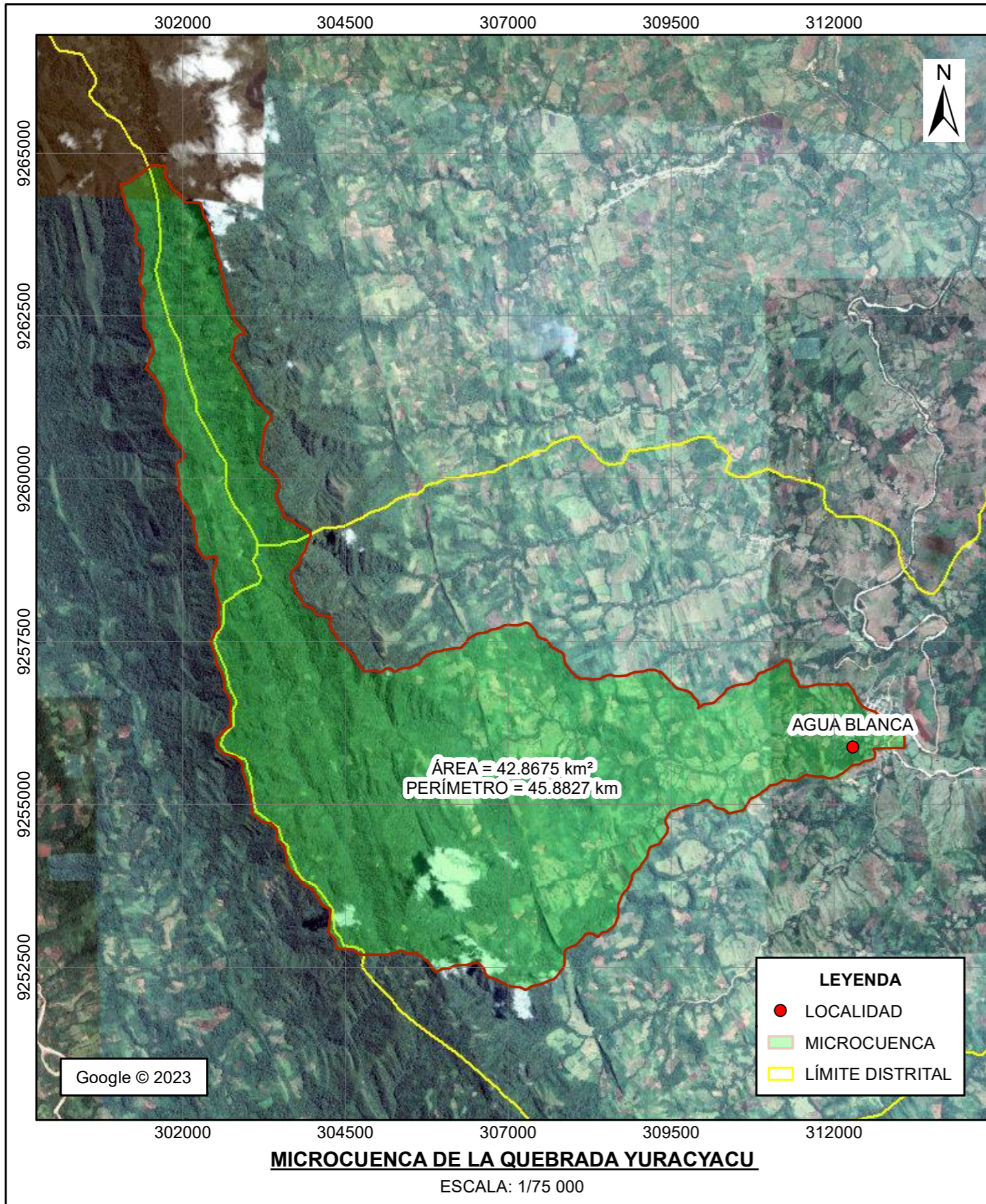
Tarapoto, 06 de diciembre del 2023.


Ing. Dr. José del Carmen Pizarro Baldera

DNI N°00868981

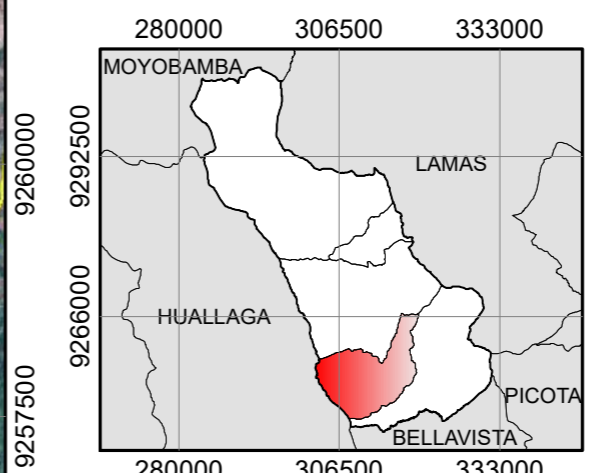


Anexo 4. Planos

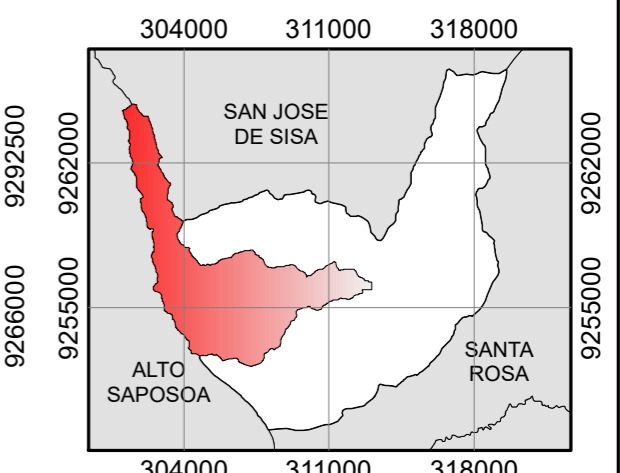


MAPA DEL PERÚ
ESCALA: 1/42 000 000

REGIÓN SAN MARTÍN
ESCALA: 1/8 000 000

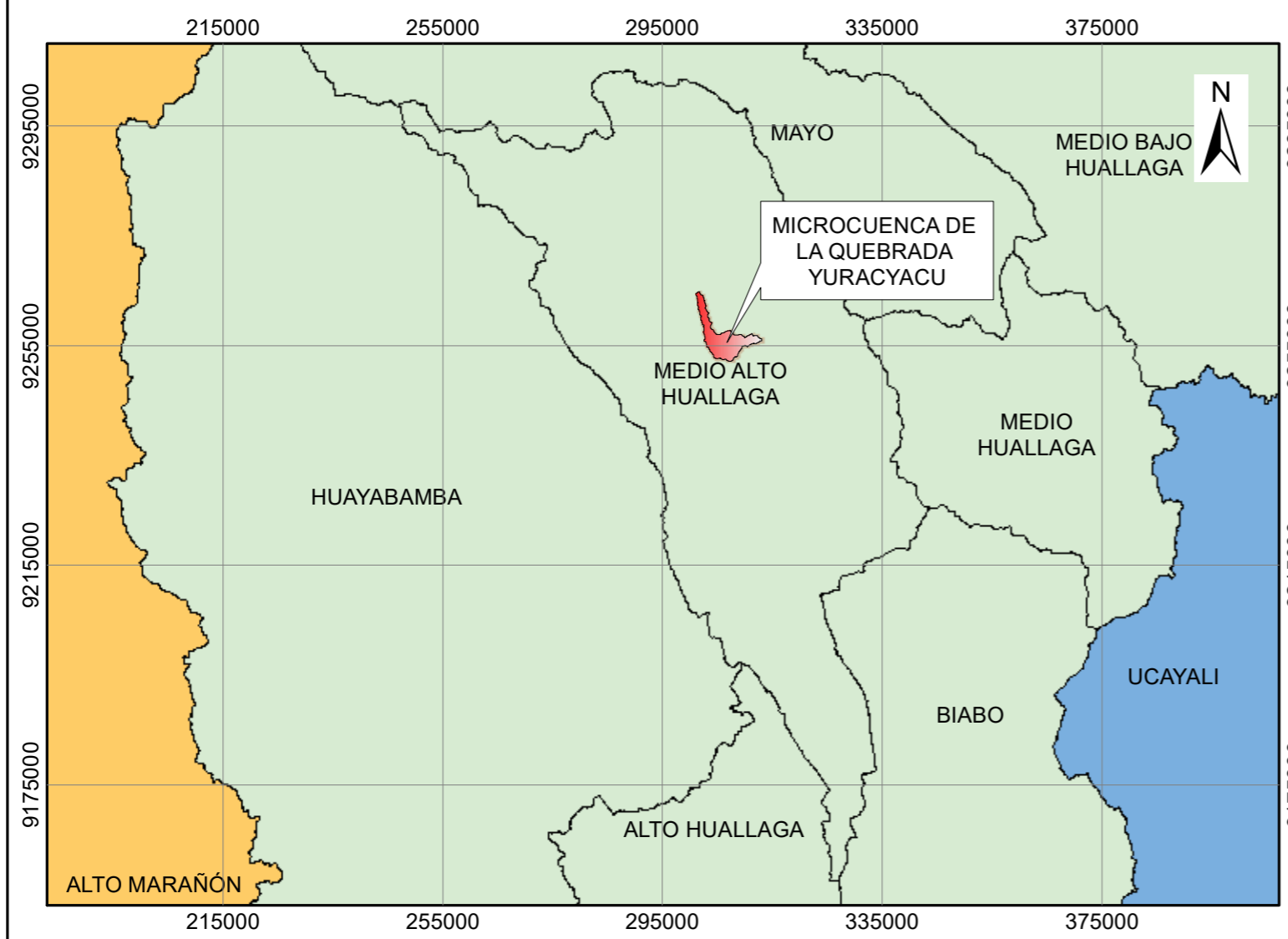


PROVINCIA EL DORADO
ESCALA: 1/1 250 000



DISTRITO AGUA BLANCA
ESCALA: 1/365 000

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
TESIS:			
ESTUDIO HIDROLÓGICO EN LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA YURACYACU, DISTRITO AGUA BLANCA, PROVINCIA EL DORADO, REGIÓN SAN MARTÍN			
PLANO:		CÓDIGO:	
MICROCUENCA HIDROGRÁFICA QUEBRADA YURACYACU		MH-01	01 12
REGIÓN:	PROVINCIA:	DISTRITO:	PROYECCIÓN:
SAN MARTÍN	EL DORADO	AGUA BLANCA	UTM 18S WGS 1984
ASESOR:			FECHA:
ING. DR. JOSÉ DEL CARMEN PIZARRO BALDERA			DICIEMBRE 2023
AUTOR:			
BACH. EDWIN NAESMITH GONZÁLEZ INGA			

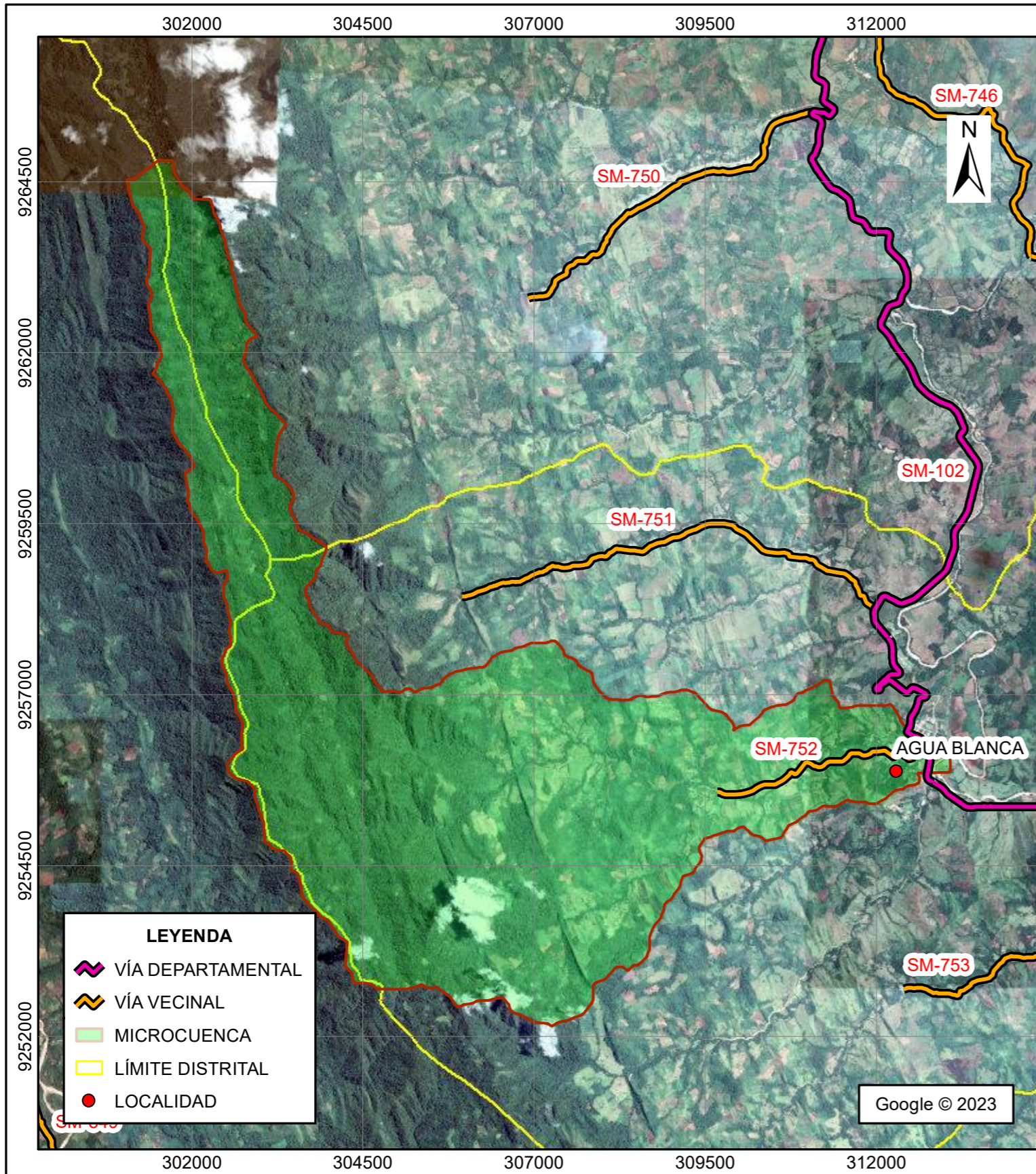


INTERCUENCA MEDIO ALTO HUALLAGA - MICROCUENCA DE LA QUEBRADA YURACYACU
 ESCALA: 1/1 150 000



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
TESIS: ESTUDIO HIDROLÓGICO EN LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA YURACYACU, DISTRITO AGUA BLANCA, PROVINCIA EL DORADO, REGIÓN SAN MARTÍN					
PLANO: UBICACIÓN HIDROGRÁFICA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA YURACYACU		CÓDIGO: UH-01	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">02</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">12</td> </tr> </table>	02	12
02					
12					
REGIÓN: SAN MARTÍN	PROVINCIA: EL DORADO	DISTRITO: AGUA BLANCA	PROYECCIÓN: UTM 18S WGS 1984		
ASESOR: ING. DR. JOSÉ DEL CARMEN PIZARRO BALDERA			FECHA: DICIEMBRE 2023		
AUTOR: BACH. EDWIN NAESMITH GONZÁLEZ INGA					

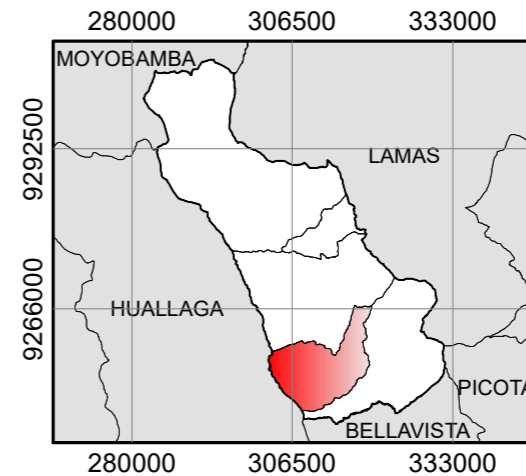
*Fuente shapefiles: https://geoservidorperu.minam.gob.pe/geoservidor/archivos/download/CUENCAS_HIDROGRAFICAS.rar



RED VIAL - MICROCUENCA DE LA QUEBRADA YURACYACU

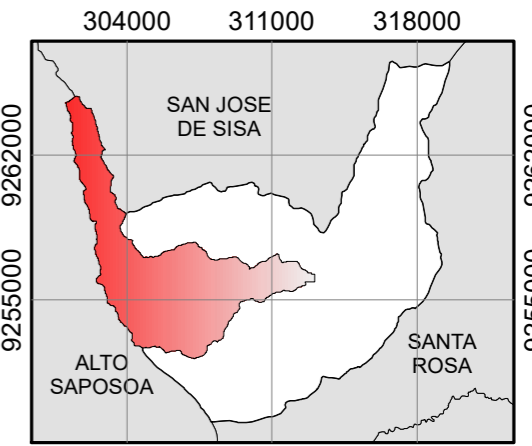
ESCALA: 1/75 000

*Fuente shapefiles: <https://portal.mtc.gob.pe/estadisticas/descarga.html>



PROVINCIA EL DORADO

ESCALA: 1/1 250 000



DISTRITO AGUA BLANCA

ESCALA: 1/365 000

CÓDIGO DE RUTA	TRAYECTO
SM - 102	EMP. PE-5N (DV. CUÑUMBUQUE) - CUÑUMBUQUE - SAN JOSÉ DE SISA - AGUA BLANCA - SAN PABLO - EMP. PE-5N (DV. BELLAVISTA)
SM - 746	EMP. SM-102 (SAN JOSÉ DE SISA) - PTE. SISA - TANGARANA - SHUCUSH - MINERVA - SANTA ELENA - LA VICTORIA - MARAY - CHAQUISCARARCA
SM - 750	EMP. SM-102 - CÉSAR VALLEJO - MIRAFLORES NAUTA - NAUTA - MISHQUIYACU
SM - 751	EMP. SM-102 - AZANGIHUA - CASCADA INKAWASI
SM - 752	EMP. SM-102 (AGUA BLANCA) - PTA. CARRETERA
SM - 753	EMP. SM-102 - BAJO ALGARROBO - ALTO ALGARROBO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



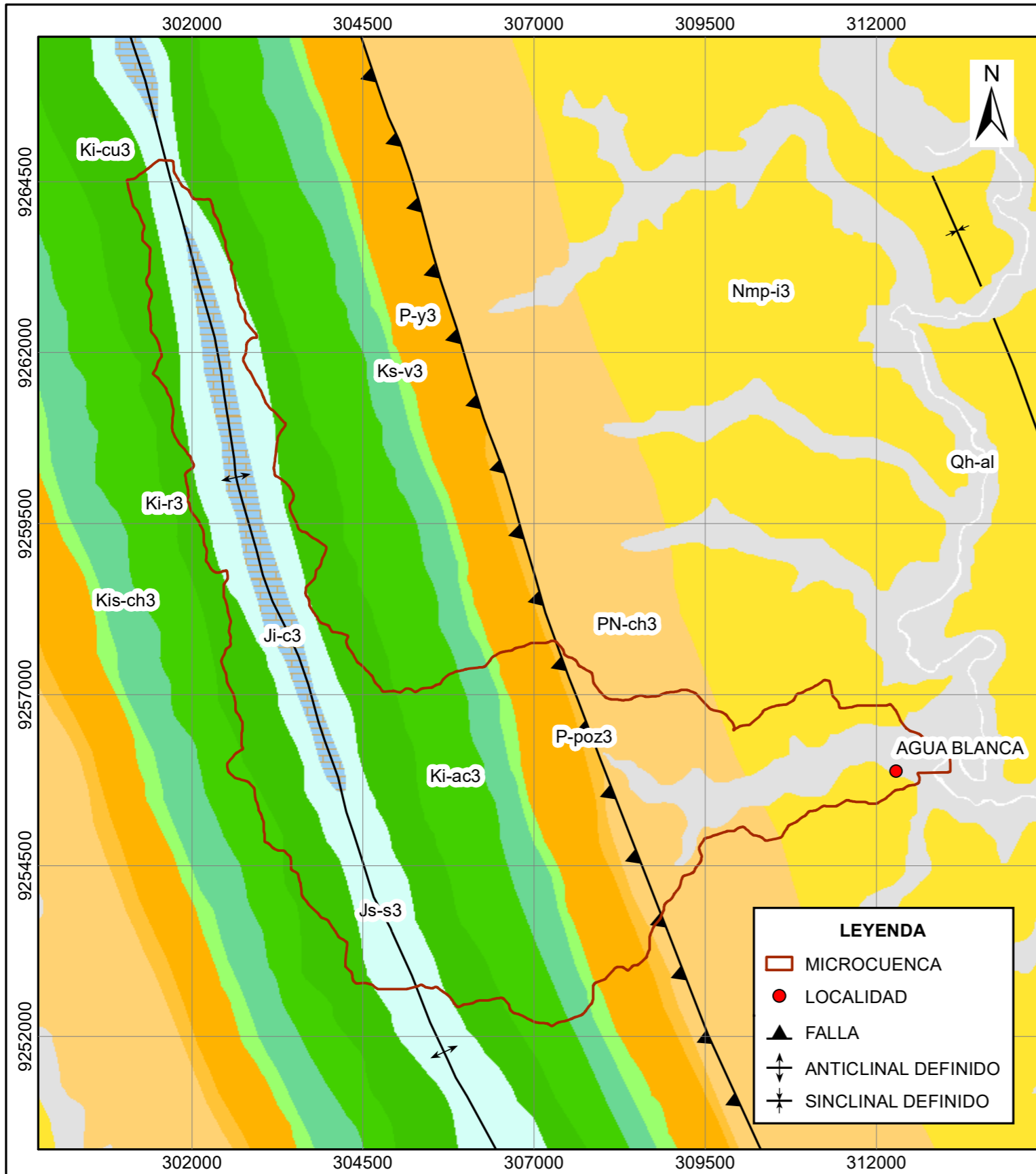
TESIS: ESTUDIO HIDROLÓGICO EN LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA YURACYACU, DISTRITO AGUA BLANCA, PROVINCIA EL DORADO, REGIÓN SAN MARTÍN

PLANO:	MAPA VIAL	CÓDIGO:	03
	MICROCUENCA DE LA QUEBRADA YURACYACU	MV-01	12

REGIÓN:	PROVINCIA:	DISTRITO:	PROYECCIÓN:
SAN MARTÍN	EL DORADO	AGUA BLANCA	UTM 18S WGS 1984

ASESOR:	FECHA:
ING. DR. JOSÉ DEL CARMEN PIZARRO BALDERA	DICIEMBRE 2023

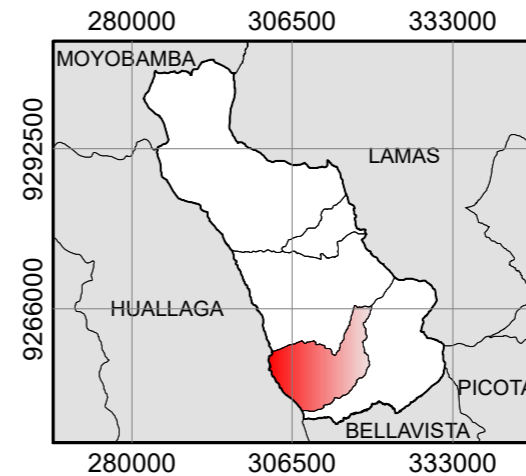
AUTOR: BACH. EDWIN NAESMITH GONZÁLEZ INGA



GEOLOGÍA - MICROCUENCA DE LA QUEBRADA YURACYACU

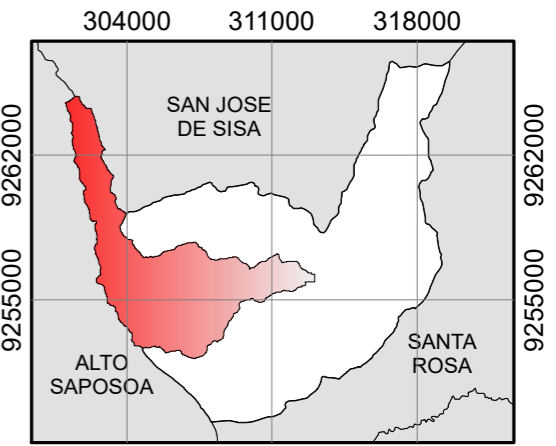
ESCALA: 1/75 000

*Fuente shapefiles: <http://catalogo.geoidep.gob.pe:8080/metadata/srv/api/records/4e8dab31-a91b-4566-9c58-2afbe0df390b>



PROVINCIA EL DORADO

ESCALA: 1/1 250 000



DISTRITO AGUA BLANCA

ESCALA: 1/365 000

SÍMBOLO	UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA
Qh-al	DEPÓSITO ALUVIAL
Ks-v3	FORMACIÓN VIVIAN
Kis-ch3	FORMACIÓN CHONTA
Ki-ac3	GRUPO ORIENTE - FORMACIÓN AGUA CALIENTE
Ki-cu3	GRUPO ORIENTE - FORMACIÓN CUSHABATAY
Ki-r3	GRUPO ORIENTE - FORMACIÓN RAYA
Ji-c3	GRUPO PUCARÁ - FORMACIÓN CONDORSINGA
Js-s3	FORMACIÓN SARAYAQUILLO
Nmp-i3	FORMACIÓN IPURURO
PN-ch3	FORMACIÓN CHAMBIRA
P-poz3	FORMACIÓN POZO
P-y3	FORMACIÓN YAHUARANGO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



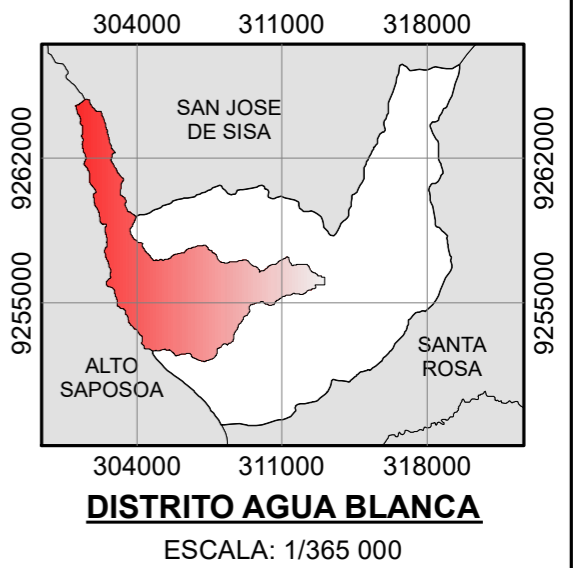
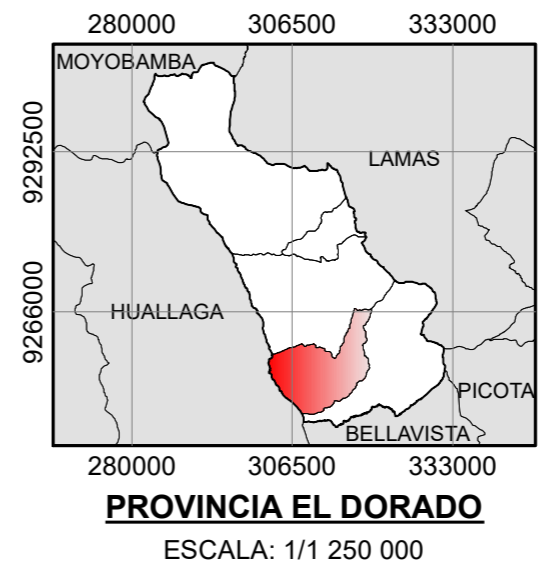
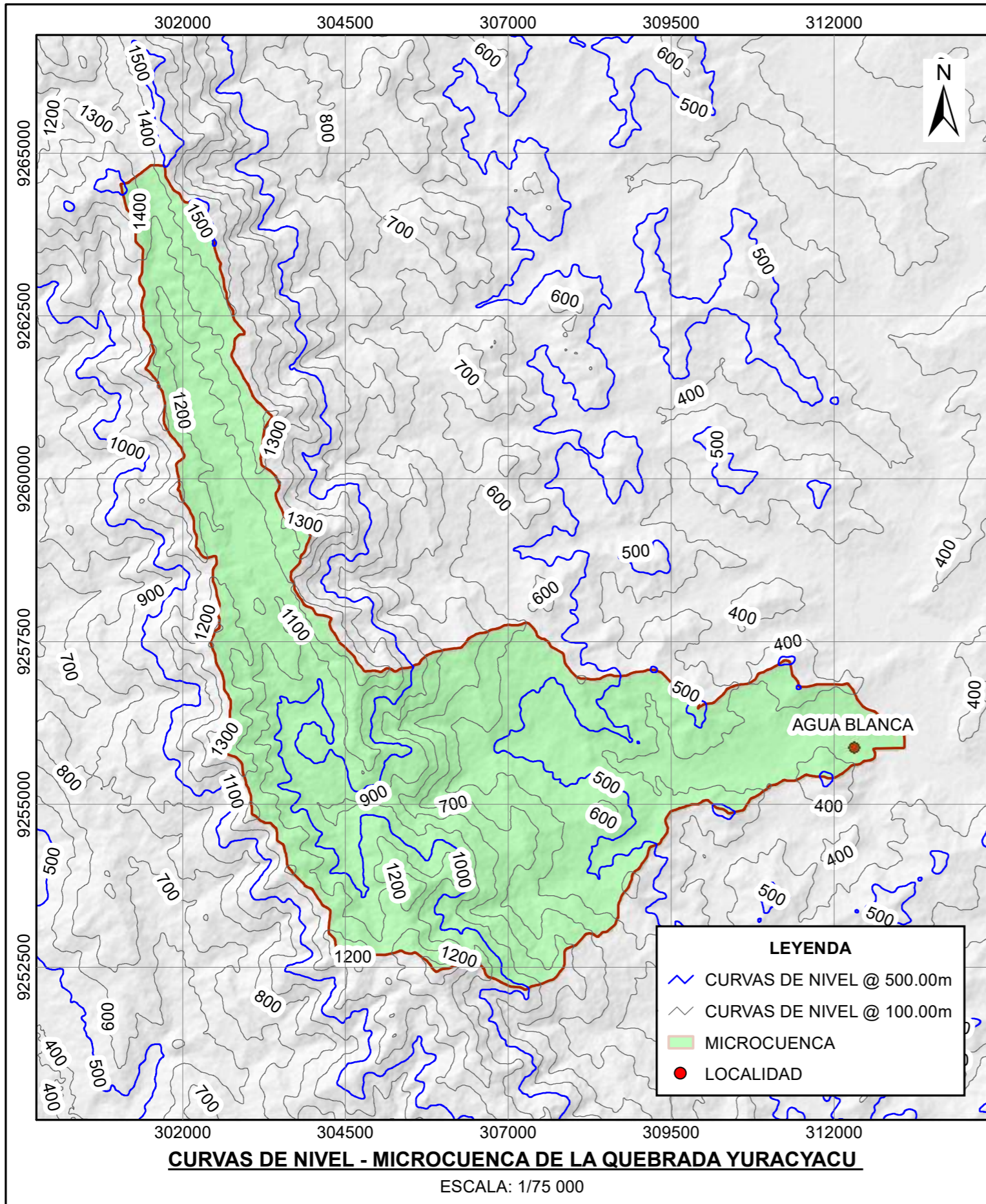
TESIS: ESTUDIO HIDROLÓGICO EN LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA YURACYACU, DISTRITO AGUA BLANCA, PROVINCIA EL DORADO, REGIÓN SAN MARTÍN

PLANO:	MAPA GEOLÓGICO	CÓDIGO:	04
	MICROCUENCA DE LA QUEBRADA YURACYACU	MG-01	12

REGIÓN:	PROVINCIA:	DISTRITO:	PROYECCIÓN:
SAN MARTÍN	EL DORADO	AGUA BLANCA	UTM 18S WGS 1984

ASESOR:	FECHA:
ING. DR. JOSÉ DEL CARMEN PIZARRO BALDERA	DICIEMBRE 2023

AUTOR: BACH. EDWIN NAESMITH GONZÁLEZ INGA



CURVAS DE NIVEL (m s.n.m.)	ÁREA ENTRE CURVAS (km ²)	LONGITUD TOTAL DE CURVA MAYOR (km)
305.00 - 400.00	3.8267	12.9458
400.00 - 500.00	5.1021	13.7058
500.00 - 600.00	4.5295	11.1122
600.00 - 700.00	2.9877	10.3709
700.00 - 800.00	2.3928	9.3617
800.00 - 900.00	1.9440	11.5601
900.00 - 1000.00	3.4816	20.1091
1000.00 - 1100.00	4.1845	23.0568
1100.00 - 1200.00	7.0816	25.8519
1200.00 - 1300.00	4.7180	10.3964
1300.00 - 1400.00	1.9342	4.2212
1400.00 - 1500.00	0.6261	1.0346
1500.00 - 1551.00	0.0587	-----
TOTAL	42.8675	153.7265



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

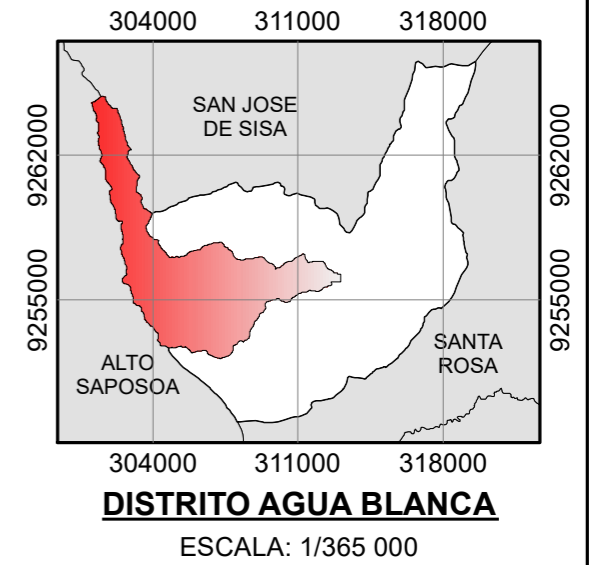
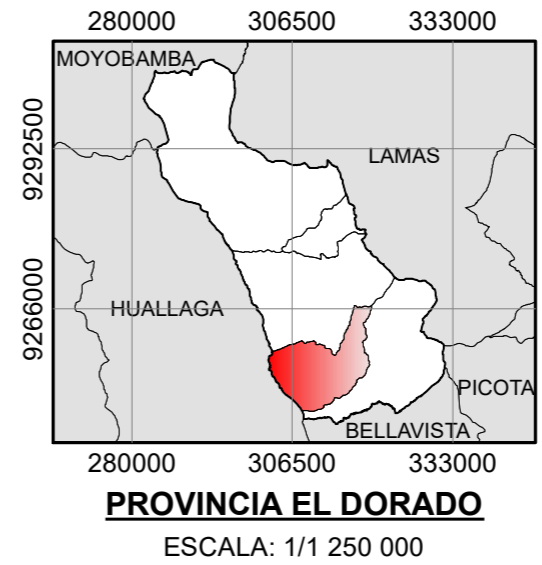
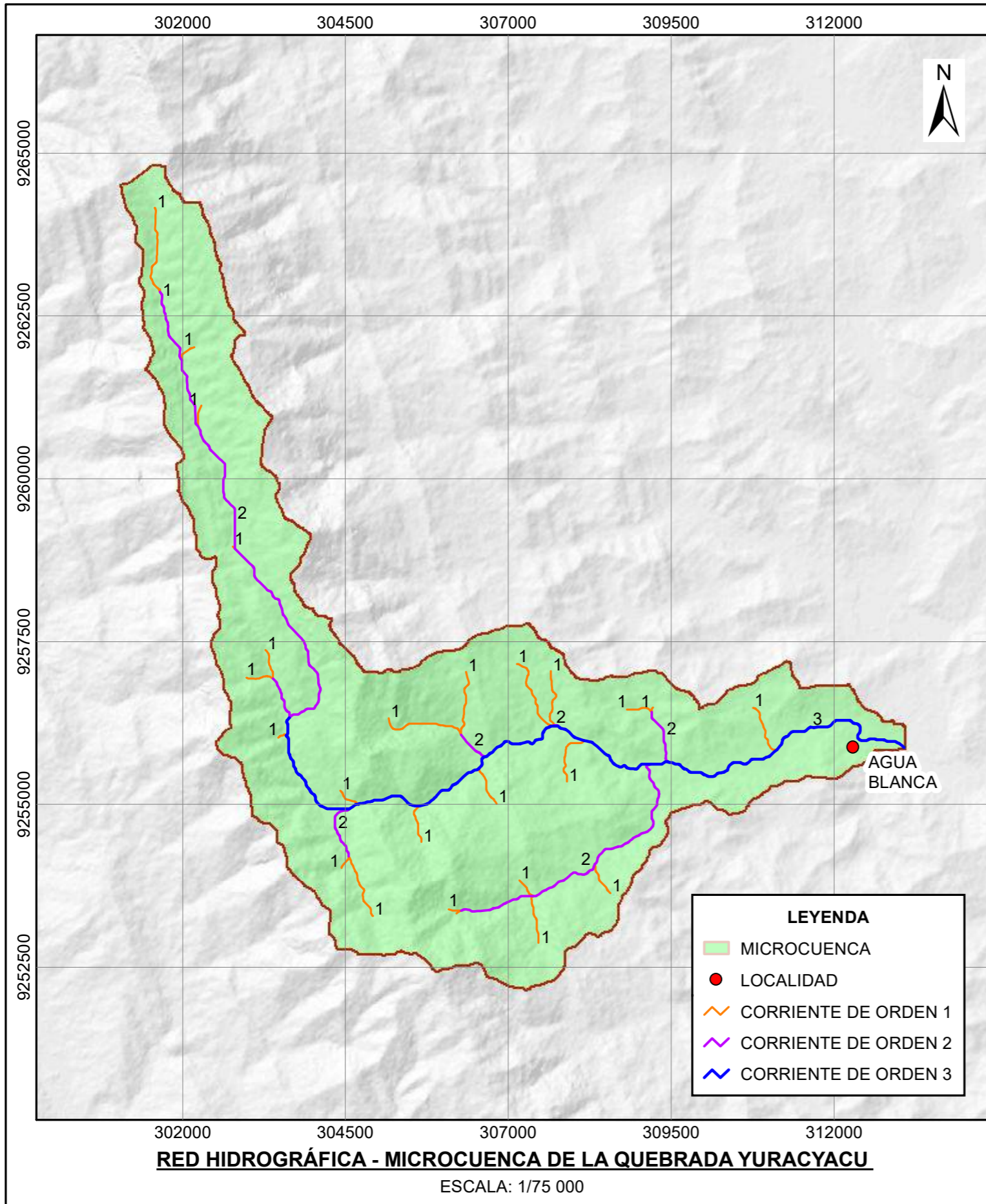


TESIS: ESTUDIO HIDROLÓGICO EN LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA YURACYACU, DISTRITO AGUA BLANCA, PROVINCIA EL DORADO, REGIÓN SAN MARTÍN

PLANO:	MAPA TOPOGRÁFICO CURVAS DE NIVEL	CÓDIGO:	05 12
REGIÓN:	PROVINCIA:	DISTRITO:	PROYECCIÓN:
SAN MARTÍN	EL DORADO	AGUA BLANCA	UTM 18S WGS 1984

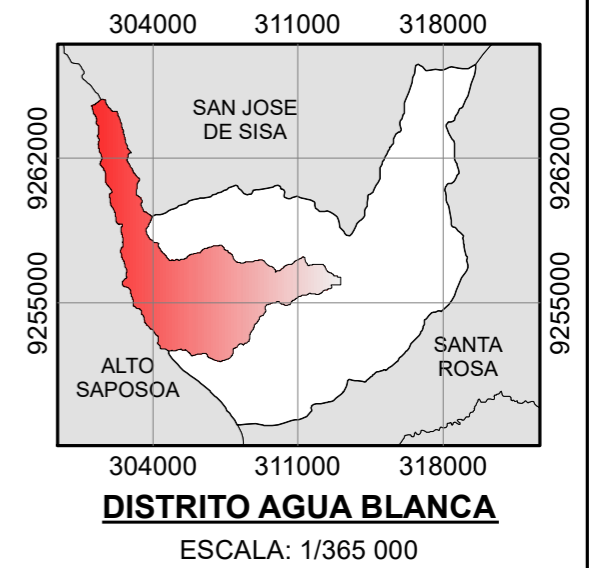
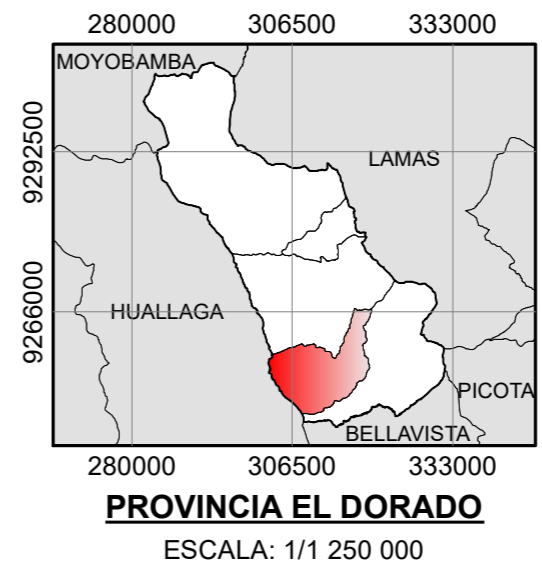
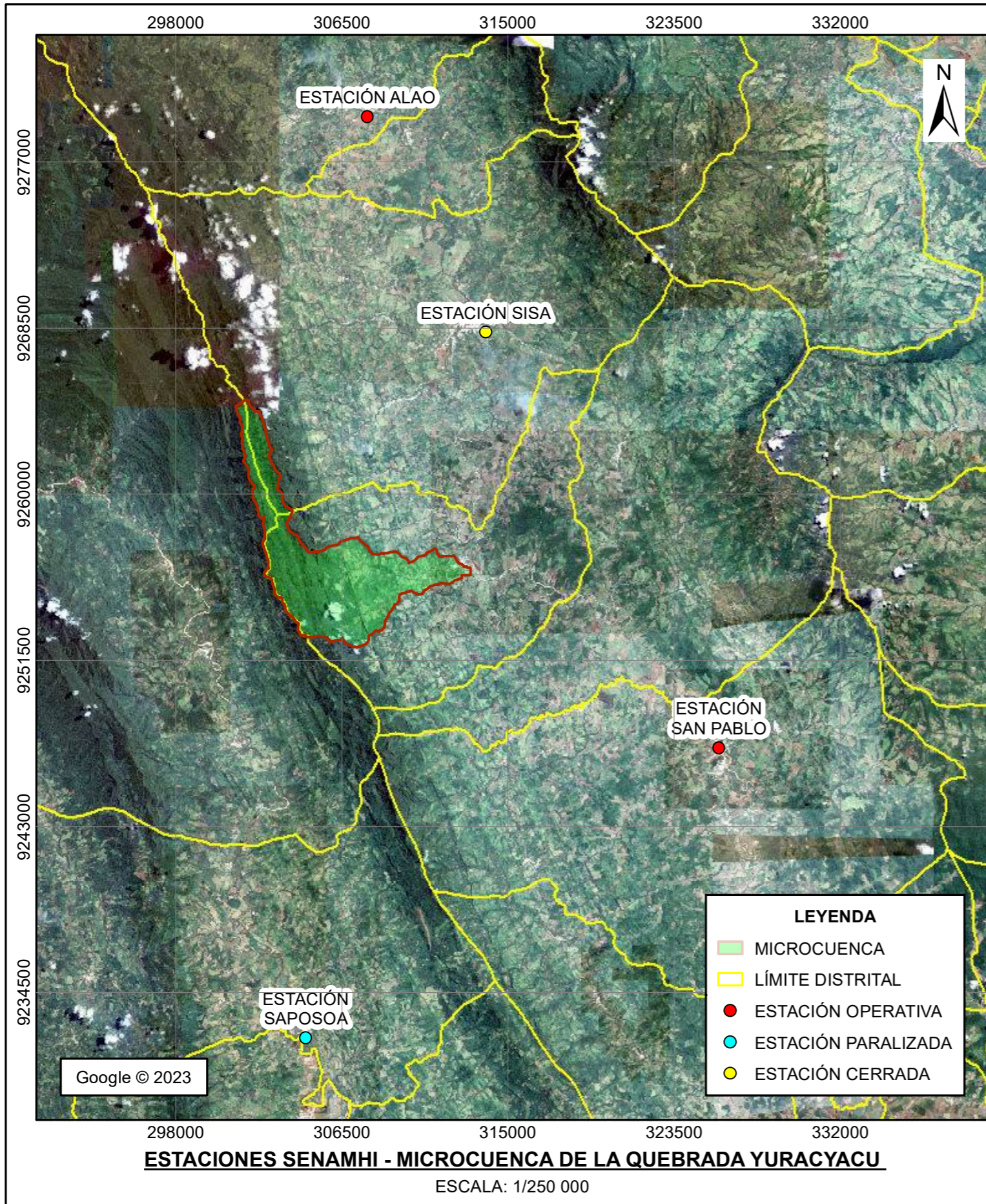
ASESOR:	FECHA:
ING. DR. JOSÉ DEL CARMEN PIZARRO BALDERA	DICIEMBRE 2023

AUTOR: BACH. EDWIN NAESMITH GONZÁLEZ INGA




ORDEN DE CORRIENTES	NÚMERO DE CORRIENTES	LONGITUD DE CORRIENTES (km)
ORDEN 1	26	14.7234
ORDEN 2	7	15.3890
ORDEN 3	1	12.2861


 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>			
<p>TESIS: ESTUDIO HIDROLÓGICO EN LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA YURACYACU, DISTRITO AGUA BLANCA, PROVINCIA EL DORADO, REGIÓN SAN MARTÍN</p>			
<p>PLANO: RED HIDROGRÁFICA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA YURACYACU</p>		<p>CÓDIGO: RH-01 06/12</p>	
<p>REGIÓN: SAN MARTÍN</p>	<p>PROVINCIA: EL DORADO</p>	<p>DISTRITO: AGUA BLANCA</p>	<p>PROYECCIÓN: UTM 18S WGS 1984</p>
<p>ASESOR: ING. DR. JOSÉ DEL CARMEN PIZARRO BALDERA</p>			<p>FECHA: DICIEMBRE 2023</p>
<p>AUTOR: BACH. EDWIN NAESMITH GONZÁLEZ INGA</p>			



ESTACIÓN	TIPO	COORDENADAS UTM 18S WGS 1984		
		X (m)	Y (m)	ALTITUD (m s.n.m.)
ALAO	CONVENCIONAL - METEOROLÓGICA	307,810.46	9,279,313.65	420.00
SAN PABLO	CONVENCIONAL - METEOROLÓGICA	325,810.44	9,247,019.87	270.00
SAPOSOA	CONVENCIONAL - METEOROLÓGICA	304,643.57	9,232,173.36	307.00
SISA	CONVENCIONAL - METEOROLÓGICA	313,869.66	9,268,281.07	381.00

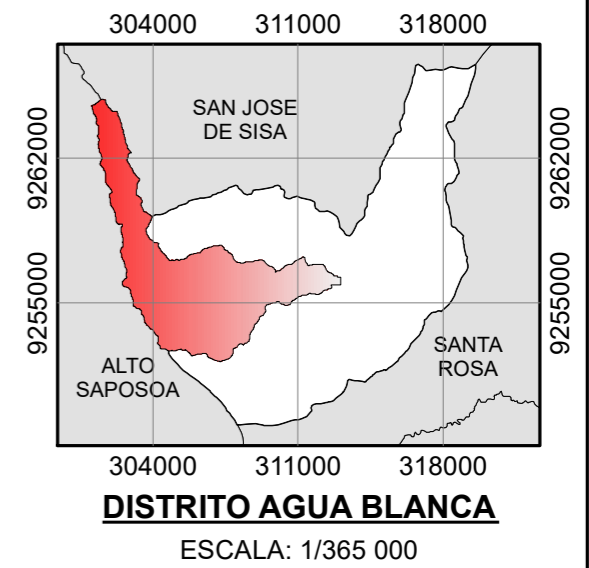
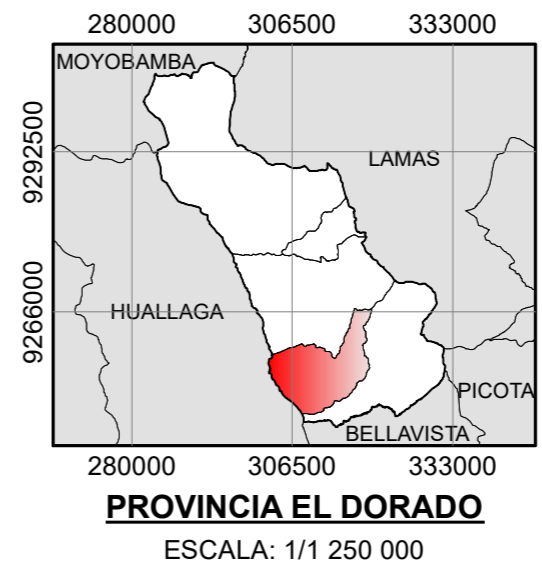
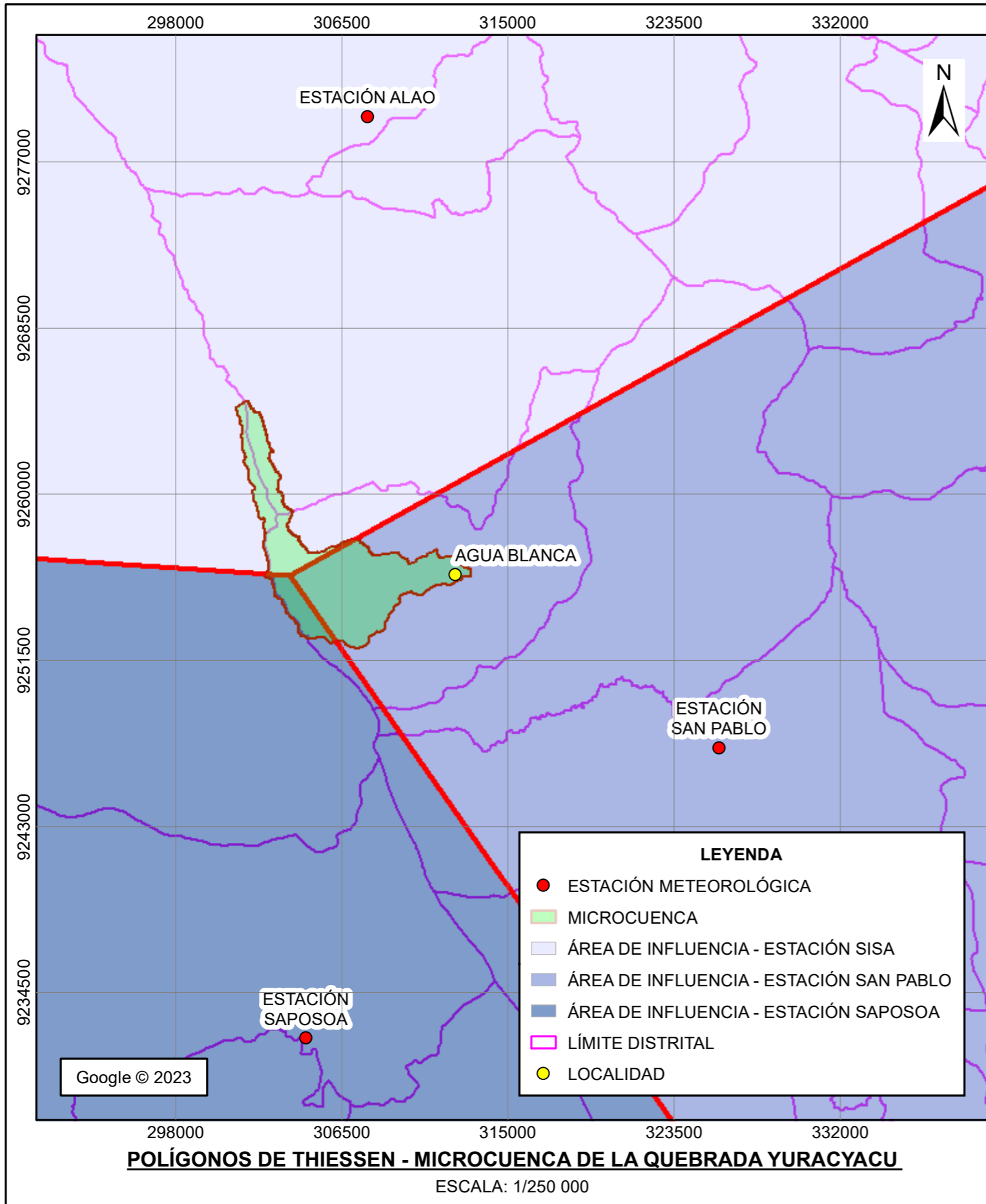


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL




TESIS: ESTUDIO HIDROLÓGICO EN LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA YURACYACU, DISTRITO AGUA BLANCA, PROVINCIA EL DORADO, REGIÓN SAN MARTÍN


PLANO: MAPA DE ESTACIONES - SENAMHI MICROCUENCA DE LA QUEBRADA YURACYACU	CÓDIGO: ME-01	07 12
REGIÓN: SAN MARTÍN	PROVINCIA: EL DORADO	DISTRITO: AGUA BLANCA
ASESOR: ING. DR. JOSÉ DEL CARMEN PIZARRO BALDERA		FECHA: DICIEMBRE 2023
AUTOR: BACH. EDWIN NAESMITH GONZÁLEZ INGA		



ESTACIÓN	ÁREA DE INFLUENCIA (km ²)
ALAO	13.2805
SAN PABLO	25.1264
SAPOSOA	4.4606
TOTAL	42.8675



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



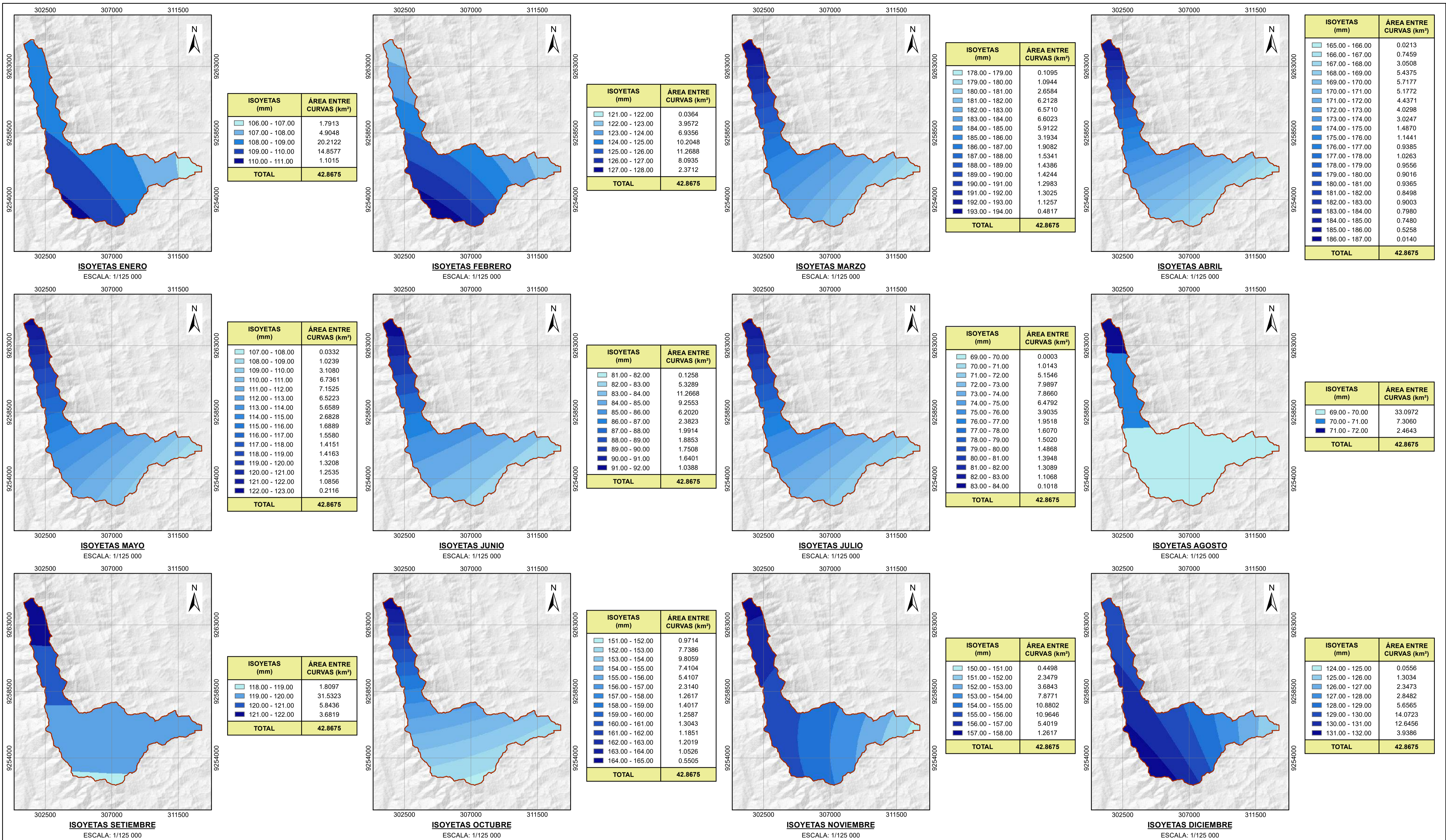
TESIS: ESTUDIO HIDROLÓGICO EN LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA YURACYACU, DISTRITO AGUA BLANCA, PROVINCIA EL DORADO, REGIÓN SAN MARTÍN

PLANO: POLÍGONOS DE THIESSEN MICROCUENCA DE LA QUEBRADA YURACYACU	CÓDIGO: PT-01	08 12
-----------------------------------------------------------------------------	----------------------	----------

REGIÓN: SAN MARTÍN	PROVINCIA: EL DORADO	DISTRITO: AGUA BLANCA	PROYECCIÓN: UTM 18S WGS 1984
---------------------------	-----------------------------	------------------------------	-------------------------------------

ASESOR: ING. DR. JOSÉ DEL CARMEN PIZARRO BALDERA	FECHA: DICIEMBRE 2023
---------------------------------------------------------	------------------------------

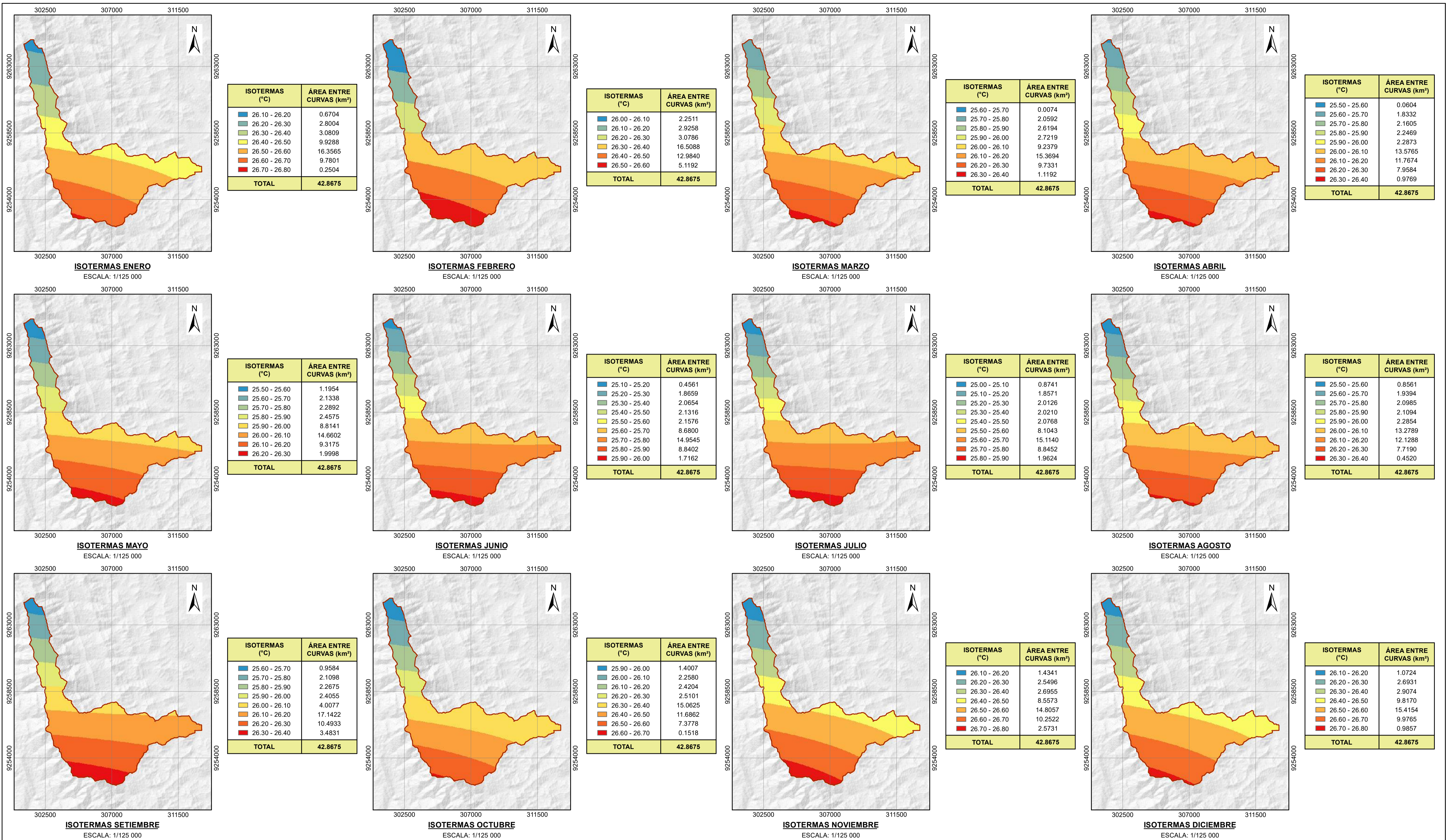
AUTOR: BACH. EDWIN NAESMITH GONZÁLEZ INGA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: ESTUDIO HIDROLÓGICO EN LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA YURACYACU, DISTRITO AGUA BLANCA, PROVINCIA EL DORADO, REGIÓN SAN MARTÍN

PLANO: MAPA DE ISOYETAS	CÓDIGO: 09
PRECIPITACIÓN TOTAL PROMEDIO MENSUAL	IY-01 12
REGIÓN: SAN MARTÍN	PROVINCIA: EL DORADO
DISTRITO: AGUA BLANCA	PROYECCIÓN: UTM 18S WGS 1984
ASESOR: ING. DR. JOSÉ DEL CARMEN PIZARRO BALDERA	FECHA: DICIEMBRE 2023
AUTOR: BACH. EDWIN NAESMITH GONZÁLEZ INGA	

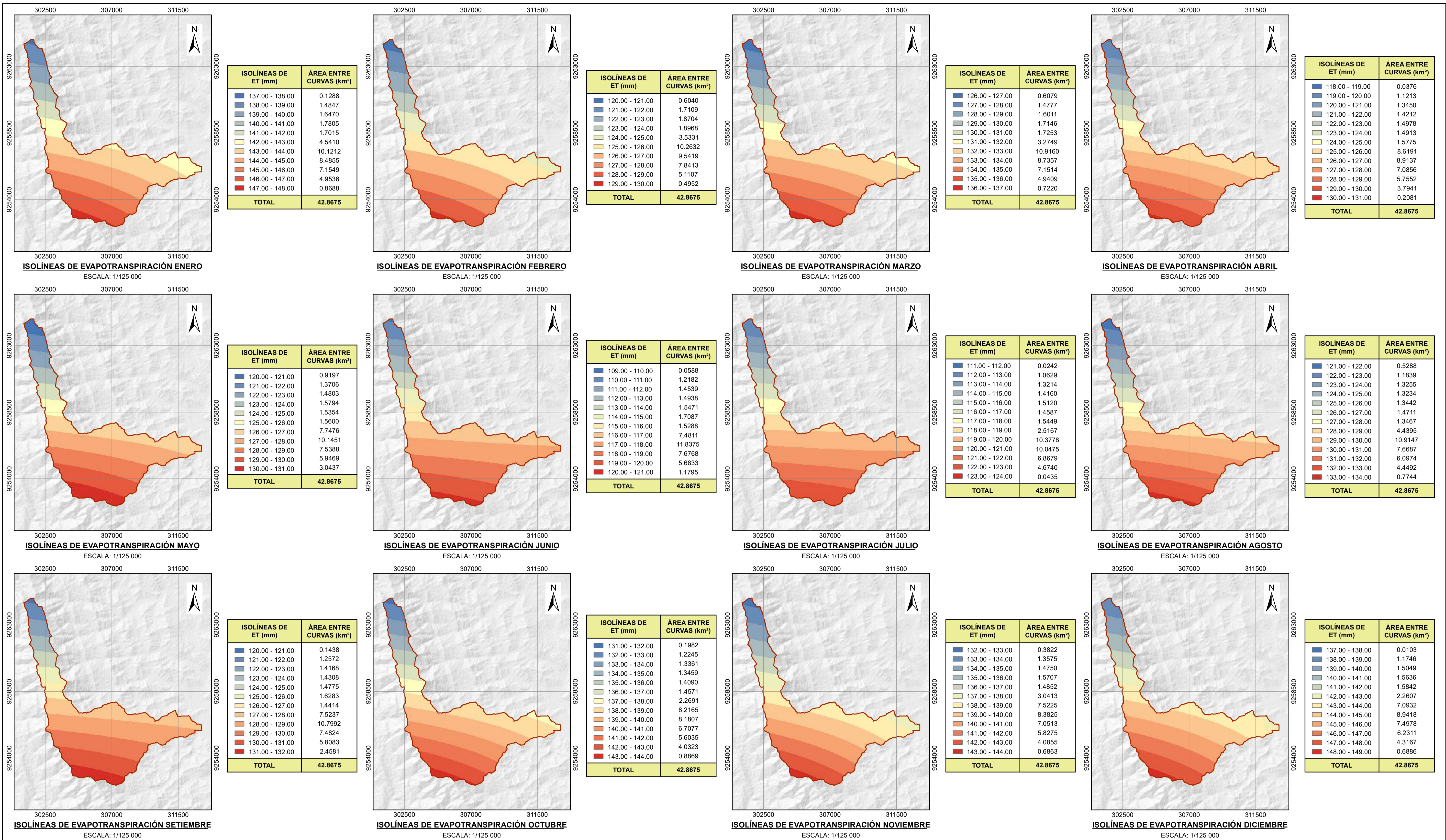


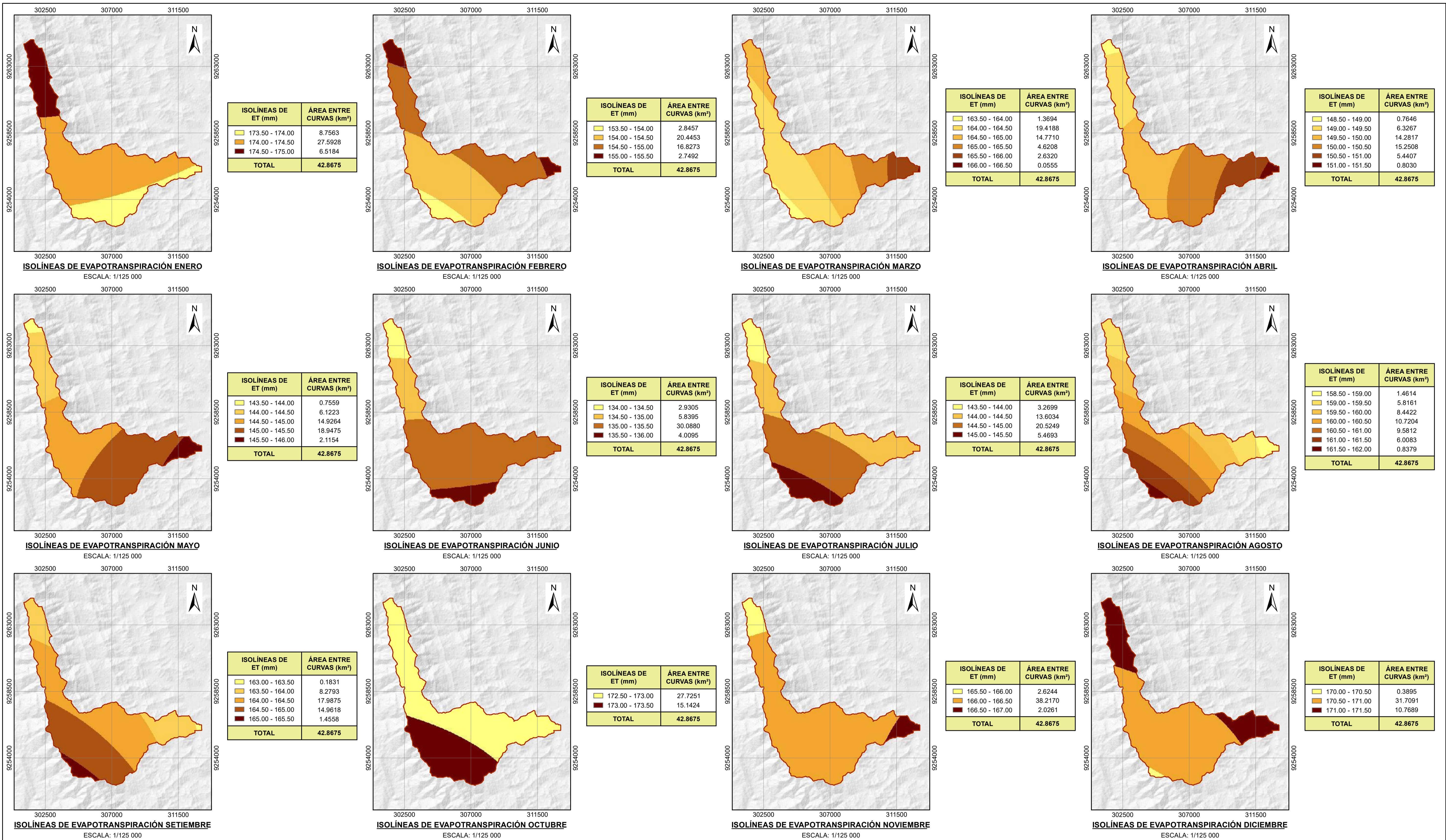
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LOGOS:

TESIS: ESTUDIO HIDROLÓGICO EN LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA YURACYACU, DISTRITO AGUA BLANCA, PROVINCIA EL DORADO, REGIÓN SAN MARTÍN

PLANO: MAPA DE ISOTERMAS TEMPERATURA MEDIA MENSUAL	CÓDIGO: IT-01	10 12
REGIÓN: SAN MARTÍN	PROVINCIA: EL DORADO	DISTRITO: AGUA BLANCA
PROYECCIÓN: UTM 18S WGS 1984		FECHA: DICIEMBRE 2023
ASESOR: ING. DR. JOSÉ DEL CARMEN PIZARRO BALDERA		
AUTOR: BACH. EDWIN NAESMITH GONZÁLEZ INGA		





UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: ESTUDIO HIDROLÓGICO EN LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA YURACYACU, DISTRITO AGUA BLANCA, PROVINCIA EL DORADO, REGIÓN SAN MARTÍN

PLANO: MAPA DE EVAPOTRANSPIRACIÓN MÉTODO FAO PENMAN-MONTEITH	CÓDIGO: ET-PM-01 12 12
REGIÓN: SAN MARTÍN	PROVINCIA: EL DORADO
DISTRITO: AGUA BLANCA	PROYECCIÓN: UTM 18S WGS 1984
ASESOR: ING. DR. JOSÉ DEL CARMEN PIZARRO BALDERA	FECHA: DICIEMBRE 2023
AUTOR: BACH. EDWIN NAESMITH GONZÁLEZ INGA	

Estudio hidrológico en la microcuenca de la quebrada Yuracyacu, distrito Agua Blanca, provincia El Dorado, región San Martín

por Edwin Naesmith González Inga

Fecha de entrega: 10-ene-2024 01:42p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2268998759

Nombre del archivo: TESIS_-_EDWIN_NAESMITH_GONZ_LEZ_INGA_DIC2023.docx (3.7M)

Total de palabras: 58681

Total de caracteres: 301452

Estudio hidrológico en la microcuenca de la quebrada Yuracyacu, distrito Agua Blanca, provincia El Dorado, región San Martín

INFORME DE ORIGINALIDAD

10%

INDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
2	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	INSIDEO SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - INSIDEO S.A.C.. "ITS para la Ampliación de Componentes de la Subestación Animón-IGA0017816", R.D. N° 0157-2021-MINEM/DGAAE , 2022 Publicación	<1%
4	WALSH PERU S.A. INGENIEROS Y CIENTIFICOS CONSULTORES. "EIA para el Proyecto de Explotación de la Concesión Minera No Metálica Dunas 3 Segunda-IGA0007037", R.D. N°005-2016-PRODUCE/DVMYPE-I/DIGGAM, 2020 Publicación	<1%
5	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	