UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

TESIS:

Implementación del modelo Perceptrón Multicapa (MLP) para la estimación de la precipitación máxima diaria anual en la cuenca del río Yucaes, Ayacucho, 2026

Para optar el título profesional de:
INGENIERO AGRÍCOLA

PRESENTADO POR:
Bach. Cristhofer COLLAHUACHO AGUADO

ASESOR:
Dr. Richard Alex OSCCO PECEROS

AYACUCHO - PERÚ

2026

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso, fuente de sabiduría, fortaleza y esperanza, por bendecir cada paso de mi vida y permitirme alcanzar esta importante meta académica.
Con profundo amor y gratitud, dedico este trabajo a la memoria de mi abuelo Pino Aguado, quien desde el cielo sigue siendo una fuente de inspiración y un recuerdo permanente de los valores que dejaron huella en mi formación.

A mis madres Zenobia Aguado Carhuapoma y Adela Aguado Carhuapoma, por su amor incondicional, sacrificio, esfuerzo y constante apoyo; por ser el pilar fundamental que me impulsó a seguir adelante y alcanzar esta meta.
A mis tíos Marcelino, Donato e Ismael, por sus consejos, enseñanzas y muestras de apoyo a lo largo de mi camino.
A mis hermanos Marisol, Estefanny y Diego, por compartir conmigo alegrías, dificultades y por ser parte importante de mi vida.
A mis primos y familiares, por sus palabras de aliento, cariño y acompañamiento durante este proceso.

AGRADECIMIENTO

Mi especial reconocimiento a los docentes de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, particularmente a quienes integran la Facultad de Ciencias Agrarias, por las enseñanzas impartidas, la experiencia compartida y el compromiso demostrado a lo largo de mi formación profesional. Sus conocimientos y orientaciones constituyeron un aporte fundamental para consolidar mi preparación académica.

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, mi alma máter, por brindarme la oportunidad de formarme en sus aulas y proporcionarme las bases académicas y profesionales necesarias para alcanzar esta importante etapa de mi vida.

De manera especial, expreso mi gratitud a mi asesor de tesis, el Dr. Richard Alex Oscco Peceros, por su valiosa orientación, disposición y acompañamiento durante el desarrollo de la presente investigación, así como por sus observaciones y aportes que contribuyeron al fortalecimiento de este trabajo.

Finalmente, hago extensivo mi agradecimiento a todas aquellas personas que, de diversas maneras, brindaron su apoyo y colaboración durante la realización de esta investigación, contribuyendo al cumplimiento de los objetivos propuestos.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA i

AGRADECIMIENTO ii

RESUMEN xviii

ABSTRACT xix

Introducción 1

1 Marco teórico 3

1.1 Bases teóricas . . . 3

1.1.1 Antecedentes internacionales . . . 3

1.1.2 Antecedentes nacionales . . . 5

1.1.3 Precipitación máxima diaria anual (PMDA) . . . 8

1.1.3.1 Definición . . . 8

1.1.3.2 Importancia de la PMDA en la ingeniería hidrológica . . . 9

1.1.3.3 La PMDA como variable aleatoria de valores extremos . . . 9

1.1.3.4 Factores que condicionan la PMDA . . . 10

1.1.3.5 Fuente de información: producto grillado PISCOp . . . 10

1.1.3.6 La PMDA como variable de salida del modelo MLP . . . 10

1.1.3.7 Métricas de evaluación de la PMDA estimada . . . 11

1.1.4 Cuenca hidrográfica . . . 12

1.1.4.1 Definición . . . 12

1.1.4.2 Unidades hidrográficas: cuenca, subcuenca y microcuenca 12

1.1.4.3 Unidades hidrográficas del Perú y método Pfafstetter . . . 14

1.1.4.4 Elementos de la cuenca . . . 14

1.1.4.5 Clasificación de las cuencas . . . 15

1.1.4.6 Delimitación de cuencas a partir de modelos digitales de elevación . . . 15

1.1.4.7 La subcuenca como unidad de análisis de la investigación 16

1.1.4.8 Clasificación de cuencas . . . 17

1.1.4.9 Elementos de las cuencas . . . 18

1.1.4.10 Características morfométricas de la cuenca . . . 18

1.1.4.11 Parámetros de relieve . . . 19

1.1.4.12 Parámetros de la red hidrográfica de la cuenca . . . 20

1.1.4.13 Tiempo de concentración . . . 21

1.1.5 Cálculo de los parámetros morfométricos 22
1.1.5.1 Precipitación 28
1.1.5.2 Temperatura del aire atmosférico 28
1.1.5.3 Temperatura máxima diaria de la atmósfera 28
1.1.5.4 Temperatura mínima diaria de la atmósfera 28
1.1.5.5 Hietograma de diseño 28
1.1.5.6 Precipitación máxima diaria anual 29
1.1.6 Modelo de redes neuronales artificiales (RNA) 30
1.1.6.1 La neurona biológica 30
1.1.6.2 La neurona artificial 30
1.1.6.3 Elementos básicos de una red neuronal 31
1.1.6.4 Funciones de activación 31
1.1.6.5 Selección de las redes neuronales artificiales 33
1.1.6.6 Modelo de Perceptrón Multicapa 33
1.1.6.7 Conexiones entre neuronas 34
1.1.6.8 Mecanismos de aprendizaje 35
1.1.6.9 El Perceptrón Multicapa 35
1.1.6.10 Estimación mediante aprendizaje automático 35

2 Material y métodos **37**
2.1 Ubicación 37
2.1.1 Ubicación política 37
2.1.2 Ubicación geográfica 37
2.1.2.1 Parámetros morfométricos de la cuenca del río Yucaes . . 39
2.1.2.2 Subcuencas del río Yucaes 39
2.2 Vías de acceso 40
2.3 Características climáticas 40
2.4 Metodología 41
2.4.1 Tipo de investigación 41
2.4.2 Nivel de investigación 41
2.4.3 Diseño de investigación 42
2.4.4 Población, muestra y técnicas de muestreo 43
2.4.4.1 Unidad de análisis 43
2.4.4.2 Población 43
2.4.4.3 Muestra 44
2.4.4.4 Técnica de muestreo 44
2.4.5 Técnicas e instrumentos 44
2.4.5.1 Técnicas 44
2.4.5.2 Instrumentos 44

2.4.5.3 Técnicas de procesamiento y análisis de datos 45
2.4.5.4 Ética y permisos 45
2.5 Materiales y equipos 47
2.5.0.1 Materiales 47
2.5.0.2 Equipos 47
2.5.0.3 *software* 48
2.5.0.4 Base de datos 48
2.5.0.5 Recursos computacionales 49
2.6 Desarrollo de la investigación 49
2.6.1 Área de estudio 49
2.6.1.1 Características de la cuenca de Yucaes 50
2.6.2 Obtención de la *dataset* 50
2.6.3 Variables de entrada y salida del dataset 84
2.6.4 Estructuración de los datos de entrada y salida 87
2.6.4.1 Conformación de la base de datos para el entrenamiento de la red neuronal 87
2.6.5 Análisis estadístico de las variables 89
2.6.6 Análisis estadístico (ANOVA) previo al entrenamiento del modelo MLP 100
2.6.7 Normalización de los datos 120
2.6.8 Configuración e implementación del modelo MLP 132
2.6.8.1 Arquitectura de la red neuronal 132
2.6.8.2 Funciones de activación 132
2.6.8.3 Distribución de los datos 133
2.6.8.4 Entrenamiento del modelo 134
2.6.8.5 Evaluación del desempeño del modelo 134

3 RESULTADOS **136**
3.1 Arquitectura del Modelo Perceptrón Multicapa (MLP) 136
3.2 Preprocesamiento de datos 137
3.2.1 Normalización de variables de entrada 137
3.2.2 División de la *dataset* 137
3.3 Entrenamiento del modelo 138
3.3.1 Proceso de entrenamiento 138
3.3.2 Evolución del error durante el entrenamiento 138
3.3.3 Curvas de aprendizaje 139
3.4 Evaluación del modelo 140
3.4.1 Métricas de evaluación 140
3.4.1.1 Coeficiente de determinación (R^2) 140
3.4.1.2 Error absoluto medio (MAE) 140

3.4.1.3 Raíz del error cuadrático medio (RMSE) 140
3.4.1.4 Error porcentual absoluto medio (MAPE) 140
3.4.2 Resultados de la evaluación 140
3.4.3 Curvas de aprendizaje 142
3.5 Validación del modelo: comparación PMDA real vs estimada 143
3.5.1 Período 1981-1990 144
3.5.2 Período 1991-2000 149
3.5.3 Período 2001-2010 154
3.5.4 Período 2011-2016 159
3.5.5 Resumen de resultados 161
3.6 Comparación del rendimiento del modelo 162
3.6.1 Estimación de la PMDA para la cuenca del río Yucaes 163
3.7 Discusión de resultados 164

Conclusiones **167**

Recomendaciones **168**

REFERENCIAS **170**

ANEXOS **174**
A1 Ubicación distrito de Ayacucho 174
A2 Rango de trabajabilidad y volumen de entrada y salida 175
A3 Tabla de errores del modelo de RNA 177
A3.1 Datos obtenidos del entrenamiento del RNA 187
A3.2 Datos obtenidos de la validación del RNA 191
A3.3 Datos obtenidos de la prueba de la RNA 195
A4 Modelo de entrenamiento, validación y prueba 199
A5 Diagrama de flujo 234
A6 Código PYTHON 236
A7 Datos para la entrada y salida de la red neuronal artificial 239
A8 Datos obtenidos de algunas subcuencas 273

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Métricas de evaluación del desempeño en la estimación de la PMDA	11
Tabla 2	Características de las unidades hidrográficas	13
Tabla 3	Vertientes hidrográficas del Perú	14
Tabla 4	Tipo de pendiente en una cuenca	20
Tabla 5	Parámetros morfométricos empleados como variables de entrada	22
Tabla 6	Variables de la ecuación de Giandotti	25
Tabla 7	Relaciones de Horton empleadas como variables de entrada	27
Tabla 8	Parámetros morfométricos de la cuenca del río Yucaes	39
Tabla 9	Parámetros morfométricos de la cuenca del río Yucaes	41
Tabla 10	Distribución de la población para el desarrollo del modelo MLP	43
Tabla 11	Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de datos	45
Tabla 12	Parámetros morfométricos de la cuenca del río Yucaes	50
Tabla 13	Parámetros morfométricos de la subcuenca de Carhuanca	53
Tabla 14	Parámetros morfométricos subcuenca Chilcayoc	54
Tabla 15	Parámetros morfométricos subcuenca Chincheros	55
Tabla 16	Parámetros morfométricos subcuenca Choclococha	57
Tabla 17	Parámetros morfométricos subcuenca Chungui	58
Tabla 18	Parámetros morfométricos subcuenca Chuschi	60
Tabla 19	Parámetros morfométricos subcuenca Pampas	61
Tabla 20	Parámetros morfométricos subcuenca Pampamarca	63
Tabla 21	Parámetros morfométricos subcuenca Paras	64
Tabla 22	Parámetros morfométricos subcuenca Paucaray	66
Tabla 23	Parámetros morfométricos subcuenca San Miguel	67
Tabla 24	Parámetros morfométricos subcuenca Tunel cero	68
Tabla 25	Parámetros morfométricos subcuenca Uripa	70
Tabla 26	Parámetros morfométricos subcuenca Vilcashuaman	71
Tabla 27	Parámetros morfométricos subcuenca Vischongo	73
Tabla 28	Parámetros morfométricos subcuenca Huamanga (Pampa del Arco)	75
Tabla 29	Parámetros morfométricos subcuenca Wayllapampa	77
Tabla 30	Parámetros morfométricos subcuenca Chiara	79
Tabla 31	Parámetros morfométricos subcuenca Allpachaca	81
Tabla 32	Parámetros morfométricos subcuenca Chontaca	83
Tabla 33	Parámetros de entrada a la RNA	85
Tabla 34	Parámetros de salida de la RNA	86
Tabla 35	Parámetros de entrada a la RNA	89
Tabla 36	Parámetros de entrada a la RNA	94

Tabla 37 Principales pares de variables con correlación alta 99
Tabla 38 ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 1981. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 1981 como variable dependiente ($N = 499$) 101
Tabla 39 ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 1982. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 1982 como variable dependiente ($N = 499$) 101
Tabla 40 ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 1983. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 1983 como variable dependiente ($N = 499$) 102
Tabla 41 ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 1984. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 1984 como variable dependiente ($N = 499$) 102
Tabla 42 ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 1985. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 1985 como variable dependiente ($N = 499$) 103
Tabla 43 ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 1986. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 1986 como variable dependiente ($N = 499$) 103
Tabla 44 ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 1987. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 1987 como variable dependiente ($N = 499$) 104
Tabla 45 ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 1988. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 1988 como variable dependiente ($N = 499$) 104
Tabla 46 ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 1989. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 1989 como variable dependiente ($N = 499$) 105

Tabla 47 ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 1990. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 1990 como variable dependiente ($N = 499$) 105
Tabla 48 ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 1991. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 1991 como variable dependiente ($N = 499$) 106
Tabla 49 ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 1992. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 1992 como variable dependiente ($N = 499$) 106
Tabla 50 ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 1993. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 1993 como variable dependiente ($N = 499$) 107
Tabla 51 ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 1994. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 1994 como variable dependiente ($N = 499$) 107
Tabla 52 ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 1995. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 1995 como variable dependiente ($N = 499$) 108
Tabla 53 ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 1996. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 1996 como variable dependiente ($N = 499$) 108
Tabla 54 ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 1997. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 1997 como variable dependiente ($N = 499$) 109
Tabla 55 ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 1998. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 1998 como variable dependiente ($N = 499$) 109

Tabla 56 ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 1999. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 1999 como variable dependiente ($N = 499$) 110
Tabla 57 ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 2000. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 2000 como variable dependiente ($N = 499$) 110
Tabla 58 ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 2001. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 2001 como variable dependiente ($N = 499$) 111
Tabla 59 ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 2002. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 2002 como variable dependiente ($N = 499$) 111
Tabla 60 ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 2003. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 2003 como variable dependiente ($N = 499$) 112
Tabla 61 ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 2004. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 2004 como variable dependiente ($N = 499$) 112
Tabla 62 ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 2005. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 2005 como variable dependiente ($N = 499$) 113
Tabla 63 ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 2006. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 2006 como variable dependiente ($N = 499$) 113
Tabla 64 ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 2007. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 2007 como variable dependiente ($N = 499$) 114

Tabla 65 ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 2008. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 2008 como variable dependiente (N = 499) 114
Tabla 66 ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 2009. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 2009 como variable dependiente (N = 499) 115
Tabla 67 ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 2010. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 2010 como variable dependiente (N = 499) 115
Tabla 68 ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 2011. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 2011 como variable dependiente (N = 499) 116
Tabla 69 ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 2012. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 2012 como variable dependiente (N = 499) 116
Tabla 70 ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 2013. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 2013 como variable dependiente (N = 499) 117
Tabla 71 ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 2014. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 2014 como variable dependiente (N = 499) 117
Tabla 72 ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 2015. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 2015 como variable dependiente (N = 499) 118
Tabla 73 ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 2016. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 2016 como variable dependiente (N = 499) 118

Tabla 74 Resumen del ANOVA de regresión para la PMDA, período 1981–2016. $F(25, 473)$ = estadístico global de regresión; p = significancia estadística; R^2 = coeficiente de determinación. Regresiones múltiples con E1–E25 como predictores ($N = 499$) 119
Tabla 75 Parámetros de ingreso de las subcuencas para el entrenamiento, la validación y la prueba de la Red Neuronal Artificial normalizados mediante Min–Max $[0, 1]$ 122
Tabla 76 Parámetros de salida de la precipitación (mm) para el entrenamiento, la validación y la prueba de la Red Neuronal Artificial normalizados mediante Min–Max $[0, 1]$ 124
Tabla 77 Parámetros de salida de la precipitación (mm) para el entrenamiento, la validación y la prueba de la Red Neuronal Artificial normalizados mediante Min–Max $[0, 1]$ 126
Tabla 78 Parámetros de salida de la precipitación (mm) para el entrenamiento, la validación y la prueba de la Red Neuronal Artificial normalizados mediante Min–Max $[0, 1]$ 129
Tabla 79 Distribución de los datos para entrenamiento, validación y prueba. . . 138
Tabla 80 Evolución de los errores durante el entrenamiento del modelo MLP. . 139
Tabla 81 Métricas de evaluación del modelo MLP para cada año. 141
Tabla 82 Resumen estadístico de las métricas de evaluación. 162
Tabla 83 Parámetros de entrada empleados para la estimación de la PMDA en la cuenca del río Yucaes 163
Tabla 84 Precipitación máxima diaria anual estimada para la cuenca del río Yucaes mediante el modelo MLP 164
Tabla 85 Error MAE, MAPE, R2 YRMSE para cada año para el entrenamiento, validación y prueba 178
Tabla 86 Parámetros estadísticos descriptivos 179
Tabla 87 Comparación de PMDA observada y predicha en entrenamiento, período 1981–1992. 188
Tabla 88 Comparación de PMDA observada y predicha en entrenamiento, período 1993–2004. 189
Tabla 89 Comparación de PMDA observada y predicha en entrenamiento, período 2005–2016. 190
Tabla 90 Comparación de PMDA observada y predicha en validación, período 1981–1992. 192
Tabla 91 Comparación de PMDA observada y predicha en validación, período 1993–2004. 193

Tabla 92 Comparación de PMDA observada y predicha en validación, período 2005–2016. 194
Tabla 93 Comparación de PMDA observada y predicha en prueba, período 1981–1992. 196
Tabla 94 Comparación de PMDA observada y predicha en prueba, período 1993–2004. 197
Tabla 95 Comparación de PMDA observada y predicha en prueba, período 2005–2016. 198
Tabla 97 Datos de entrada del modelo MLP: parámetros morfométricos E1 a E25 de las 499 subcuencas 240
Tabla 98 Datos de salida del modelo MLP: precipitación máxima diaria anual (mm) de 1981 a 2016 de las 499 subcuencas 259
Tabla 99 Parámetros de entrada de la RNA 274
Tabla 100 Parámetros de ingreso de las subcuencas para el entrenamiento, la validación y la prueba de la Red Neuronal Artificial 274
Tabla 101 Parámetros de ingreso de las subcuencas para el entrenamiento, la validación y la prueba de la Red Neuronal Artificial 275
Tabla 102 Parámetros de ingreso de las subcuencas para el entrenamiento, la validación y la prueba de la Red Neuronal Artificial 276
Tabla 103 Parámetros de salida de la RNA 277
Tabla 104 Parámetros de ingreso de las subcuencas para el entrenamiento, la validación y la prueba de la Red Neuronal Artificial 279

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Obtención de la PMDA a partir de una serie de precipitación diaria . 8
Figura 2 Cuenca hidrográfica 12
Figura 3 Jerarquía de las unidades hidrográficas 13
Figura 4 Asignación de la dirección de flujo mediante el método D8 16
Figura 5 Forma de la cuenca 19
Figura 6 Red hidrográfica de la cuenca 20
Figura 7 Longitud del vector de dirección 23
Figura 8 Diámetro topológico del cauce principal 24
Figura 9 Recorridos del flujo sobre la ladera hasta la red de drenaje 26
Figura 10 Neurona biológica 30
Figura 11 Modelo de red neuronal creado en nntool de MATLAB 31
Figura 12 Funciones de activación de redes neuronales 33
Figura 13 Parámetros de ingreso y salida junto a las capas del modelo de red neuronal implementado 34

Figura 14 Grid de la cuenca del río Yucaes 38
Figura 15 Delimitación de la cuenca del río Yucaes 38
Figura 16 Subcuencas del río Yucaes 39
Figura 17 Delimitación de la cuenca del río Yucaes 50
Figura 18 Subcuenca de la estación Carhuanca para entrenamiento de la RNA . 52
Figura 19 Subcuenca de la estación Chilcayoc 54
Figura 20 Subcuenca de la estación Chincheros 55
Figura 21 Subcuenca de la estación Choclococha. 57
Figura 22 Subcuenca de la estación Chungui. 58
Figura 23 Subcuenca de la estación Chuschi. 60
Figura 24 Subcuenca de la estación Pampas 61
Figura 25 Subcuenca de la estación Pampamarca 63
Figura 26 Subcuenca de la estación Paras 64
Figura 27 Subcuenca de la estación Paucaray 65
Figura 28 Subcuenca de la estación San Miguel 67
Figura 29 Subcuenca de la estación Tunel cero 68
Figura 30 Subcuenca de la estación Uripa. 70
Figura 31 subcuenca de la estación Vilcashuamán. 71
Figura 32 Subcuenca de la estación Vischongo 73
Figura 33 Subcuenca de Huamanga (Pampa de arco) 75
Figura 34 Subcuenca de Wayllapampa) 77
Figura 35 Subcuenca de Chiara 79

Figura 36 Subcuenca de Allpachaca 81
Figura 37 Subcuenca de Chontaca 83
Figura 38 Distribución de las variables morfométricas E1–E4 90
Figura 39 Distribución de las variables morfométricas E5–E8 91
Figura 40 Distribución de las variables morfométricas E9–E12 91
Figura 41 Distribución de las variables morfométricas E13–E16 92
Figura 42 Distribución de las variables morfométricas E17–E20 92
Figura 43 Distribución de las variables morfométricas E21–E24 93
Figura 44 Distribución de las variables morfométricas E25–E25 93
Figura 45 Diagramas de caja de las variables morfométricas E1–E4 95
Figura 46 Diagramas de caja de las variables morfométricas E5–E8 95
Figura 47 Diagramas de caja de las variables morfométricas E9–E12 96
Figura 48 Diagramas de caja de las variables morfométricas E13–E16 96
Figura 49 Diagramas de caja de las variables morfométricas E17–E20 97
Figura 50 Diagramas de caja de las variables morfométricas E21–E24 97
Figura 51 Diagramas de caja de las variables morfométricas E25–E25 98
Figura 52 Matriz de correlación de las variables de entrada del modelo MLP . . 99

Figura 53 Arquitectura del modelo Perceptrón Multicapa (MLP) implementado. 137
Figura 54 Error RMSE para cada año en el conjunto de prueba. El RMSE promedio fue de 0.742 mm. El año con menor error fue 2008 (0.261 mm) y el de mayor error fue 1989 (1.670 mm). 139
Figura 55 Error MSE normalizado para el entrenamiento y la validación. 142
Figura 56 Error MAE normalizado para el entrenamiento y la validación. . . . 142
Figura 57 Error RMSE normalizado para el entrenamiento y la validación. . . . 143
Figura 58 Comparación PMDA real vs estimada para el año 1981 144
Figura 59 Comparación PMDA real vs estimada para el año 1982 144
Figura 60 Comparación PMDA real vs estimada para el año 1983 145
Figura 61 Comparación PMDA real vs estimada para el año 1984 145
Figura 62 Comparación PMDA real vs estimada para el año 1985 146
Figura 63 Comparación PMDA real vs estimada para el año 1986 146
Figura 64 Comparación PMDA real vs estimada para el año 1987 147
Figura 65 Comparación PMDA real vs estimada para el año 1988 147
Figura 66 Comparación PMDA real vs estimada para el año 1989 148
Figura 67 Comparación PMDA real vs estimada para el año 1990 148
Figura 68 Comparación PMDA real vs estimada para el año 1991 149
Figura 69 Comparación PMDA real vs estimada para el año 1992 149
Figura 70 Comparación PMDA real vs estimada para el año 1993 150
Figura 71 Comparación PMDA real vs estimada para el año 1994 150

Figura 72 Comparación PMDA real vs estimada para el año 1995 151
Figura 73 Comparación PMDA real vs estimada para el año 1996 151
Figura 74 Comparación PMDA real vs estimada para el año 1997 152
Figura 75 Comparación PMDA real vs estimada para el año 1998 152
Figura 76 Comparación PMDA real vs estimada para el año 1999 153
Figura 77 Comparación PMDA real vs estimada para el año 2000 153
Figura 78 Comparación PMDA real vs estimada para el año 2001 154
Figura 79 Comparación PMDA real vs estimada para el año 2002 154
Figura 80 Comparación PMDA real vs estimada para el año 2003 155
Figura 81 Comparación PMDA real vs estimada para el año 2004 155
Figura 82 Comparación PMDA real vs estimada para el año 2005 156
Figura 83 Comparación PMDA real vs estimada para el año 2006 156
Figura 84 Comparación PMDA real vs estimada para el año 2007 157
Figura 85 Comparación PMDA real vs estimada para el año 2008 157
Figura 86 Comparación PMDA real vs estimada para el año 2009 158
Figura 87 Comparación PMDA real vs estimada para el año 2010 158
Figura 88 Comparación PMDA real vs estimada para el año 2011 159
Figura 89 Comparación PMDA real vs estimada para el año 2012 159
Figura 90 Comparación PMDA real vs estimada para el año 2013 160
Figura 91 Comparación PMDA real vs estimada para el año 2014 160
Figura 92 Comparación PMDA real vs estimada para el año 2015 161
Figura 93 Comparación PMDA real vs estimada para el año 2016 161
Figura 94 Área de estudio 174
Figura 95 Error MSE normalizado para el entrenamiento y la validación 175
Figura 96 Error MAE normalizado para el entrenamiento y la validación 175
Figura 97 Error RMSE normalizado para el entrenamiento y la validación . . . 176
Figura 98 Error MAPE para cada año 176
Figura 99 Error RMSE para cada año 177
Figura 100 Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA1981 199
Figura 101 Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA1982 200
Figura 102 Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA1983 201
Figura 103 Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA1984 202
Figura 104 Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA1985 203
Figura 105 Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA1986 204
Figura 106 Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA1987 205
Figura 107 Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA1988 206
Figura 108 Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA1989 207
Figura 109 Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA1990 208
Figura 110 Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA1991 209

Figura 111 Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA1992 210
Figura 112 Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA1993 211
Figura 113 Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA1994 212
Figura 114 Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA1995 213
Figura 115 Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA1996 214
Figura 116 Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA1997 215
Figura 117 Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA1998 216
Figura 118 Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA1999 217
Figura 119 Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA2000 218
Figura 120 Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA2001 219
Figura 121 Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA2002 220
Figura 122 Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA2003 221
Figura 123 Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA2004 222
Figura 124 Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA2005 223
Figura 125 Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA2006 224
Figura 126 Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA2007 225
Figura 127 Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA2008 226
Figura 128 Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA2009 227
Figura 129 Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA2010 228
Figura 130 Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA2011 229
Figura 131 Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA2012 230
Figura 132 Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA2013 231
Figura 133 Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA2014 232
Figura 134 Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA2015 233
Figura 135 Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA2016 234

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo implementar un modelo Perceptrón Multicapa (MLP) para estimar la precipitación máxima diaria anual (PMDA) en la cuenca del río Yucaes, Ayacucho. Para el desarrollo del modelo se empleó una base de datos conformada por 499 subcuencas con sus registros de 1981 al 2016, considerando 25 parámetros morfométricos de las cuencas como variables de entrada y 36 valores de PMDA correspondientes al período 1981–2016 como variables de salida. Previamente al entrenamiento se realizó el análisis estadístico de las variables, la evaluación mediante ANOVA y la normalización de los datos. Los análisis de regresión resultaron estadísticamente significativos para todos los años ($p < 0{,}001$), con coeficientes de determinación entre $R^2 = 0{,}79$ y $R^2 = 0{,}94$, evidenciando la relación de los parámetros considerados con la PMDA. El modelo implementado presentó una arquitectura de 25 neuronas de entrada, dos capas ocultas de 64 y 32 neuronas y 36 neuronas de salida, empleando la función de activación ReLU en las capas ocultas, función lineal en la salida, optimizador Adam y error cuadrático medio (MSE) como función de pérdida. En la evaluación del conjunto de prueba se obtuvo un R^2 promedio de 0.993, un MAE de 0.45 mm, un RMSE de 0.74 mm y un MAPE de 2.31 %, evidenciando una adecuada capacidad predictiva y de generalización. Finalmente, la aplicación del modelo a las características morfométricas de la cuenca del río Yucaes permitió estimar 36 valores de PMDA para el período 1981–2016, con valores comprendidos entre 11.318 mm, correspondiente al año 1995, y 36.85 mm, correspondiente al año 2009. Se concluye que el modelo MLP presenta un buen desempeño para estimar la PMDA a partir de parámetros morfométricos bajo las condiciones y datos considerados en la investigación.

Palabras clave: Perceptrón Multicapa, redes neuronales artificiales, parámetros morfométricos.

ABSTRACT

The objective of this research was to implement a Multilayer Perceptron (MLP) model to estimate the annual maximum daily precipitation (AMDP) in the Yucaes River basin, Ayacucho. The model was developed using a database of 499 sub-basins with records from 1981 to 2016, considering 25 morphometric parameters of the basins as input variables and 36 AMDP values corresponding to the 1981–2016 period as output variables. Prior to training, a statistical analysis of the variables, an ANOVA-based evaluation, and data normalization were performed. The regression analyses were statistically significant for all years ($p < 0{,}001$), with coefficients of determination ranging from $R^2 = 0{,}79$ to $R^2 = 0{,}94$, demonstrating the relationship between the selected parameters and the AMDP. The implemented model had an architecture of 25 input neurons, two hidden layers of 64 and 32 neurons, and 36 output neurons, using the ReLU activation function in the hidden layers, a linear function in the output layer, the Adam optimizer, and the mean squared error (MSE) as the loss function. On the test set, the model achieved an average R^2 of 0.993, an MAE of 0.45 mm, an RMSE of 0.74 mm, and a MAPE of 2.31 %, demonstrating adequate predictive and generalization capability. Finally, applying the model to the physical and morphometric characteristics of the Yucaes River basin made it possible to estimate 36 AMDP values for the 1981–2016 period, ranging from 11.32 mm in 1995 to 36.85 mm in 2009. It is concluded that the MLP model performs well in estimating AMDP from morphometric parameters under the conditions and data considered in this research.

Keywords: Multilayer Perceptron, artificial neural networks, morphometric parameters.

INTRODUCCIÓN

La precipitación máxima diaria anual (PMDA), definida como el mayor valor de precipitación registrado en 24 horas dentro de un año, es el insumo básico para el diseño de obras de drenaje, puentes y defensas ribereñas en el Perú (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008). En la región andina, su estimación se ve limitada por la escasa e irregular red de estaciones pluviométricas y por la fuerte variabilidad espacial de la lluvia que genera el relieve. El producto grillado PISCOp del SENAMHI proporciona precipitación diaria para todo el país desde 1981 (Aybar et al., 2020a), pero su resolución de aproximadamente 10 km suaviza los extremos locales y no explica qué características físicas de la cuenca condicionan la PMDA.

La cuenca del río Yucaes, en Ayacucho, delimitada hasta el puente Muyurina (733,64 km^2), carece de una red pluviométrica propia que permita caracterizar adecuadamente su PMDA. Ante ello, el Perceptrón Multicapa (MLP) permite aprender relaciones no lineales entre los parámetros morfométricos, obtenidos de un modelo digital de elevación, y la precipitación extrema. Estudios previos han demostrado la eficacia del MLP para modelar precipitación y caudales (Aïzansi et al., 2024); sin embargo, emplean series meteorológicas o hidrológicas y no parámetros morfométricos como predictores de la PMDA, vacío que aborda la presente investigación.

En este contexto, se formuló el problema general: ¿de qué manera la implementación de un modelo Perceptrón Multicapa (MLP) permite estimar la precipitación máxima diaria anual en la cuenca del río Yucaes, Ayacucho, 2026? Los problemas específicos fueron:

1. ¿Qué relación existe entre los parámetros morfométricos de las cuencas y la PMDA del período 1981–2016?
2. ¿Cuál es el desempeño de una arquitectura MLP para estimar la PMDA a partir de los parámetros morfométricos?
3. ¿Cuáles son los valores de PMDA del período 1981–2016 estimados para la cuenca del río Yucaes mediante el modelo MLP?

La investigación se justifica teóricamente porque evalúa si la geometría, el relieve y la red de drenaje de una cuenca contienen información significativa sobre la PMDA; metodológicamente, porque desarrolla un procedimiento replicable de aprendizaje supervisado; y en la práctica, porque permite estimar la PMDA de cuencas similares a partir solo de un modelo digital de elevación, aportando información para el diseño de infraestructura hidráulica y la gestión del riesgo en la cuenca del río Yucaes.

El objetivo general fue implementar un modelo Perceptrón Multicapa (MLP) para estimar la precipitación máxima diaria anual en la cuenca del río Yucaes, Ayacucho, 2026. Los objetivos específicos fueron:

1. Determinar la relación entre los parámetros morfométricos de las cuencas y la PMDA del período 1981–2016.

2. Desarrollar y evaluar una arquitectura MLP para estimar la PMDA a partir de los parámetros morfométricos.

3. Estimar la PMDA del período 1981–2016 para la cuenca del río Yucaes mediante el modelo MLP desarrollado.

Se planteó como hipótesis general que el modelo MLP permite estimar adecuadamente la PMDA en la cuenca del río Yucaes, con un R^2 mayor o igual a 0,90 y un MAPE menor al 10 % en el conjunto de prueba. Las hipótesis específicas fueron:

1. Existe una relación estadísticamente significativa ($p < 0{,}05$) entre los parámetros morfométricos de las cuencas y la precipitación máxima diaria anual del período 1981–2016.

2. Una arquitectura MLP con parámetros morfométricos como variables de entrada presenta un desempeño adecuado y estable en las etapas de entrenamiento, validación y prueba, sin sobreajuste significativo.

3. El modelo MLP desarrollado estima la precipitación máxima diaria anual de la cuenca del río Yucaes para el período 1981–2016 con un MAPE menor al 10 % respecto a los valores obtenidos de PISCOp para la cuenca.

Para el desarrollo del modelo se conformó una base de datos de 499 subcuencas de la región Ayacucho, con 25 parámetros morfométricos obtenidos mediante SIG como variables de entrada y 36 valores anuales de PMDA (1981–2016) extraídos de PISCOp como variables de salida. Los datos fueron analizados estadísticamente, normalizados y divididos en conjuntos de entrenamiento, validación y prueba, y el desempeño se evaluó mediante R^2, MAE, RMSE y MAPE.

Los resultados mostraron una relación significativa entre los parámetros morfométricos y la PMDA en todos los años ($p < 0{,}001$; R^2 entre 0,79 y 0,94). La arquitectura MLP de 25 neuronas de entrada, dos capas ocultas de 64 y 32 neuronas y 36 de salida alcanzó en el conjunto de prueba un R^2 de 0,993, un MAE de 0,45 mm, un RMSE de 0,74 mm y un MAPE de 2,31 %, sin sobreajuste significativo. Aplicado a la cuenca del río Yucaes, el modelo estimó valores de PMDA entre 11,32 mm (1995) y 36,85 mm (2009), por lo que se concluye que el MLP es una herramienta adecuada para estimar la PMDA a partir de parámetros morfométricos bajo las condiciones del estudio.

La tesis se organiza en tres capítulos: el primero presenta el marco teórico; el segundo, el área de estudio, los materiales y la metodología; y el tercero, los resultados, la aplicación del modelo a la cuenca del río Yucaes y la discusión.

Capítulo 1

Marco teórico

1.1 Bases teóricas

1.1.1 Antecedentes internacionales

Predicción de precipitación mensual mediante redes neuronales artificiales tipo Perceptrón Multicapa en la República de Benín

Aïzansi et al. (2024) desarrollaron una investigación en la República de Benín. El objetivo fue evaluar la capacidad de las redes neuronales artificiales tipo Perceptrón Multicapa (MLP) para la predicción de precipitación mensual con dos meses de anticipación. La metodología consistió en emplear registros históricos de precipitación y variables climáticas, los cuales fueron procesados mediante un modelo MLP entrenado y validado con diferentes configuraciones de parámetros; para evaluar su desempeño se utilizaron indicadores estadísticos como el coeficiente de eficiencia de Nash–Sutcliffe (NSE), el error cuadrático medio y coeficientes de correlación. Los resultados evidenciaron que el modelo MLP logró una mejora significativa en la precisión de las predicciones, especialmente en regiones de mayor variabilidad climática, alcanzando incrementos notables en los indicadores de desempeño. Los autores concluyeron que las redes neuronales artificiales constituyen una herramienta eficaz para la predicción de precipitaciones y pueden ser empleadas como apoyo en la gestión de recursos hídricos y la planificación agrícola. El aporte de esta investigación consiste en demostrar la capacidad del modelo Perceptrón Multicapa para representar el comportamiento de la precipitación a partir de información climática, proporcionando un fundamento metodológico para su aplicación en la estimación de la precipitación máxima diaria anual en la cuenca del río Yucaes.

Predicción de precipitaciones mediante modelos híbridos basados en redes neuronales artificiales

Sammen et al. (2023) realizaron una investigación orientada a mejorar la predicción de precipitaciones mediante modelos híbridos basados en redes neuronales artificiales. El objetivo fue comparar el desempeño de diferentes configuraciones de redes neuronales, incluyendo modelos MLP optimizados mediante algoritmos metaheurísticos. La metodología empleó registros hidrometeorológicos históricos provenientes de estaciones pluviométricas

y utilizó métricas de evaluación como el error absoluto medio (MAE), el coeficiente de eficiencia de Nash–Sutcliffe (NSE) y el porcentaje de sesgo (PBIAS) para determinar la precisión de cada modelo. Los resultados mostraron que el modelo híbrido MLP–HGSO presentó el mejor desempeño, alcanzando menores errores y mayores niveles de eficiencia que los demás modelos comparados. Los investigadores concluyeron que la incorporación de algoritmos de optimización mejora significativamente la capacidad predictiva de las redes neuronales y permite representar con mayor precisión los procesos hidrológicos asociados a la precipitación. El aporte de esta investigación radica en demostrar la importancia de seleccionar y evaluar adecuadamente la arquitectura y configuración del modelo MLP, además de emplear métricas estadísticas para determinar objetivamente su capacidad predictiva, procedimientos considerados en la presente investigación.

Predicción de precipitaciones mediante modelos de aprendizaje profundo utilizando información climática y datos satelitales

Niño Medina et al. (2024) desarrollaron un estudio en Colombia relacionado con la aplicación de modelos de aprendizaje profundo para la predicción de precipitaciones utilizando información climática y datos satelitales. El objetivo fue evaluar modelos de aprendizaje profundo para representar y predecir el comportamiento de la precipitación. La metodología consideró el entrenamiento de distintos modelos neuronales y la comparación de su desempeño mediante los indicadores RMSE, MAE, MSE y R^2. Los resultados evidenciaron que el modelo basado en redes neuronales profundas logró reproducir adecuadamente los patrones espaciales y temporales de precipitación observados, reduciendo significativamente los errores de estimación. Los autores concluyeron que las técnicas modernas de inteligencia artificial representan una alternativa robusta para la modelación hidrológica y la generación de escenarios futuros de precipitación en regiones con alta variabilidad climática. El aporte de esta investigación consiste en respaldar el empleo de modelos neuronales para representar relaciones complejas asociadas con la precipitación y sustentar la utilización de indicadores como RMSE, MAE, MSE y R^2 para evaluar el desempeño predictivo del modelo utilizado en la presente investigación.

Estimación y reconstrucción de registros de precipitación mediante técnicas de aprendizaje automático

Katipoğlu y Keblouti (2024) desarrollaron una investigación enfocada en la estimación y reconstrucción de registros de precipitación mediante técnicas de aprendizaje automático. El objetivo fue identificar qué estructuras de redes neuronales y modelos de inteligencia artificial ofrecen mejores resultados en la predicción de datos pluviométricos. La metodología consistió en dividir la información histórica en conjuntos de entrenamiento y validación, aplicar diversos algoritmos de aprendizaje automático y comparar sus resultados mediante los indicadores RMSE, MAE y R^2. Los resultados demostraron que los modelos basados en inteligencia artificial lograron representar adecuadamente la dinámica de la precipitación, obteniendo coeficientes de determinación elevados y errores reducidos. Los autores conclu-

yeron que los enfoques de aprendizaje automático constituyen herramientas confiables para la modelación hidrológica y el tratamiento de registros pluviométricos incompletos. El aporte de esta investigación radica en proporcionar un referente metodológico para la división de los datos en etapas de entrenamiento y validación, así como para la evaluación de la precisión mediante métricas estadísticas, procedimientos empleados en la implementación del modelo MLP de la presente investigación.

Predicción de precipitación mensual mediante algoritmos de aprendizaje automático

El Hafyani et al. (2024) realizaron una investigación orientada a mejorar la predicción de precipitación mensual mediante algoritmos de aprendizaje automático. El objetivo fue comparar diferentes modelos predictivos y determinar cuál presentaba el mejor desempeño para representar la variabilidad de la precipitación. La metodología incluyó la implementación de varios algoritmos multivariados utilizando registros históricos de variables meteorológicas, cuyo desempeño fue evaluado mediante métricas estadísticas de error y capacidad predictiva. Los resultados evidenciaron que los modelos de inteligencia artificial fueron capaces de capturar patrones complejos presentes en las series climáticas, obteniendo estimaciones más precisas que los métodos convencionales. Los autores concluyeron que el uso de modelos basados en aprendizaje automático puede contribuir significativamente a mejorar los sistemas de pronóstico hidrológico y meteorológico. El aporte de esta investigación consiste en demostrar que los modelos de aprendizaje automático permiten representar relaciones complejas entre variables meteorológicas, respaldando la utilización del modelo MLP para relacionar los parámetros físicos y morfométricos de las cuencas con la precipitación máxima diaria anual.

1.1.2 Antecedentes nacionales

Generación de series sintéticas mensuales para el Proyecto Especial Chira–Piura

Sanchez (2009) desarrolló una investigación relacionada con la generación de series sintéticas mensuales para el Proyecto Especial Chira–Piura. El objetivo fue generar información hidrológica complementaria mediante técnicas estadísticas y modelamiento temporal para mejorar la gestión de los recursos hídricos. La metodología empleó registros históricos provenientes de estaciones hidrométricas, aplicando procedimientos de modelación estocástica y validación estadística. Los resultados permitieron obtener series representativas del comportamiento hidrológico observado. El autor concluyó que la generación de datos sintéticos constituye una alternativa válida para complementar registros limitados y apoyar la planificación hídrica. El aporte de esta investigación radica en demostrar la importancia de desarrollar procedimientos de estimación capaces de complementar la información hidrológica disponible, aspecto relacionado con el propósito de estimar la precipitación máxima diaria anual mediante un modelo Perceptrón Multicapa.

Aplicación de redes neuronales artificiales para la predicción de variables climáticas e hidrológicas en cuencas peruanas

Diversas investigaciones desarrolladas en el Perú han aplicado redes neuronales artificiales a la predicción de variables climáticas e hidrológicas a partir de información histórica. Latínez Sotomayor (2009) comparó la regresión multivariada adaptativa con splines (MARS) y las redes neuronales con retropropagación para el pronóstico de lluvias y temperaturas en la cuenca del río Mantaro. Navarro Ventura (2019) empleó redes neuronales de base radial para relacionar los registros de nueve estaciones pluviométricas con información de percepción remota y caracterizar la distribución espacial de la precipitación en la cuenca alta del río Piura. Mendoza Mendoza (2020) desarrolló un modelo hidrológico semidistribuido a escala diaria mediante redes neuronales en cuencas de la costa peruana. Por su parte, Vásquez-Ramírez y Vásquez-Paredes (2023) utilizaron un perceptrón multicapa con datos de caudal, precipitación, temperatura e índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) en la cuenca del río Crisnejas, alcanzando una bondad de ajuste del 81 %, y posteriormente una red recurrente para predecir caudales medios mensuales con una bondad de ajuste del 71 %. En conjunto, estos estudios muestran que las redes neuronales permiten representar relaciones no lineales propias de los procesos hidrológicos en cuencas andinas y costeras del país, y constituyen un respaldo metodológico para el desarrollo del modelo MLP de la presente investigación.

Modelación hidrológica mediante redes neuronales artificiales en el contexto peruano

Reyes Rodríguez y Asís-López (2020) tuvieron como objetivo desarrollar modelos de pronóstico de caudales mensuales del río Shullcas (Huancayo, Perú) en la estación Chamisería, en función de la precipitación y la evapotranspiración mensuales. La metodología comprendió la integración de registros de precipitación del SENAMHI y de Agrorural, y de caudales de la Autoridad Nacional del Agua para el período 1992–2019; el análisis y la depuración de valores atípicos de las series; la estimación de la evapotranspiración potencial; la estandarización de las variables y el entrenamiento de redes neuronales de tipo perceptrón multicapa (MLP) y de función de base radial (RBF), validadas mediante el coeficiente de determinación y la raíz del error cuadrático medio. Los resultados mostraron que el modelo MLP con precipitación rezagada alcanzó un $R^2 = 0{,}947$, superior al de la red RBF ($R^2 = 0{,}823$) y muy por encima del modelo periódico basado en series de Fourier ($R^2 = 0{,}449$). Los autores concluyeron que los modelos MLP presentan mayor capacidad predictiva que los modelos RBF. El aporte de este estudio consiste en evidenciar la viabilidad del empleo de modelos MLP bajo las condiciones hidrológicas de las cuencas andinas peruanas y en respaldar su aplicación para estimar variables relacionadas con el comportamiento hidrológico de dichas cuencas.

"Red neuronal aplicada a la generación de caudales mensuales estocásticos"

Herrera et al. (2013) desarrollaron la investigación titulada "Red neuronal aplicada a la generación de caudales mensuales estocásticos" en la cuenca Quilca–Chili, Arequipa. El objetivo fue evaluar la capacidad de las redes neuronales artificiales para generar series sintéticas de caudales mensuales en sistemas hidrológicos complejos. La metodología consistió en emplear registros históricos hidrológicos, los cuales fueron utilizados para entrenar una

red neuronal multicapa mediante algoritmos de aprendizaje supervisado; posteriormente, el desempeño del modelo fue evaluado mediante la comparación de los valores observados y simulados utilizando indicadores estadísticos de precisión. Los resultados mostraron que la red neuronal logró reproducir adecuadamente la dinámica temporal de los caudales, representando con aceptable exactitud los patrones hidrológicos de la cuenca. Los autores concluyeron que las redes neuronales artificiales constituyen una herramienta eficiente para la modelación hidrológica y la generación de series sintéticas en cuencas peruanas. El aporte de esta investigación radica en demostrar la aplicabilidad de las redes neuronales multicapa en la representación de procesos hidrológicos de cuencas peruanas, constituyendo un antecedente metodológico para la utilización del MLP como herramienta de estimación en la cuenca del río Yucaes.

"Predicción de caudales en la cuenca del río Chalpi Norte mediante la aplicación de redes neuronales"

Villenas (2020) desarrolló la investigación denominada "Predicción de caudales en la cuenca del río Chalpi Norte mediante la aplicación de redes neuronales". El objetivo fue implementar modelos de redes neuronales para estimar caudales a partir de variables hidrometeorológicas. La metodología consideró la recopilación de información histórica, la selección de variables de entrada y el entrenamiento de diferentes arquitecturas neuronales. Los resultados evidenciaron que determinadas configuraciones de redes neuronales presentaron mejores niveles de ajuste y menores errores de predicción que otras alternativas evaluadas. El autor concluyó que la correcta selección de la arquitectura neuronal constituye un factor determinante para mejorar la capacidad predictiva de los modelos hidrológicos. El aporte de esta investigación radica en demostrar la importancia de definir y evaluar adecuadamente la arquitectura de una red neuronal para alcanzar una elevada capacidad predictiva, criterio aplicado en el desarrollo y evaluación de la arquitectura MLP utilizada para estimar la precipitación máxima diaria anual en la cuenca del río Yucaes.

1.1.3 Precipitación máxima diaria anual (PMDA)

1.1.3.1 Definición

La precipitación máxima diaria anual (PMDA) es el mayor valor de precipitación acumulada en un día que se registra en un lugar o en una cuenca a lo largo de un año. Se expresa como lámina de agua, en milímetros (mm), y representa el evento de lluvia diaria más intenso de cada año (Chow et al., 1988). Al conjunto de estos valores, uno por año, se le denomina serie anual de máximos, y constituye la información básica para el análisis de eventos hidrológicos extremos (Chow et al., 1988; Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008).

Para una serie de precipitación diaria $P_{a,d}$, la PMDA del año a se obtiene como:

$$\text{PMDA}_a = \max_{d \in a} \left(P_{a,d} \right), \qquad a = 1, 2, \ldots, n \tag{1.1}$$

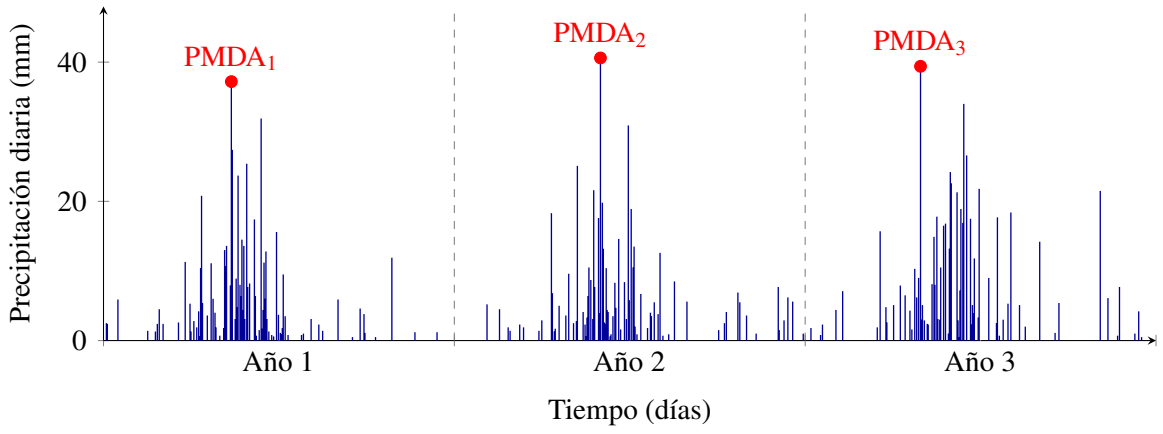
donde:

- PMDA_a: precipitación máxima diaria del año a (mm).
- $P_{a,d}$: precipitación acumulada en el día d del año a (mm).
- n: número de años de la serie.

La Figura 1 ilustra el concepto: de cada año de registro diario se extrae únicamente el valor más alto, de modo que una serie de 365 valores por año se resume en un solo dato anual.

Figura 1

Obtención de la PMDA a partir de una serie de precipitación diaria



Nota. Serie ilustrativa. Las barras representan la precipitación diaria y los puntos rojos, el máximo de cada año. Elaboración propia con base en Chow et al. (1988).

Cuando la precipitación se registra en intervalos fijos de observación (por ejemplo, de 7:00 a 7:00 horas), el máximo diario suele ser menor que el máximo verdadero en 24 horas consecutivas, porque una tormenta puede repartirse entre dos días de lectura. Para corregir este efecto se emplea el factor de Weiss (1964), que multiplica el valor diario por 1,13, criterio

que recoge el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2008) para el diseño de obras de drenaje. En esta investigación la PMDA se trabajó con los valores diarios del producto empleado, sin aplicar dicho factor.

1.1.3.2 Importancia de la PMDA en la ingeniería hidrológica

La PMDA es el principal insumo para el diseño hidrológico en cuencas donde no se dispone de registros de lluvia de corta duración. A partir de ella se estiman las precipitaciones de diseño para distintos períodos de retorno, se construyen las curvas intensidad–duración–frecuencia (IDF) y se generan los hietogramas de diseño con los que se calculan los caudales máximos (Chow et al., 1988). En el Perú, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2008) establece este procedimiento para el dimensionamiento de alcantarillas, cunetas, puentes y defensas ribereñas. Por ello, un error en la estimación de la PMDA se traslada directamente al tamaño de las obras: si se subestima, aumenta el riesgo de falla e inundación; si se sobreestima, se incrementan los costos de construcción.

1.1.3.3 La PMDA como variable aleatoria de valores extremos

Desde el punto de vista estadístico, la PMDA es una variable aleatoria continua que pertenece a la familia de los valores extremos, ya que cada dato corresponde al máximo de un conjunto de observaciones diarias (Coles, 2001; Gumbel, 1958). Su análisis tradicional consiste en ajustar una función de distribución de probabilidades a la serie anual de máximos y estimar el valor asociado a un período de retorno T. La distribución más utilizada es la de Gumbel o de valores extremos tipo I:

$$F(x) = \exp\left[-\exp\left(-\frac{x-u}{\alpha}\right)\right] \tag{1.2}$$

cuyos parámetros, estimados por el método de momentos, son:

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}\,s}{\pi}, \qquad u = \bar{x} - 0{,}5772\,\alpha \tag{1.3}$$

donde $F(x)$ es la probabilidad de no excedencia, $\bar{x}$ y s son la media y la desviación estándar de la serie de PMDA, u es el parámetro de posición y α el de escala (Chow et al., 1988). La precipitación asociada a un período de retorno T se obtiene como:

$$x_T = u - \alpha \ln\left[-\ln\left(1 - \frac{1}{T}\right)\right] \tag{1.4}$$

Otras distribuciones empleadas son la log-normal, la log-Pearson tipo III y la generalizada de valores extremos (GEV) (Chow et al., 1988; Coles, 2001). Estos métodos suponen que la serie es estacionaria, independiente y suficientemente larga, condiciones que con frecuencia no se cumplen en cuencas andinas con pocas estaciones o registros cortos.

1.1.3.4 Factores que condicionan la PMDA

La magnitud de la PMDA depende de factores climáticos y fisiográficos. Entre los climáticos destacan la estacionalidad de las lluvias, la ocurrencia de sistemas convectivos y la influencia de fenómenos de variabilidad interanual como El Niño–Oscilación del Sur. Entre los fisiográficos, el más importante en zonas de montaña es el *efecto orográfico*: cuando el aire húmedo asciende sobre el relieve se enfría, se condensa y precipita, por lo que la lluvia varía con la altitud, la pendiente y la orientación de las laderas respecto a los vientos húmedos (Roe, 2005).

Este efecto es la base física que vincula la PMDA con los parámetros morfométricos de una cuenca. Los parámetros de relieve, como las elevaciones máxima, mínima y media y la pendiente media, describen directamente las condiciones que favorecen el ascenso orográfico. Los parámetros de geometría, forma y red de drenaje describen la extensión, la posición y el grado de disección del relieve, por lo que actúan como descriptores indirectos de la exposición de la cuenca a las masas de aire húmedo. En los Andes del sur del Perú, el aire húmedo proviene principalmente de la Amazonía, lo que genera fuertes contrastes de precipitación entre cuencas cercanas (Aybar et al., 2020a; Roe, 2005).

1.1.3.5 Fuente de información: producto grillado PISCOp

Ante la escasez de estaciones pluviométricas, el SENAMHI desarrolló el producto PISCOp (*Peruvian Interpolated data of the SENAMHI's Climatological and hydrological Observations*), que proporciona precipitación diaria para todo el territorio peruano desde 1981, con una resolución espacial de 0,1° (aproximadamente 10 km). El producto combina registros de estaciones con estimaciones satelitales y climatologías de precipitación mediante técnicas de interpolación geoestadística (Aybar et al., 2020a).

En esta investigación, la PMDA de cada subcuenca se obtuvo a partir de la serie diaria de PISCOp, extrayendo para cada año el valor máximo según la Ecuación 1.1. Al tratarse de un producto grillado, cada valor representa la precipitación promedio de una celda y no un registro puntual, por lo que suaviza los extremos locales. Esta característica debe considerarse al interpretar las estimaciones del modelo.

1.1.3.6 La PMDA como variable de salida del modelo MLP

En el modelo propuesto, la PMDA es la variable dependiente. Para cada subcuenca i se dispone de un vector de 25 parámetros morfométricos $\mathbf{x}_i$ y de un vector de 36 valores anuales de PMDA $\mathbf{y}_i$, correspondientes al período 1981–2016. El Perceptrón Multicapa aprende una función no lineal f que relaciona ambos vectores:

$$\mathbf{y}_i = f(\mathbf{x}_i) + \boldsymbol{\varepsilon}_i, \qquad \mathbf{x}_i \in \mathbb{R}^{25}, \quad \mathbf{y}_i \in \mathbb{R}^{36} \tag{1.5}$$

donde $\mathbf{y}_i = [\text{PMDA}_{1981}, \text{PMDA}_{1982}, \ldots, \text{PMDA}_{2016}]$ y $\boldsymbol{\varepsilon}_i$ es el vector de errores de estimación. A diferencia del análisis de frecuencias, este enfoque no supone una distribución de probabilidades predefinida ni relaciones lineales, y permite estimar la PMDA de una cuenca a partir de sus características físicas.

1.1.3.7 Métricas de evaluación de la PMDA estimada

La concordancia entre la PMDA de referencia O_k y la estimada por el modelo E_k, para $k = 1, \ldots, m$ datos, se evaluó mediante las métricas de la Tabla 1 (Moriasi et al., 2007).

Tabla 1

Métricas de evaluación del desempeño en la estimación de la PMDA

Métrica	Ecuación	Unidad	Valor ideal
Coeficiente de determinación	$R^2 = 1 - \frac{\sum(O_k - E_k)^2}{\sum(O_k - \bar{O})^2}$	–	1
Error absoluto medio	$\text{MAE} = \frac{1}{m}\sum \lvert O_k - E_k \rvert$	mm	0
Raíz del error cuadrático medio	$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{m}\sum(O_k - E_k)^2}$	mm	0
Error porcentual absoluto medio	$\text{MAPE} = \frac{100}{m}\sum \left\lvert \frac{O_k - E_k}{O_k} \right\rvert$	‰	0

Nota. O_k: PMDA de referencia (PISCOp); E_k: PMDA estimada por el modelo; $\bar{O}$: media de los valores de referencia; m: número de datos. Adaptado de Moriasi et al. (2007).

El MAE y el RMSE expresan el error en milímetros; el RMSE penaliza más los errores grandes, por lo que es sensible a la estimación de los valores extremos. El MAPE expresa el error relativo y permite comparar el desempeño entre cuencas con distinta magnitud de lluvia, mientras que el R^2 indica la proporción de la variabilidad de la PMDA explicada por el modelo.

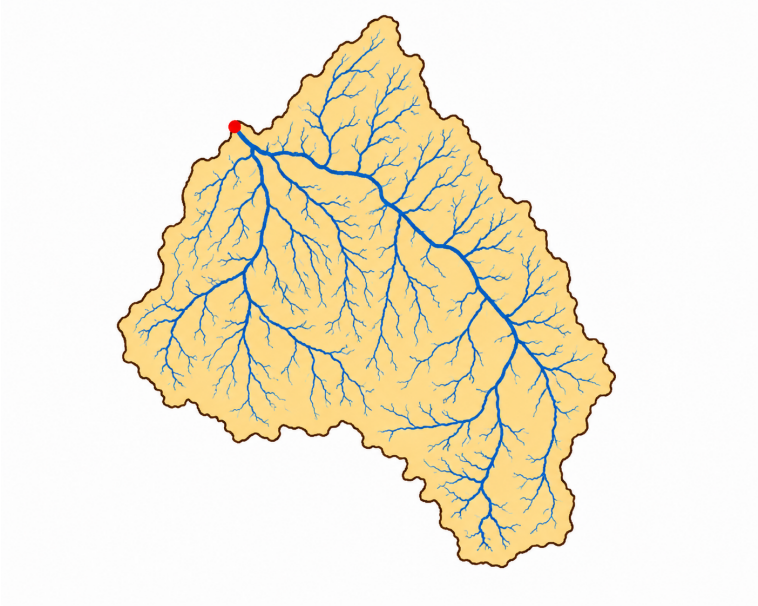
1.1.4 Cuenca hidrográfica

1.1.4.1 Definición

Según Fiering y Jackson (1971), una cuenca hidrográfica es el territorio delimitado por una divisoria de aguas en el que la escorrentía superficial converge hacia un punto de salida común. Desde el punto de vista hidrológico, la cuenca funciona como un sistema: recibe la precipitación como entrada, la transforma mediante procesos de intercepción, infiltración, evapotranspiración y escurrimiento, y la entrega como caudal en su punto de salida (Chow et al., 1988). Por ello, la cuenca es la unidad territorial básica para el estudio de la precipitación, la escorrentía y el diseño de obras hidráulicas.

Figura 2

Cuenca hidrográfica



Nota. Adaptado de Fiering & Jackson (1971).

1.1.4.2 Unidades hidrográficas: cuenca, subcuenca y microcuenca

Una cuenca puede dividirse en unidades de drenaje de menor tamaño que mantienen la misma lógica: cada una tiene su propia divisoria de aguas, su red de drenaje y su punto de salida. Según su posición en esta jerarquía, se distinguen las siguientes unidades:

Cuenca Es la unidad de mayor jerarquía, cuyo cauce principal desemboca en el mar, en un lago o en un río de orden superior. Agrupa a todas las subcuencas y microcuencas que drenan hacia su punto de salida.

Subcuenca Es el área de drenaje de un afluente que entrega sus aguas al cauce principal de la cuenca. Funciona como una cuenca dentro de otra mayor y tiene su propio punto de salida

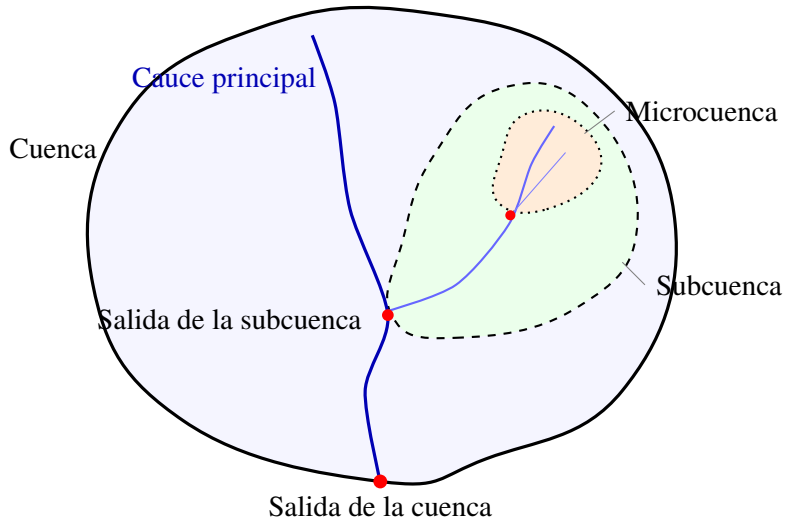
en la confluencia con el río principal o en un punto de control definido.

Microcuenca Es la unidad de drenaje más pequeña, correspondiente a una quebrada o a un afluente menor que entrega sus aguas a una subcuenca. Por su tamaño reducido, responde rápidamente a lluvias intensas de corta duración y es la escala habitual de la planificación local del uso del agua y del suelo.

La diferencia entre estas unidades es relativa y depende de la escala de análisis: un mismo territorio puede considerarse cuenca en un estudio local y subcuenca en un estudio regional. Lo que define a cada unidad es su relación de drenaje con las demás, no un área fija (Fiering & Jackson, 1971). La Figura 3 muestra esta jerarquía y la Tabla 2 resume sus características.

Figura 3

Jerarquía de las unidades hidrográficas



Nota. Los puntos rojos indican el punto de salida de cada unidad. Elaboración propia.

Tabla 2

Características de las unidades hidrográficas

Unidad	Descripción	Punto de salida	Respuesta hidrológica
Cuenca	Unidad mayor que agrupa a subcuencas y microcuencas.	Mar, lago o río de orden superior.	Lenta; importante efecto de almacenamiento en el cauce.
Subcuenca	Área de drenaje de un afluente del cauce principal.	Confluencia con el río principal o punto de control.	Intermedia.

Unidad	Descripción	Punto de salida	Respuesta hidrológica
Microcuenca	Área de drenaje de una quebrada o afluente menor.	Confluencia con el cauce de la subcuenca.	Rápida; sensible a lluvias intensas de corta duración.

Nota. Elaboración propia con base en Fiering y Jackson (1971).

1.1.4.3 Unidades hidrográficas del Perú y método Pfafstetter

En el Perú, la delimitación oficial de las cuencas se basa en el método de Otto Pfafstetter, aprobado por la Autoridad Nacional del Agua mediante la R.M. N.° 033-2008-AG a partir de la delimitación elaborada por el INRENA (Autoridad Nacional del Agua, 2008). Este método divide sucesivamente cada unidad de drenaje en nueve unidades menores (cuatro cuencas, correspondientes a los cuatro afluentes de mayor área, y cinco intercuencas) y les asigna un código numérico que crece en un dígito por cada nivel de subdivisión. De este modo, el código de una unidad identifica a todas las unidades mayores a las que pertenece (Autoridad Nacional del Agua, 2008).

Según esta delimitación, el territorio peruano drena hacia tres vertientes y se organiza en 159 unidades hidrográficas principales (Tabla 3).

Tabla 3

Vertientes hidrográficas del Perú

Vertiente	Superficie (10^3 km^2)	Superficie (%)	Unidades hidrográficas
Pacífico	279,70	21,76	62
Amazonas (Atlántico)	958,50	74,58	84
Titicaca	47,00	3,66	13
Total	**1 285,20**	**100,00**	**159**

Nota. Adaptado de Autoridad Nacional del Agua (2013).

La cuenca del río Yucaes pertenece a la vertiente del Amazonas (Atlántico): sus aguas drenan hacia el río Apurímac, que forma parte del sistema del río Amazonas.

1.1.4.4 Elementos de la cuenca

Divisoria de aguas o parteaguas Es la línea topográfica que une los puntos más altos del relieve y separa el escurrimiento superficial de cuencas vecinas (Fiering & Jackson, 1971).

Define el límite y, por tanto, el área y el perímetro de la cuenca.

Punto de salida o punto de control Es el punto del cauce hacia el que converge todo el escurrimiento de la cuenca. Puede ser una desembocadura natural o un punto elegido por el interés del estudio, como una estación hidrométrica o un puente. Su ubicación determina el área de aporte que se delimita aguas arriba.

Cauce principal Es el curso seleccionado como eje de drenaje de la cuenca y conectado con su punto de salida (Fiering & Jackson, 1971). En esta investigación corresponde a la sucesión de tramos más larga que une una fuente con el punto de salida.

Red de drenaje Es el conjunto de cauces, permanentes o temporales, que transportan el escurrimiento hacia el cauce principal. Su grado de desarrollo se describe mediante el orden de las corrientes, el número y la longitud de los cauces y la densidad de drenaje.

Zonas de la cuenca Según la elevación relativa, la cuenca se divide en cuenca alta o de recepción, donde se capta la mayor parte de la precipitación; cuenca media o de transporte, de mayor pendiente y flujo torrencial; y cuenca baja o de depósito, de menor pendiente y con llanura de inundación (Fiering & Jackson, 1971).

1.1.4.5 Clasificación de las cuencas

Según el tamaño Fiering y Jackson (1971) distingue entre cuencas grandes, con un área mayor a 250 km^2, en las que predominan las características fisiográficas y el almacenamiento en el cauce, y cuencas pequeñas, con un área menor a 250 km^2, cuya respuesta depende de las características del suelo y que reaccionan ante lluvias intensas de corta duración. Con este criterio, la cuenca del río Yucaes (733,64 km^2) es una cuenca grande.

Según la salida Las cuencas exorreicas vierten sus aguas a otro río o al mar, mientras que las endorreicas tienen su salida dentro de sus propios límites, generalmente en un lago (Fiering & Jackson, 1971).

Según la elevación En las cuencas andinas se distinguen la cuenca alta, media y baja, descritas en los elementos de la cuenca (Fiering & Jackson, 1971).

1.1.4.6 Delimitación de cuencas a partir de modelos digitales de elevación

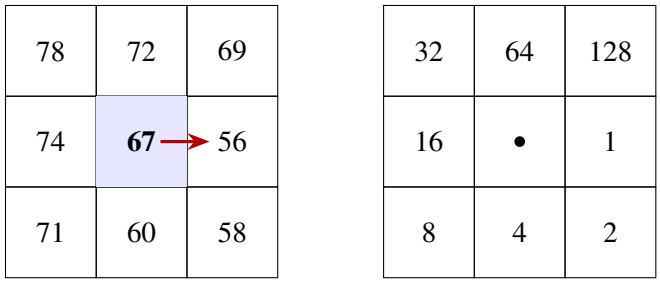
La delimitación automatizada de cuencas se realiza a partir de un modelo digital de elevación (MDE), una matriz de celdas en la que cada celda almacena la altitud del terreno. El procedimiento, implementado en los sistemas de información geográfica, comprende las siguientes etapas (Jenson & Domingue, 1988; O'Callaghan & Mark, 1984):

1. **Relleno de depresiones:** se eliminan las celdas o grupos de celdas rodeados por celdas más altas, que interrumpen el flujo y suelen ser errores del MDE.
2. **Dirección de flujo:** a cada celda se le asigna la dirección hacia la celda vecina de mayor pendiente descendente, entre las ocho que la rodean (método D8).
3. **Acumulación de flujo:** se calcula, para cada celda, el número de celdas que drenan hacia ella.
4. **Extracción de la red de drenaje:** se consideran cauces las celdas cuya acumulación supera un umbral definido.
5. **Delimitación:** a partir del punto de salida, se identifican todas las celdas que drenan hacia él, cuyo conjunto conforma la cuenca.

La Figura 4 ilustra el método D8: la dirección de flujo de la celda central se asigna hacia la vecina con la mayor pendiente descendente, calculada como la diferencia de altitud dividida entre la distancia entre centros de celda.

Figura 4

Asignación de la dirección de flujo mediante el método D8



Nota. La celda central (67 m) drena hacia el este (56 m), que presenta la mayor pendiente descendente; su código de dirección es 1. Elaboración propia con base en Jenson & Domingue (1988).

El resultado depende de la resolución del MDE y del umbral de acumulación elegido: un umbral bajo genera una red de drenaje más densa y un mayor número de cauces de primer orden, lo que influye en los parámetros de la red hidrográfica.

1.1.4.7 La subcuenca como unidad de análisis de la investigación

En esta investigación, la subcuenca es la unidad de análisis. A partir de un MDE de 30 m de resolución, se delimitaron 499 subcuencas en la región Ayacucho y zonas adyacentes, tomando como punto de salida la ubicación de las estaciones del SENAMHI. Para cada subcuenca se calcularon sus parámetros morfométricos y se obtuvo su serie de PMDA, de modo que cada una constituye un registro de la base de datos empleada para entrenar el modelo.

Este planteamiento se sustenta en el principio de similitud hidrológica, según el cual las cuencas con características fisiográficas y climáticas semejantes tienden a presentar un comportamiento hidrológico similar. Este principio es la base de los métodos de regionalización, que permiten transferir información desde cuencas con datos hacia cuencas con información escasa o nula (Merz & Blöschl, 2004). De esta forma, el modelo entrenado con las 499 subcuencas se aplicó a la cuenca del río Yucaes, delimitada hasta el puente Muyurina, para estimar su PMDA a partir de sus propios parámetros morfométricos.

1.1.4.8 Clasificación de cuencas

Según el tamaño En función de su extensión, las cuencas se agrupan en grandes y pequeñas.

- **Cuenca grande**: De acuerdo con Fiering y Jackson (1971), corresponde a la cuenca con una superficie mayor a 250 km^2, en la que prevalecen las características fisiográficas, como la pendiente, la elevación, el área y el cauce, y en la que el almacenamiento en el cauce tiene un efecto considerable (p.14).

- **Cuenca pequeña**: De acuerdo con Fiering y Jackson (1971), corresponde a la cuenca con una superficie menor a 250 km^2, cuya forma y volumen de escurrimiento dependen de las propiedades físicas del suelo, y que reacciona ante lluvias intensas de corta duración (p.14).

Según la salida Considerando el lugar hacia donde drenan sus aguas, las cuencas se dividen en endorreicas y exorreicas Fiering y Jackson (1971).

- **Cuencas endorreicas**: De acuerdo con Fiering y Jackson (1971), son aquellas cuyo punto de salida se localiza al interior de sus propios límites, por lo general en un lago (p.14).

- **Cuencas exorreicas**: De acuerdo con Fiering y Jackson (1971), son aquellas cuyo punto de salida se sitúa en el límite de la cuenca, desde donde el agua puede verter a otro curso de agua o al mar (p.14).

Según la elevación Otra clasificación, especialmente útil en las cuencas andinas, toma en cuenta la altitud relativa de sus sectores y distingue entre cuenca alta, media y baja.

- **Cuenca alta**: De acuerdo con Fiering y Jackson (1971):

  > También conocida como cuenca de cabecera o de recepción, es la zona que, debido a su ubicación, recibe y retiene la mayor parte de la precipitación en los nevados y glaciares de sus cumbres, así como en las lagunas y embalses de las altiplanicies; presenta además una vegetación característica de pastos o bosques y una baja presión demográfica (p.14).

- **Cuenca media**: De acuerdo con Fiering y Jackson (1971), es la zona de pendiente relativamente más pronunciada, cuyo caudal se caracteriza por corrientes torrenciales y turbulentas; se le conoce también como zona de escurrimiento o de transporte de sedimentos (p.15).

- **Cuenca baja**: De acuerdo con Fiering y Jackson (1971), es la zona de pendiente relativamente menor, con flujo continuo, un cauce bien definido y una extensa llanura de inundación; suele llamarse zona de depósito o cono de deyección (p.15).

1.1.4.9 Elementos de las cuencas

Los elementos que conforman una cuenca son la divisoria de aguas o parteaguas, el área de la cuenca y el cauce principal.

- **Parteaguas o divisoria de aguas**: Fiering y Jackson (1971): La divisoria de aguas es la línea topográfica que delimita el escurrimiento superficial entre cuencas vecinas.

- **Cauce principal de una cuenca**: Fiering y Jackson (1971), el cauce principal es la corriente elegida como eje de drenaje de la cuenca, que se conecta con su punto de salida. Para identificarlo, debe señalarse el criterio empleado, ya sea la longitud del recorrido o la jerarquía dentro de la red de drenaje.

1.1.4.10 Características morfométricas de la cuenca

En los párrafos siguientes se exponen los conceptos de los parámetros morfométricos y las principales características morfométricas de la cuenca vinculadas con las variables consideradas en la presente investigación:

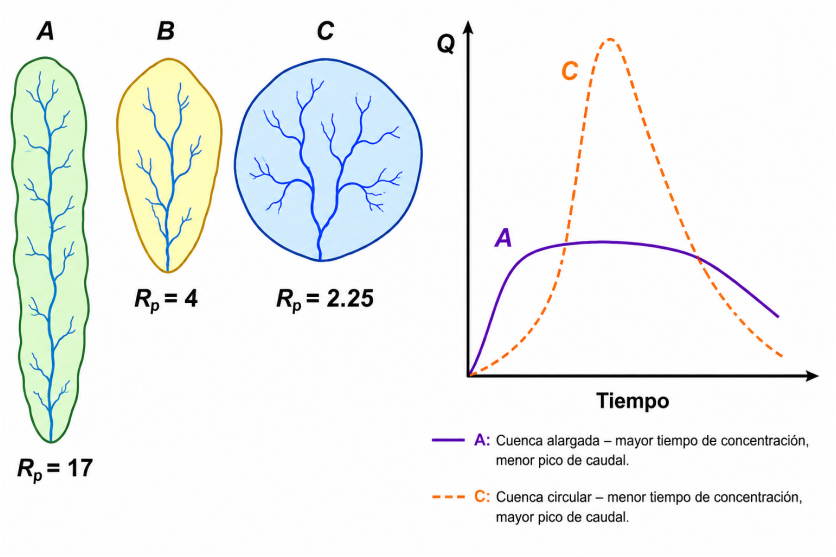
Área de la cuenca (A) , el área de la cuenca es la superficie encerrada por la divisoria de aguas, medida sobre un plano horizontal. En este estudio se reporta en kilómetros cuadrados (km^2).

Perímetro de la cuenca (P) , el perímetro es la longitud del contorno que delimita la cuenca. Se reporta en kilómetros (km).

Forma de la cuenca La forma de la cuenca condiciona el tránsito de las avenidas generadas por la escorrentía y depende de la relación de bifurcación, tal como se muestra en la siguiente figura.

Figura 5

Forma de la cuenca



Nota. Adaptado de Fiering & Jackson (1971) .

1.1.4.11 Parámetros de relieve

En esta sección se definen los parámetros de relieve, entre ellos la pendiente de la cuenca.

Pendiente media de la cuenca La pendiente media expresa el grado de inclinación promedio del terreno al interior de la cuenca. Su magnitud varía según el método de cálculo, la resolución del modelo digital de elevación y las unidades utilizadas.

Índice de pendiente (Ip) (M. Roche) El índice de pendiente es una ponderación entre las pendientes del terreno y la distancia recorrida por el río. A partir de este valor es posible inferir la granulometría del material del cauce, y también representa, en cierta medida, el relieve de la cuenca. Se calcula a partir del rectángulo equivalente con la siguiente ecuación (Fiering & Jackson, 1971, p.24).

$$\begin{aligned} \mathrm{Ip} &= \sum_{i=2}^{n} \sqrt{\beta_i (a_i - a_{i-1})} * \frac{1}{\sqrt{L}} \\ \beta_i &= \frac{A_i}{A_T} \end{aligned} \tag{1.6}$$

Donde: Ip = índice de pendiente

n = cantidad de curvas de nivel presentes en el rectángulo equivalente, considerando los extremos (lados menores)

c1, c2, c3, . . ., cn = altitudes de las n curvas de nivel consideradas (km)

β_i = proporción del área total de la cuenca situada entre las cotas $a_i - a_{i-1}$

L = longitud del lado mayor del rectángulo equivalente (km)

A_i = área comprendida entre curvas de nivel

A_T = área total de la cuenca

Clasificación de pendientes en una cuenca A partir del valor de la pendiente, el relieve o la topografía del terreno puede clasificarse de acuerdo con la tabla siguiente (Fiering & Jackson, 1971, p.27).

Tabla 4

Tipo de pendiente en una cuenca

Pendiente (%)	Tipo de terreno
2	Plano
5	Suave
10	Accidentado medio
15	Accidentado
25	Fuertemente accidentado
50	Escarpado
>50	Muy escarpado

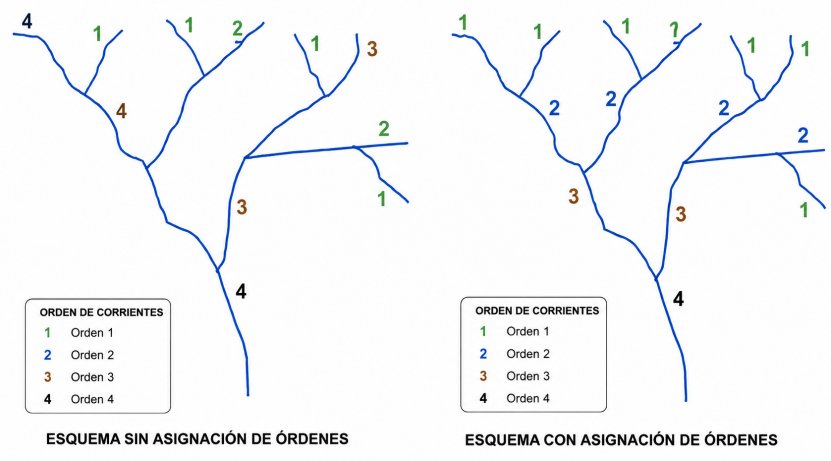
Nota: Adaptado de Fiering y Jackson (1971)

1.1.4.12 Parámetros de la red hidrográfica de la cuenca

Se trata de un valor que expresa el nivel de ramificación de la red de drenaje. Para jerarquizar los cauces de una cuenca hidrográfica existen varios criterios, entre los que destacan los sistemas de Horton y de Strahler (Fiering & Jackson, 1971, p.32).

Figura 6

Red hidrográfica de la cuenca



Nota. Adaptado de Fiering & Jackson (1971) .

Frecuencia de la corriente de primer orden Corresponde al cociente entre la magnitud de la red de corrientes y el área de la cuenca.

Longitud total de la corriente (L) Equivale a la suma de las longitudes de todas las ramas de la red.

Orden de las corrientes El orden de las corrientes indica la jerarquía de los cauces dentro de la red de drenaje. Según el método de Strahler, los cauces que no reciben tributarios son de primer orden. Cuando se unen dos cauces de igual orden, el orden aumenta en una unidad; cuando confluyen cauces de orden diferente, se mantiene el mayor.

Longitud media de la ladera Corresponde al promedio de las distancias medidas en la dirección del flujo desde cada punto que no forma parte de la red fluvial hasta el lugar donde se incorpora a ella.

Pendiente media del cauce principal (S_m) Es el cociente entre el desnivel total del cauce principal, es decir, la diferencia entre la cota máxima (Hmax) y la cota mínima (Hmin), y su longitud L (Fiering & Jackson, 1971, p.35).

$$S_m = \frac{H_{max} - H_{min}}{L} \tag{1.7}$$

1.1.4.13 Tiempo de concentración

El tiempo de concentración es el tiempo que tarda el flujo en desplazarse desde el punto hidráulicamente más distante de la cuenca hasta su salida. Al estimarlo, debe indicarse la fórmula empleada, así como sus variables, unidades y condiciones de aplicación.

Kirpich

$$Tc = 0{,}06626 \left(\frac{{L_p}^2}{s} \right)^{0{,}385} \tag{1.8}$$

Témez

$$Tc = 0{,}126 \left(\frac{L_p}{{s_p}^{0{,}35}} \right)^{0{,}75} \tag{1.9}$$

Pasini

$$Tc = 0{,}023 \left(\frac{AL_p}{s_p} \right)^{0{,}5} \tag{1.10}$$

Pizarro

$$Tc = 13{,}548 \left(\frac{L^2}{H} \right)^{0{,}77} \tag{1.11}$$

1.1.5 Cálculo de los parámetros morfométricos

Los 25 parámetros morfométricos utilizados como variables de entrada del modelo se calcularon de forma automatizada a partir del modelo digital de elevación, siguiendo las definiciones del módulo *r.basin* de GRASS GIS (Di Leo et al., 2010) y el análisis hortoniano de la red de drenaje (Horton, 1945; Jasiewicz & Metz, 2011; Strahler, 1957). La Tabla 5 resume cada parámetro con su código, símbolo y unidad.

Tabla 5

Parámetros morfométricos empleados como variables de entrada

Código	Parámetro	Símbolo	Unidad
E1	Área de la cuenca	A	km^2
E2	Perímetro de la cuenca	P	km
E3	Elevación máxima	$H_{máx}$	m s.n.m.
E4	Elevación mínima	$H_{mín}$	m s.n.m.
E5	Elevación media	$\bar{H}$	m s.n.m.
E6	Pendiente media de la cuenca	$\bar{s}$	‰
E7	Longitud del vector de dirección	L_v	km
E8	Coeficiente de compacidad	K_c	–
E9	Relación de circularidad	R_c	–
E10	Diámetro topológico	N	–
E11	Relación de elongación	R_e	–
E12	Factor de forma	F_f	km
E13	Tiempo de concentración (Giandotti)	T_c	h
E14	Longitud del cauce principal	L	km
E15	Pendiente media del cauce principal	S_c	‰
E16	Longitud media de la ladera	$\bar{l}_h$	m
E17	Orden máximo de Strahler	Ω	–
E18	Número de corrientes	N_t	–
E19	Longitud total de corrientes	L_t	km
E20	Frecuencia de corrientes de primer orden	F_1	km^{-2}
E21	Densidad de drenaje	D_d	km^{-1}
E22	Relación de bifurcación	$\bar{R}_b$	–
E23	Relación de longitudes	$\bar{R}_L$	–
E24	Relación de áreas	$\bar{R}_A$	–
E25	Relación de pendientes	$\bar{R}_S$	–

Nota. Elaborado con base en Di Leo et al. (2010) y Jasiewicz & Metz (2011).

Longitud del vector de dirección (E7) La longitud del vector de dirección L_v es la distancia en línea recta entre el punto de salida de la cuenca y su centro de gravedad (Di Leo et al., 2010). Este parámetro describe cuánto se aleja el centro de masa del área de drenaje respecto a la sección de cierre: valores altos indican cuencas alargadas o con el área concentrada lejos de la salida, mientras que valores bajos indican cuencas compactas con el área próxima al punto de cierre (Figura 7).

El centro de gravedad se obtiene como el promedio de las coordenadas de las n celdas del modelo digital de elevación que pertenecen a la cuenca:

$$X_{cg} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i, \qquad Y_{cg} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} y_i \tag{1.12}$$

y la longitud del vector de dirección se calcula como:

$$L_v = \sqrt{\left(X_{cg} - X_s\right)^2 + \left(Y_{cg} - Y_s\right)^2} \tag{1.13}$$

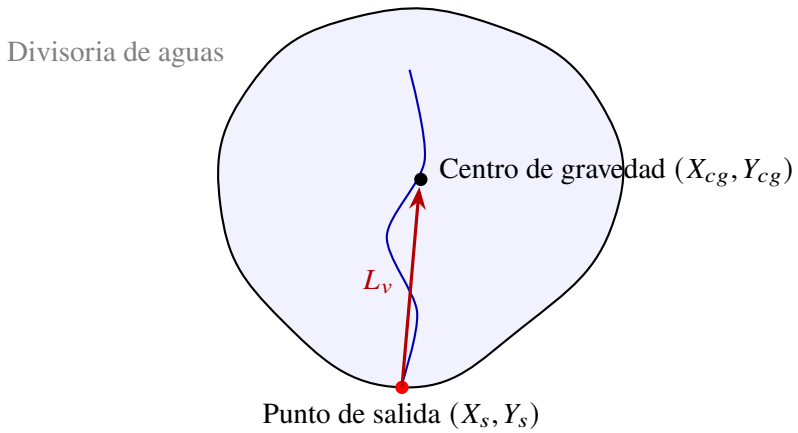
donde:

- L_v: longitud del vector de dirección (km).
- X_{cg}, Y_{cg}: coordenadas UTM del centro de gravedad de la cuenca (m).
- X_s, Y_s: coordenadas UTM del punto de salida (m).
- x_i, y_i: coordenadas UTM de la celda i de la cuenca (m).

Por ejemplo, para la cuenca del río Yucaes, con punto de salida en el puente Muyurina ($X_s = 587\,651{,}92$ m; $Y_s = 8\,550\,248{,}40$ m) y centro de gravedad en $X_{cg} = 602\,852{,}05$ m e $Y_{cg} = 8\,537\,238{,}15$ m, se obtiene $L_v \approx 20{,}01$ km.

Figura 7

Longitud del vector de dirección



Nota. Tomado con base en Di Leo et al. (2010).

Diámetro topológico (E10) En el análisis topológico de redes de drenaje, la red se representa como un conjunto de *nodos* (fuentes, confluencias y salida) unidos por *enlaces* o tramos de cauce. Un enlace es el segmento de cauce comprendido entre dos nodos consecutivos, sin confluencias intermedias (Shreve, 1966). El diámetro topológico N es el número de enlaces

en que las confluencias dividen al cauce principal, desde su fuente hasta el punto de salida (Di Leo et al., 2010):

$$N = n_{conf} + 1 \tag{1.14}$$

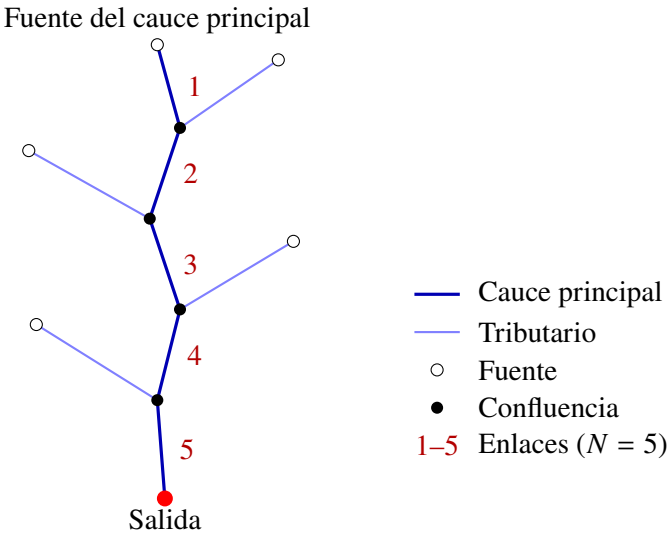
donde:

- N: diámetro topológico (adimensional).
- n_{conf}: número de confluencias de tributarios a lo largo del cauce principal.

El diámetro topológico mide el grado de desarrollo de la red de drenaje a lo largo del cauce principal: valores altos indican que este recibe numerosos tributarios y que la red está muy ramificada; valores bajos corresponden a redes simples o poco desarrolladas. En la Figura 8, el cauce principal recibe cuatro tributarios, por lo que queda dividido en cinco enlaces ($N = 5$). Este parámetro también interviene en el cálculo de la pendiente media del cauce principal como el número de tramos en que se divide dicho cauce (Di Leo et al., 2010).

Figura 8

Diámetro topológico del cauce principal



Nota. Tomado con base en Shreve (1966) y Di Leo et al. (2010).

Tiempo de concentración según Giandotti (E13) El método de Giandotti (1934) estima el tiempo de concentración a partir del área de la cuenca, la longitud del cauce principal y el desnivel de la cuenca. Fue desarrollado para cuencas italianas y es ampliamente utilizado en cuencas de montaña. En esta investigación se aplicó en la forma implementada por Di Leo et al. (2010):

$$T_c = \frac{4\sqrt{A} + 1{,}5\,L}{0{,}8\sqrt{H}} \tag{1.15}$$

cuyas variables se describen en la Tabla 6.

Tabla 6

Variables de la ecuación de Giandotti

Símbolo	Descripción	Unidad
T_c	Tiempo de concentración	h
A	Área de la cuenca (E1)	km^2
L	Longitud del cauce principal (E14)	km
H	Desnivel de la cuenca: $H = H_{máx} - H_{mín}$ (E3 – E4)	m

Nota. Adaptado de Giandotti (1934) y Di Leo et al. (2010).

En la formulación original de Giandotti (1934), H corresponde a la diferencia entre la elevación media de la cuenca y la cota de la sección de salida ($\bar{H} - H_{mín}$). La versión implementada en *r.basin*, empleada en esta investigación, utiliza el desnivel total $H_{máx} - H_{mín}$, por lo que los valores obtenidos son menores que los de la expresión original. Dado que este criterio se aplicó de manera uniforme a las 499 subcuencas, los valores son comparables entre sí como variable de entrada del modelo.

Por ejemplo, para la subcuenca Carhuanca (A = 23,204 km^2; L = 4,580 km; $H_{máx}$ = 4 111,82 m; $H_{mín}$ = 2 589,23 m):

$$T_c = \frac{4\sqrt{23{,}204} + 1{,}5\,(4{,}580)}{0{,}8\sqrt{4\,111{,}82 - 2\,589{,}23}} = \frac{26{,}14}{31{,}22} = 0{,}837 \text{ h}$$

Longitud media de la ladera (E16) La longitud media de la ladera $\bar{l}_h$ es el promedio de las distancias que recorre el flujo, siguiendo la dirección de máxima pendiente, desde cada celda que no pertenece a la red de drenaje hasta el punto donde se incorpora a un cauce (Di Leo et al., 2010):

$$\bar{l}_h = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^{m} d_j \tag{1.16}$$

donde:

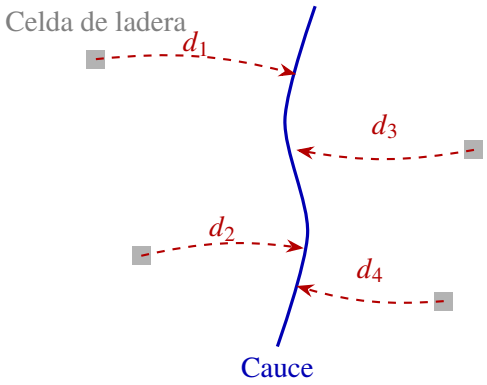
- $\bar{l}_h$: longitud media de la ladera (m).
- d_j: distancia recorrida por el flujo desde la celda j hasta la red de drenaje (m).
- m: número de celdas de la cuenca que no pertenecen a la red de drenaje.

Este parámetro representa la longitud del recorrido del flujo superficial antes de concentrarse en los cauces. Se relaciona inversamente con la densidad de drenaje: una red densa reduce la distancia que recorre el agua sobre las laderas (Figura 9).

Frecuencia de corrientes de primer orden (E20) La frecuencia de corrientes de primer orden F_1 relaciona el número de corrientes de primer orden según Strahler, denominado

Figura 9

Recorridos del flujo sobre la ladera hasta la red de drenaje



Nota. Tomado con base en Di Leo et al. (2010).

también magnitud de la red, con el área de la cuenca (Di Leo et al., 2010):

$$F_1 = \frac{N_1}{A} \tag{1.17}$$

donde N_1 es el número de corrientes de primer orden y A el área de la cuenca (km^2). Su unidad es km^{-2}. Valores altos indican una red con abundantes cauces de cabecera, asociada a laderas empinadas y a una respuesta hidrológica rápida.

Coeficiente de compacidad y factor de forma (E8 y E12) En la implementación empleada, el coeficiente de compacidad se calcula como la relación entre el perímetro de la cuenca y el *diámetro* del círculo de igual área (Di Leo et al., 2010):

$$K_c = \frac{P}{2\sqrt{A/\pi}} \tag{1.18}$$

Esta expresión equivale a π veces el coeficiente de Gravelius, que divide el perímetro entre la circunferencia del círculo de igual área. Por ello, K_c toma valores mayores o iguales a π, y su valor mínimo corresponde a una cuenca perfectamente circular.

El factor de forma se obtuvo como la relación entre el área de la cuenca y la longitud del cauce principal:

$$F_f = \frac{A}{L} \tag{1.19}$$

donde A es el área (km^2) y L la longitud del cauce principal (km). A diferencia del factor de forma de Horton (A/L^2, adimensional), esta expresión tiene unidades de longitud (km). Ambos parámetros se aplicaron con el mismo criterio a todas las subcuencas, por lo que son comparables como variables de entrada.

Relaciones de Horton para la cuenca (E22 – E25) Las ecuaciones de las relaciones de bifurcación, longitudes, áreas y pendientes proporcionan un valor para cada par de órdenes consecutivos u y $u + 1$. Para obtener un único valor representativo de cada cuenca, se calcula el promedio de las relaciones entre órdenes consecutivos (Jasiewicz & Metz, 2011):

$$\bar{R}_x = \frac{1}{\Omega - 1} \sum_{u=1}^{\Omega-1} R_{x,u}, \qquad x \in \{b, L, A, S\} \tag{1.20}$$

donde Ω es el orden máximo de Strahler de la cuenca y $R_{x,u}$ es la relación correspondiente entre los órdenes u y $u + 1$. La Tabla 7 resume el sentido de cada cociente.

Tabla 7

Relaciones de Horton empleadas como variables de entrada

Código	Relación	Cociente por orden	Comportamiento esperado
E22	Bifurcación (R_b)	N_u/N_{u+1}	$R_b > 1$: menos corrientes en órdenes altos
E23	Longitudes (R_L)	$\bar{L}_{u+1}/\bar{L}_u$	$R_L > 1$: corrientes más largas en órdenes altos
E24	Áreas (R_A)	$\bar{A}_{u+1}/\bar{A}_u$	$R_A > 1$: mayor área drenada en órdenes altos
E25	Pendientes (R_S)	$\bar{S}_u/\bar{S}_{u+1}$	$R_S > 1$: menor pendiente en órdenes altos

Nota. Adaptado de Horton (1945), Strahler (1957) y Jasiewicz & Metz (2011).

La relación de pendientes se expresa con el orden menor en el numerador porque la pendiente de los cauces disminuye al aumentar el orden; de este modo, las cuatro relaciones resultan mayores que la unidad en redes de drenaje bien desarrolladas. En las subcuencas con orden máximo $\Omega = 1$, no existen órdenes consecutivos que comparar y las relaciones se registran con valor cero. En cuencas naturales, la relación de bifurcación suele variar entre 3 y 5 (Strahler, 1957).

Parámetros dependientes del procedimiento Para la orientación de la cuenca, el diámetro topológico, la longitud de la ladera principal y el tiempo de concentración es necesario precisar el procedimiento utilizado. En el caso de la orientación, deben señalarse los puntos considerados y la referencia angular; en el diámetro topológico, la forma de representar la red y de contabilizar sus enlaces; y en la longitud de ladera, si se trata de una distancia geométrica o de un recorrido del flujo.

El tiempo de concentración debe presentarse indicando el método utilizado, su expresión, las unidades de entrada y salida y los parámetros considerados. Los valores calculados con métodos diferentes no deben intercambiarse sin señalarlo.

1.1.5.1 Precipitación

En la ingeniería hidrológica, la precipitación constituye la principal fuente de agua de la superficie terrestre, y su medición es la base de gran parte de los estudios sobre el aprovechamiento y el control del agua. En este apartado se abordan dos aspectos esenciales de la precipitación: en primer lugar, su proceso de formación y algunos métodos que permiten pronosticarla bajo determinadas condiciones atmosféricas, para lo cual se revisan conceptos básicos de meteorología; y, en segundo lugar, los procedimientos de medición de la precipitación y los distintos criterios para su análisis, síntesis, corrección y tratamiento (Cahuana & Yugar, 2009, p.113).

1.1.5.2 Temperatura del aire atmosférico

La temperatura es un indicador del calentamiento o del enfriamiento del aire, producto del intercambio de calor entre la atmósfera y la superficie terrestre. Expresa numéricamente el nivel de energía interna existente en un lugar y en un instante dados. Dicha energía se mantiene en equilibrio entre el sistema, conformado por plantas, animales y otros seres, y el ambiente, representado por el aire. Debido a su naturaleza de fluido gaseoso, el aire tiene una gran movilidad y una elevada capacidad dinámica en los intercambios con el sistema. El intercambio energético con los seres vivos provoca en ellos una respuesta fisiológica, la cual puede depender de factores como la edad y la disponibilidad de agua y de nutrientes del suelo, en el caso de los vegetales, o de la estructura de la piel y la pigmentación, en el caso de los animales. En consecuencia, el nivel de energía del medio, expresado mediante la temperatura, es un factor de gran relevancia que requiere ser analizado y comprendido, y que a lo largo del día se ve afectado por diversos factores (Cahuana & Yugar, 2009).

1.1.5.3 Temperatura máxima diaria de la atmósfera

La temperatura máxima diaria corresponde al mayor valor entre las 24 lecturas horarias obtenidas de la banda del termógrafo, las cuales se contrastan con la lectura del termómetro de mercurio (Cahuana & Yugar, 2009).

1.1.5.4 Temperatura mínima diaria de la atmósfera

La temperatura mínima diaria del aire corresponde al menor valor entre las 24 lecturas horarias obtenidas de la banda del termógrafo (Cahuana & Yugar, 2009).

1.1.5.5 Hietograma de diseño

De acuerdo con Fiering y Jackson (1971), el hietograma de diseño es un gráfico que muestra cómo se distribuye la intensidad de la lluvia en el tiempo durante una tormenta de diseño. En la ingeniería hidrológica se emplea para representar eventos extremos y para

diseñar obras hidráulicas, como sistemas de drenaje pluvial, presas y obras de control de inundaciones.

Sus principales componentes son:

- Duración del evento (min, h)
- Distribución temporal de la lluvia
- Período de retorno
- Precipitación

1.1.5.6 Precipitación máxima diaria anual

La precipitación máxima diaria anual es el mayor valor de lámina de agua precipitada en un día calendario dentro de cada año hidrológico, registrado en una estación meteorológica específica. Este indicador tiene gran relevancia en hidrología, ya que es un insumo esencial para el diseño de obras hidráulicas, como alcantarillados, puentes, diques y canales de drenaje, para la elaboración de mapas de peligro por inundación y para la gestión del riesgo de desastres. En la cuenca del río Yucaes, situada en la región Ayacucho y caracterizada por un régimen pluvial de montaña con una marcada variabilidad espacial y temporal, estimar con precisión este evento extremo es fundamental para la planificación de los recursos hídricos y para la seguridad de las poblaciones ubicadas en las riberas y laderas.

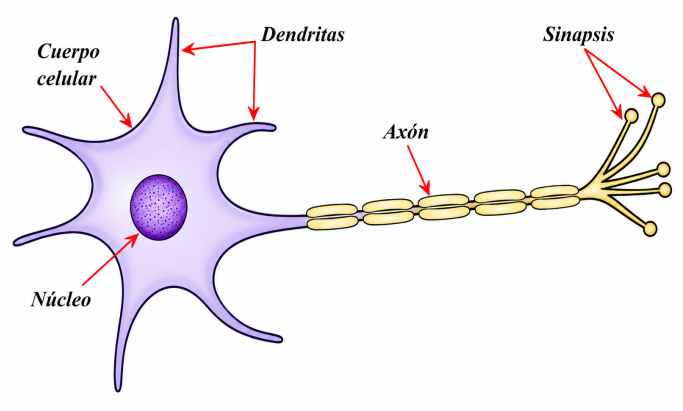
1.1.6 Modelo de redes neuronales artificiales (RNA)

1.1.6.1 La neurona biológica

Del mismo modo que en el cerebro, el elemento básico de las redes neuronales recibe el nombre de neurona. En la neurona biológica, esta unidad está formada por ramificaciones arborescentes denominadas dendritas, que se unen al cuerpo celular o soma, donde se encuentra el núcleo. Del cuerpo celular parte una fibra larga y simple, llamada axón, que finalmente se ramifica (Cahuana & Yugar, 2009).

Figura 10

Neurona biológica



Nota. Adaptado de (Cahuana & Yugar, 2009, p.29). .

1.1.6.2 La neurona artificial

De acuerdo con Basogain (1998):

> La neurona artificial se concibió para reproducir las características básicas del funcionamiento de la neurona biológica. Básicamente, la neurona recibe un conjunto de entradas, cada una de las cuales corresponde a la salida de otra neurona. Cada entrada se multiplica por su peso o ponderación, que equivale a la intensidad de la conexión sináptica. Luego, las entradas ponderadas se suman para establecer el nivel de excitación o activación de la neurona. El funcionamiento básico de una neurona artificial puede representarse en forma vectorial mediante la siguiente ecuación (Basogain, 1998, p.14).

$$Z_j = \sum w_{ij} x_j - \theta_i \tag{1.21}$$

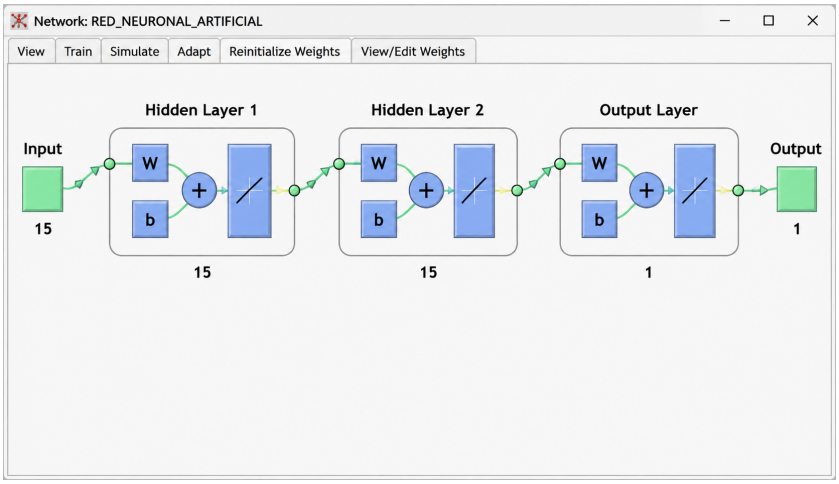
Donde Z_j es la salida, x el vector de entradas, w el vector de pesos y θ el umbral. Por lo general, la señal Z_j se procesa mediante una función de activación f, que genera la señal de salida de la neurona Y_i. Esta función puede ser lineal, de tipo escalón o no lineal; esta última reproduce con mayor fidelidad las características de transferencia no lineales de las neuronas biológicas (Basogain, 1998, p.14).

1.1.6.3 Elementos básicos de una red neuronal

En la siguiente figura se presenta el esquema de una red neuronal artificial de tres capas con conexiones hacia adelante:

Figura 11

Modelo de red neuronal creado en nntool de MATLAB



Nota. Adaptado de (Cahuana & Yugar, 2009). .

La red se compone de un conjunto de conexiones o pesos sinápticos que enlazan neuronas organizadas en tres capas, número que puede variar. La información entra por la capa de entrada, atraviesa la capa oculta y se obtiene en la capa de salida. Es importante señalar que la capa oculta puede estar formada por más de una capa (Socha & Ortiz, 2005, p.57).

1.1.6.4 Funciones de activación

De acuerdo con Zhang y Patuwo (1998), la función de activación, también denominada función de transferencia, establece la relación entre las entradas y las salidas de un nodo y de la red.

- **Funciones lineales**: Son las que generan una salida de tipo lineal.

$$f(x) = x$$

$$f(x) = \begin{cases} -1 & \text{si } x \leq -1 \\ x & \text{si } -1 < x < 1 \\ 1 & \text{si } x \geq 1 \end{cases}$$

- **Funciones escalón**: Son las que producen una salida binaria según el valor de entrada se encuentre por encima o por debajo de un umbral (Socha & Ortiz, 2005).

$$f(x) = \text{sgn}(x) = \begin{cases} 1 & \text{si } x \geq 0 \\ 0 & \text{si } x < 0 \end{cases}$$

- **Funciones sigmoidales**: De acuerdo con Socha y Ortiz (2005), son funciones monótonas y acotadas que generan una salida no lineal y gradual frente a las entradas. Entre las más utilizadas se encuentran:

  Función logística [0 a 1]:

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}$$

  Función tangente hiperbólica [-1 a 1]:

$$f(x) = \frac{e^{x} - e^{-x}}{e^{x}+e^{-x}}$$

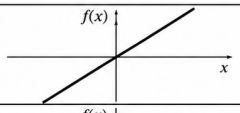
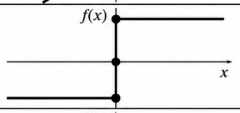
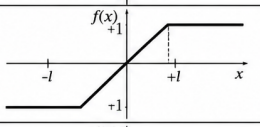
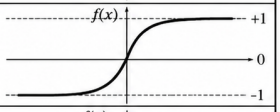
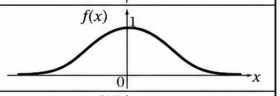
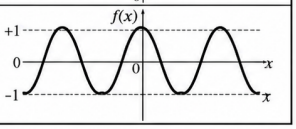
- **Función seno o coseno**:

$$f(x) = \text{sen}(x) \quad ; \quad f(x) = \cos(x)$$

Si bien existen otras funciones de activación, las más empleadas son la sigmoide y la tangente hiperbólica. Esto se debe a que, además de ofrecer resultados satisfactorios, tienen un bajo costo computacional frente a otras alternativas, principalmente porque su derivada puede expresarse en función de ellas mismas (Socha & Ortiz, 2005).

Figura 12

Funciones de activación de redes neuronales

	Función	Rango	Gráfica
Identidad	$y = x$	$[-\infty, +\infty]$	
Escalón	$y = sign(x)$ $y = H(x)$	$\{-1, +1\}$ $\{0, +1\}$	
Lineal a tramos	$y = \begin{cases} -1, & si\ x < -l \\ x, & si\ -l \le x \le l \\ +1, & si\ x > +l \end{cases}$	$[-1, +1]$	
Sigmoidea	$y = \frac{1}{1 + e^{-x}}$ $y = tgh(x)$	$[0, +1]$ $[-1, +1]$	
Gaussiana	$y = Ae^{-Ru^2}$	$[0, +1]$	
Sinusoidal	$y = A\ sen(\omega x + \varphi)$	$[-1, +1]$	

Nota. Adaptado de (Socha & Ortiz, 2005).

1.1.6.5 Selección de las redes neuronales artificiales

Existe una gran variedad de redes, entre ellas: Adaline y Madaline, ART, Backpropagation, BAM, Boltzmann Machine, Brain State in a Box, Cascade Correlation Networks, Counter Propagation, DBD, DNNA, DRS, FLN, Hamming, Hopfield, LVQ, Perceptron, PNN, Recirculation, SOM y SPR.

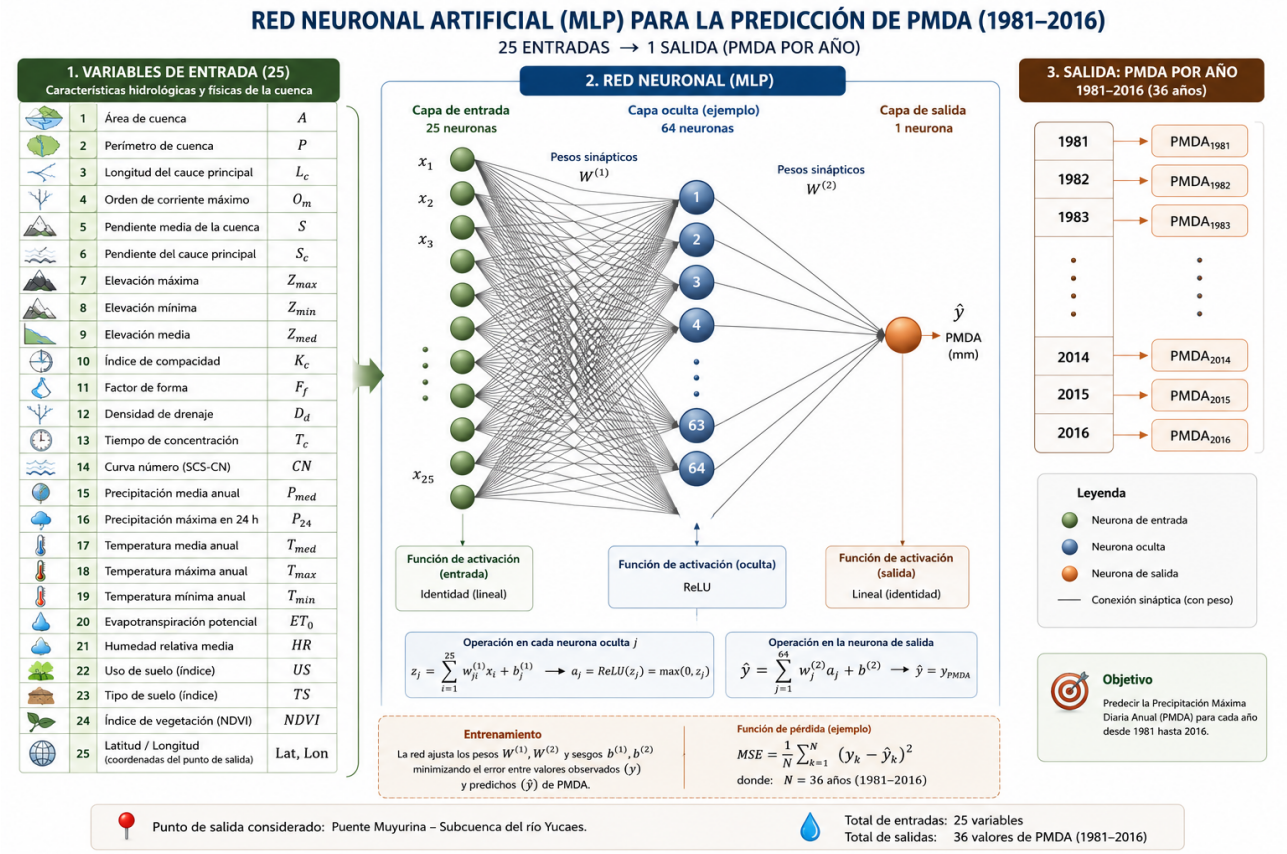
En cuanto a la cantidad de tipos de RNA que existen en la actualidad, puede afirmarse que es prácticamente imposible de abarcar. No obstante, de todos ellos, alrededor de 40 modelos son ampliamente conocidos por la comunidad científica dedicada a las RNA (Montaño, 2002, p.35).

1.1.6.6 Modelo de Perceptrón Multicapa

El Perceptrón Multicapa (MLP) es una red neuronal artificial de tipo *feedforward* (alimentación hacia adelante) formada por un mínimo de tres capas de nodos: una de entrada, una o varias ocultas y una de salida. Cada nodo corresponde a una neurona artificial que emplea una función de activación no lineal. Constituye el fundamento del aprendizaje profundo (deep learning) actual, si bien en la actualidad se han desarrollado arquitecturas más complejas, como las CNN, las RNN y los Transformers.

Figura 13

Parámetros de ingreso y salida junto a las capas del modelo de red neuronal implementado



Nota. Adaptado de (Socha & Ortiz, 2005).

1.1.6.7 Conexiones entre neuronas

Algoritmo de *backpropagation* En el algoritmo backpropagation se distinguen dos etapas. La primera es la de funcionamiento, en la que se presenta un patrón de entrada a la red ya entrenada y este se propaga a través de las capas de neuronas hasta generar una salida. La segunda es la de entrenamiento o aprendizaje, en la que se ajustan los pesos de la red para que la salida obtenida frente a un determinado patrón de entrada coincida con la salida deseada por el usuario (Montaño, 2002, p.245).

- **Monocapa**: redes de una sola capa, como el perceptrón y la Adaline.
- **Multicapa**: redes con varias capas de neuronas, como el perceptrón multicapa.

Conexiones hacia adelante y hacia atrás *(feedforward/feedback)* Cada neurona puede estar conectada con todas las demás; por ello, cuando la red recibe información de entrada, cada neurona debe calcular y actualizar su estado reiteradamente hasta que todas alcancen la estabilidad. Se entiende por estado estable aquel en el que la salida de ninguna neurona varía. Al no modificarse las salidas, las entradas de todas las neuronas también permanecen

constantes, de modo que no necesitan cambiar su estado de activación ni su respuesta, y la red mantiene un estado global estable. Las redes con retroalimentación reproducen con mayor fidelidad la estructura del cerebro humano, en el que los procesos de retroalimentación son esenciales (Gestal, 2013).

1.1.6.8 Mecanismos de aprendizaje

Aprendizaje supervisado En el aprendizaje supervisado, a la red se le proporciona un conjunto de ejemplos, llamado muestra de aprendizaje, acompañado de la salida deseada u objetivo, y los pesos se modifican de manera iterativa hasta que la salida de la red se aproxime a la deseada (Morales, 2010).

Aprendizaje no supervisado o autoorganizado En el aprendizaje no supervisado o autoorganizado, la red identifica de forma automática patrones de semejanza en el conjunto de datos de entrenamiento, sin recibir retroalimentación del entorno y sin emplear información previa. Con este tipo de aprendizaje, la red busca reconocer las características de los datos de entrenamiento, como rasgos relevantes, regularidades o redundancias (Morales, 2010).

1.1.6.9 El Perceptrón Multicapa

El Perceptrón Multicapa, denominado MLP por sus siglas en inglés (*Multilayer Perceptron*), es una red neuronal artificial de aprendizaje supervisado que forma parte del aprendizaje automático *(machine learning)*. Su estructura comprende como mínimo tres capas: una de entrada, que recibe las variables predictoras (por ejemplo, precipitaciones mensuales, índices de oscilación climática o coordenadas geográficas); una o varias capas ocultas, en las que se efectúan transformaciones no lineales por medio de funciones de activación (como la sigmoide, la tangente hiperbólica o ReLU); y una de salida, que proporciona el valor estimado de la variable objetivo, que en esta investigación es la precipitación máxima diaria anual. El MLP aprende los patrones presentes en los datos mediante un proceso iterativo llamado retropropagación (backpropagation), en el que los pesos sinápticos se ajustan para minimizar una función de error, generalmente el error cuadrático medio. A diferencia de los modelos estadísticos lineales convencionales, como la regresión lineal múltiple, el MLP puede representar relaciones no lineales e interacciones complejas entre las variables sin requerir que se defina previamente una forma funcional.

1.1.6.10 Estimación mediante aprendizaje automático

En este contexto, la estimación consiste en aproximar o pronosticar el valor numérico de la precipitación máxima diaria anual para años futuros o para lugares con información escasa, a partir de los datos históricos disponibles. El aprendizaje automático es una rama de la inteligencia artificial orientada al desarrollo de algoritmos que aprenden patrones

a partir de datos empíricos, sin necesidad de ser programados explícitamente mediante reglas fijas. Al aplicar el MLP en hidrología, el modelo se entrena con series históricas de precipitación máxima diaria anual registradas en una o más estaciones meteorológicas. En la etapa de entrenamiento, el algoritmo reconoce las relaciones entre el año hidrológico, las variables climáticas asociadas (como el índice ENSO - El Niño Oscilación del Sur) o las características geográficas, y el valor extremo de precipitación. Una vez entrenado, el MLP es capaz de estimar la precipitación máxima diaria anual para un año determinado o bajo condiciones climáticas particulares, lo que constituye una alternativa a los métodos convencionales de análisis de frecuencia de precipitaciones (distribuciones Gumbel, Log-Pearson III), que asumen estacionariedad y distribuciones teóricas.

Capítulo 2

Material y métodos

2.1 Ubicación

2.1.1 Ubicación política

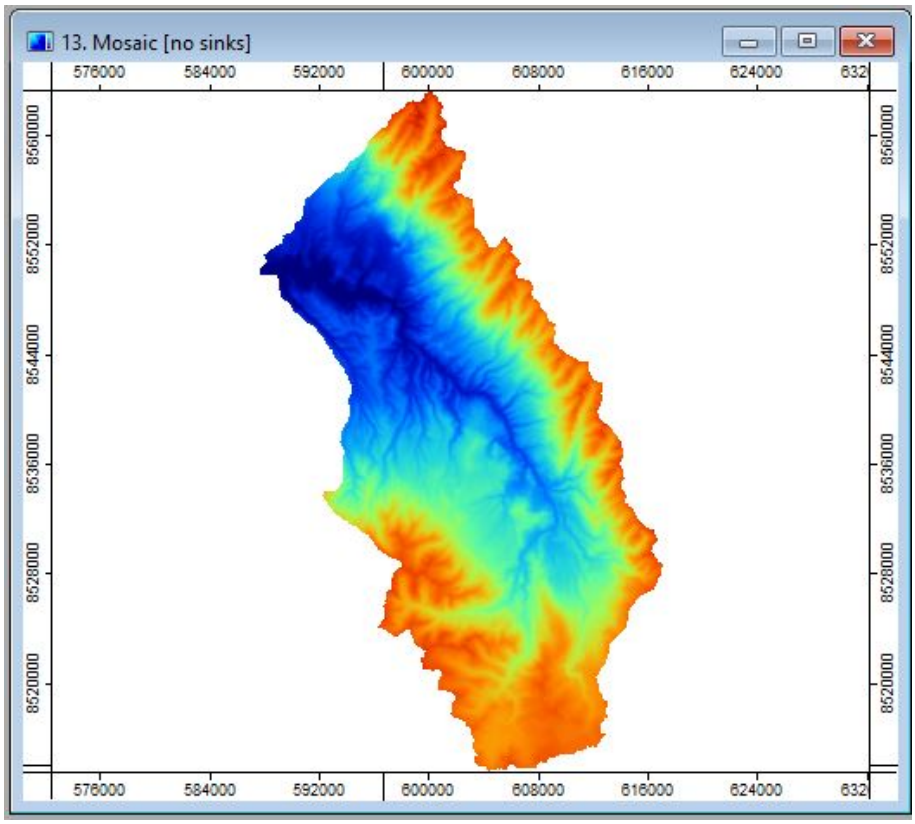
El estudio se desarrolló en la siguiente región:
Departamento: Ayacucho
Provincia: Huamanga
Distrito: Tambillo
Cuenca: Cuenca del río Yucaes.
El trabajo está parametrizado y se ejecutó en la cuenca del río Yucaes, con el punto de interés y salida ubicado en la estación de aforo E(587651.92) y S(8550248.40), situada entre la provincia de Huamanga y el distrito de Tambillo.

2.1.2 Ubicación geográfica

La delimitación se realizó en el punto de salida correspondiente al puente Muyurina, con coordenadas E(587651.92) y S(8550248.40), el cual constituye la cuenca del río Yucaes debido a que recibe el aporte de múltiples afluentes que descienden desde las cabeceras de las subcuencas altas. Este río es afluente del río Apurímac y, posteriormente, del Amazonas, hasta desembocar en el océano Atlántico. El área se localiza en el distrito de Tambillo. En la presente investigación, la delimitación parte del punto de interés o punto de aforo denominado puente Muyurina. El estudio evaluará la totalidad del área delimitada correspondiente a la cuenca del río Yucaes, obteniendo la precipitación máxima diaria anual para el punto de interés del puente sobre el río Yucaes, con un tiempo de concentración aproximado de 6.22 horas.

Figura 14

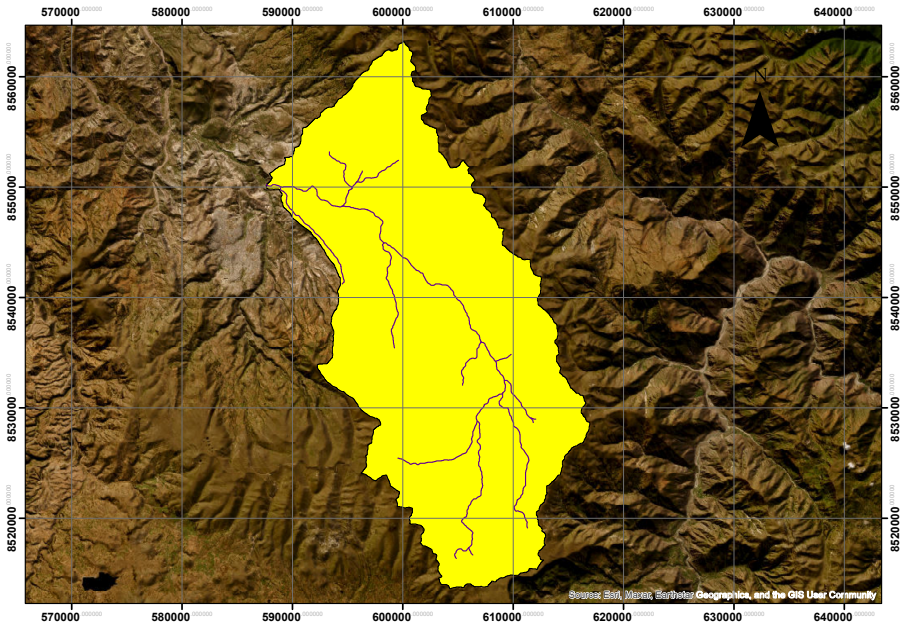
Grid de la cuenca del río Yucaes



Nota. Basado en (Socha & Ortiz, 2005).

Figura 15

Delimitación de la cuenca del río Yucaes



Nota. Basado en (Socha & Ortiz, 2005).

2.1.2.1 Parámetros morfométricos de la cuenca del río Yucaes

Parámetros de la cuenca del río Yucaes.

Tabla 8

Parámetros morfométricos de la cuenca del río Yucaes

Salida X (m)	**Salida Y (m)**	**Perímetro (km)**
587651.92	8550248.40	187.74
Área (km^2)	**Xcg (m)**	**Ycg (m)**
733.64	602852.05	8537238.15
Elev. media (m s.n.m.)	**Variac. altitudinal (m)**	**Tiempo concentr. (h)**
3566.31	1949.43	5.9
Orografía (adimensional)	**Balance hídrico (adimensional)**	
173.36	2.56	

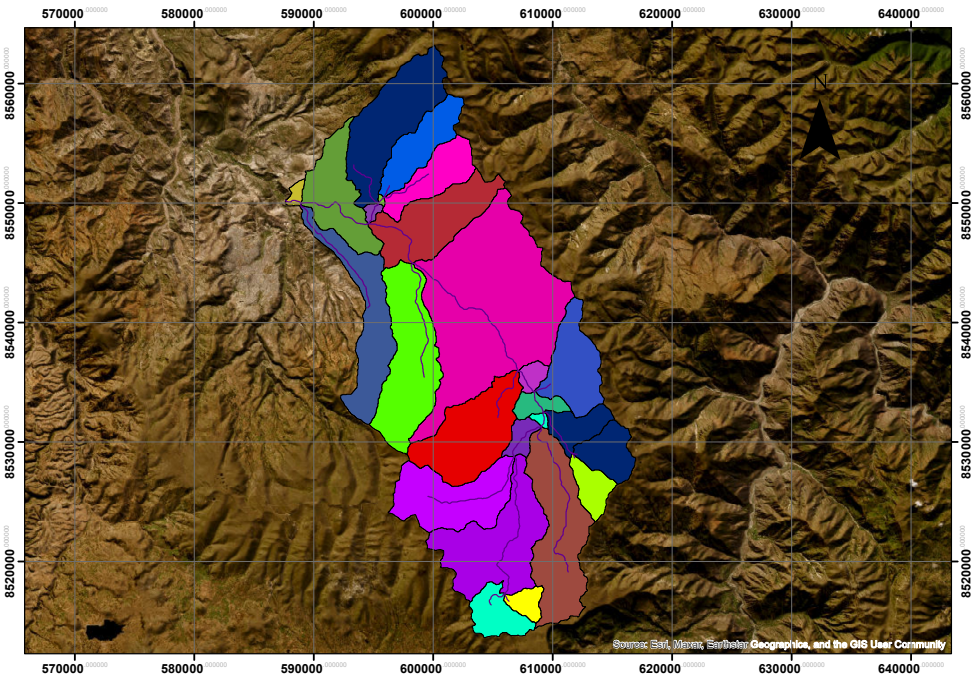
Nota. Elaboración propia con Arcgis

2.1.2.2 Subcuencas del río Yucaes

Delimitación de las subcuencas del río Yucaes.

Figura 16

Subcuencas del río Yucaes



Nota. Elaboración propia basado en Socha & Ortiz (2005).

2.2 Vías de acceso

El Puente Muyurina tomado como aforo para la salida de la cuenca se ubica en el distrito de Tambillo, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, sobre el río Yucaes, constituye un punto estratégico de conexión vial entre las localidades de Muyurina, Tambillo, Nazarenas, Acos Vinchos y diversos centros poblados de la provincia de Huamanga.

El acceso principal al puente se realiza desde la ciudad de Ayacucho mediante la carretera asfaltada Ayacucho–Tambillo, recorriendo aproximadamente 9 km hasta la localidad de Muyurina. Desde este punto se accede directamente al puente mediante la vía existente, la cual permite el tránsito de vehículos livianos y pesados.

El acceso presenta una superficie de rodadura asfaltada hasta la zona de Muyurina. Asimismo, durante el diseño del nuevo puente se mejoró el radio de curvatura del acceso de ingreso en la intersección con la carretera principal, con la finalidad de incrementar la seguridad y facilitar las maniobras de circulación vehicular.

Las vías de acceso cumplen un papel fundamental para la integración de las actividades agrícolas, pecuarias, comerciales y de transporte de la zona, permitiendo la conexión permanente entre los distritos de Tambillo, Acos Vinchos, Quinua y las localidades de la provincia de La Mar. La infraestructura vial reduce los tiempos de viaje, mejora la accesibilidad a los servicios públicos y favorece el desarrollo económico regional.

2.3 Características climáticas

Según Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI, 2021), el área donde se ubica el puente Muyurina presenta un clima templado subhúmedo de montaña, característico de los valles interandinos de la región Ayacucho. De acuerdo con la clasificación climática de Köppen, predomina un clima templado con estación seca en invierno, influenciado por la altitud y la topografía de la cuenca del río Huatatas.

La temperatura media anual oscila entre 11 °C y 17 °C, aunque en el entorno inmediato del proyecto se registran valores promedio entre 12 °C y 16 °C. Durante el día el ambiente suele ser templado, mientras que las noches son frías debido a la marcada amplitud térmica propia de la sierra central del Perú. En la época seca, especialmente entre mayo y julio, pueden presentarse temperaturas mínimas cercanas a 2 °C, favoreciendo la ocurrencia de heladas (SENAMHI, 2024).

La precipitación anual se encuentra aproximadamente entre 650 y 750 mm, concentrándose principalmente entre los meses de noviembre y marzo, con mayor intensidad entre enero y marzo. El periodo comprendido entre mayo y septiembre corresponde a la estación seca, caracterizada por escasas lluvias, mayor radiación solar y la ocurrencia de heladas y granizadas ocasionales (SENAMHI, 2024).

La humedad relativa aumenta durante la temporada de lluvias, alcanzando sus valores máximos entre enero y marzo, mientras que durante la estación seca disminuye considera-

blemente debido a la mayor insolación y a la baja disponibilidad de humedad atmosférica.

Desde el punto de vista de la ingeniería, estas condiciones climáticas son relevantes para el diseño de estructuras hidráulicas, ya que las lluvias estacionales incrementan los caudales del río Huatatas y pueden generar procesos de erosión y socavación en las cimentaciones.

Tabla 9

Parámetros morfométricos de la cuenca del río Yucaes

Parámetro	Valor aproximado
Tipo de clima	Templado subhúmedo de montaña (valle interandino)
Temperatura media anual	11–17 °C
Temperatura promedio	12–16 °C
Precipitación anual	650–750 mm
Época lluviosa	Noviembre–marzo
Época seca	Mayo–septiembre
Fenómenos climáticos	Heladas, granizadas y alta radiación solar

Nota. Tomado de SENAMHI (2021)

2.4 Metodología

2.4.1 Tipo de investigación

La investigación es de tipo **aplicada**, porque utiliza conocimientos de hidrología, morfometría de cuencas y aprendizaje automático para resolver un problema práctico y concreto: estimar la precipitación máxima diaria anual (PMDA) en una cuenca que no cuenta con una red pluviométrica propia. La investigación aplicada se orienta a la obtención de conocimiento con un fin práctico y específico (OECD, 2015); en este caso, el resultado es un modelo Perceptrón Multicapa (MLP) que puede utilizarse como herramienta de apoyo en estudios hidrológicos y en el diseño de obras hidráulicas.

Asimismo, la investigación tiene un **enfoque cuantitativo**, ya que todas las variables se expresan numéricamente: los 25 parámetros morfométricos de las subcuencas y los 36 valores anuales de PMDA del período 1981–2016. Estas variables se analizan mediante procedimientos estadísticos y computacionales, y el desempeño del modelo se mide con indicadores numéricos (R^2, MAE, RMSE y MAPE) (Hernández Sampieri et al., 2014).

2.4.2 Nivel de investigación

La investigación es de nivel **correlacional con alcance predictivo**. Es correlacional porque determina el grado de relación entre los parámetros morfométricos de las subcuencas

y la PMDA, mediante análisis de regresión y de varianza, lo que corresponde al primer objetivo específico. Según Hernández Sampieri et al. (2014), los estudios correlacionales buscan conocer la relación entre dos o más variables en un contexto particular y, al cuantificarla, adquieren un valor predictivo.

Tiene alcance predictivo porque, una vez establecida esa relación, se construye un modelo MLP que estima la PMDA a partir de los parámetros morfométricos y se aplica a la cuenca del río Yucaes, cuyos valores no formaron parte del entrenamiento. La investigación no busca explicar las causas físicas de la precipitación extrema, sino aprovechar la relación estadística entre las variables para generar estimaciones confiables y verificar su precisión.

2.4.3 Diseño de investigación

El diseño es **no experimental, longitudinal y retrospectivo**, con desarrollo y validación de un modelo predictivo.

- **No experimental**, porque las variables no se manipulan: los parámetros morfométricos se obtienen tal como existen en el terreno, a partir del modelo digital de elevación, y la PMDA se extrae de registros ya existentes del producto PISCOp del SENAMHI (Hernández Sampieri et al., 2014).
- **Longitudinal**, porque la variable dependiente se analiza en 36 momentos distintos, uno por cada año del período 1981–2016.
- **Retrospectivo**, porque los datos corresponden a hechos ya ocurridos y se obtienen de fuentes secundarias.
- **Con desarrollo y validación de un modelo**, porque se construye un modelo MLP que se entrena, valida y prueba con subconjuntos independientes de datos, y cuyas estimaciones se comparan con los valores de referencia mediante métricas de error.

El esquema del diseño es el siguiente:

$$P \longrightarrow \begin{cases} O_x \\ \quad r \\ O_y \end{cases} \longrightarrow f_{\text{MLP}}(O_x) = \hat{O}_y \tag{2.1}$$

donde:

- P: población de 499 subcuencas (unidades de análisis).
- O_x: observación de la variable independiente (25 parámetros morfométricos).
- O_y: observación de la variable dependiente (PMDA de 1981 a 2016).

- r: relación entre ambas variables.
- f_{MLP}: modelo Perceptrón Multicapa que estima la PMDA ($\hat{O}_y$) a partir de O_x, cuyo desempeño se evalúa en la muestra M de 75 subcuencas.

2.4.4 Población, muestra y técnicas de muestreo

2.4.4.1 Unidad de análisis

La unidad de análisis es la **subcuenca**, Cada subcuenca constituye un registro de la base de datos, formado por sus 25 parámetros morfométricos (variables de entrada) y sus 36 valores anuales de PMDA (variables de salida).

2.4.4.2 Población

La población está conformada por las **499 subcuencas** delimitadas en la región Ayacucho y zonas adyacentes, tomando como punto de salida la ubicación de las estaciones del SENAMHI. Para cada una se calcularon los 25 parámetros morfométricos y se extrajo la serie de PMDA del período 1981–2016 a partir del producto PISCOp. Estas 499 subcuencas constituyen el total de unidades de análisis disponibles y conforman la base de datos completa de la investigación ($N = 499$).

Con la población completa se realizó el análisis de la relación entre los parámetros morfométricos y la PMDA (primer objetivo específico) y se desarrolló el modelo MLP. Para ello, las subcuencas se distribuyeron en tres subconjuntos independientes (Tabla 10).

Tabla 10

Distribución de la población para el desarrollo del modelo MLP

Subconjunto	Porcentaje	Subcuencas	Uso
Entrenamiento	70 %	349	Ajuste de los pesos y sesgos de la red.
Validación	15 %	75	Control del aprendizaje y del sobreajuste.
Prueba (muestra)	15 %	75	Evaluación final del desempeño del modelo.
Total (población)	**100 %**	**499**	

Nota. Elaboración propia.

2.4.4.3 Muestra

La muestra está constituida por las **75 subcuencas del conjunto de prueba** ($n = 75$), que representan el 15 % de la población. Estas subcuencas no participaron en el ajuste de los pesos del modelo ni en el control del entrenamiento, por lo que permiten evaluar de forma independiente su capacidad de generalización. Sobre esta muestra se calcularon las métricas de desempeño (R^2, MAE, RMSE y MAPE) con las que se contrastan las hipótesis de la investigación.

La cuenca del río Yucaes, delimitada hasta el puente Muyurina, no forma parte de la población: es la unidad de aplicación del modelo, en la que se estima la PMDA a partir de sus propios parámetros morfométricos.

2.4.4.4 Técnica de muestreo

Se empleó un **muestreo probabilístico aleatorio simple** (Hernández Sampieri et al., 2014): las 75 subcuencas de la muestra se seleccionaron al azar de la población mediante la partición aleatoria de la base de datos en Python, de modo que todas las subcuencas tuvieron la misma probabilidad de formar parte del conjunto de prueba. La proporción de 70 %, 15 % y 15 % para entrenamiento, validación y prueba es una práctica habitual en el desarrollo de modelos de redes neuronales, ya que reserva la mayor parte de los datos para el aprendizaje y conserva subconjuntos independientes para el control y la evaluación final del modelo.

2.4.5 Técnicas e instrumentos

2.4.5.1 Técnicas

1. **Análisis documental:** revisión de investigaciones científicas, normas técnicas y bibliografía especializada sobre precipitación máxima, morfometría de cuencas y redes neuronales artificiales.

2. **Procesamiento geoespacial:** delimitación de subcuencas y cálculo de parámetros morfométricos a partir del modelo digital de elevación, mediante sistemas de información geográfica.

3. **Extracción de datos secundarios:** obtención de la serie de precipitación diaria de cada subcuenca a partir de los archivos ráster de PISCOp y cálculo de la PMDA anual.

4. **Modelamiento con redes neuronales artificiales:** diseño, entrenamiento, validación y prueba del modelo MLP.

2.4.5.2 Instrumentos

La Tabla 11 relaciona cada técnica con los instrumentos utilizados.

Tabla 11

Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de datos

Técnica	Instrumento	Información obtenida
Análisis documental	Fichas bibliográficas y de resumen	Fundamento teórico y antecedentes.
Procesamiento geoespacial	Modelo digital de elevación de 30 m (MINAM); ArcGIS	Delimitación de subcuencas y 25 parámetros morfométricos.
Extracción de datos secundarios	Archivos ráster de PISCOp (SENAMHI); Python	Series de PMDA 1981–2016 por subcuenca.
Organización de datos	Matriz de datos en Microsoft Excel	Base de datos de 499 registros, 25 entradas y 36 salidas.
Modelamiento con RNA	Python (TensorFlow, Keras, Scikit-learn, Pandas)	Modelo MLP entrenado y PMDA estimada.

Nota. Elaboración propia.

2.4.5.3 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

El procesamiento de los datos se realizó en cuatro etapas:

1. **Análisis exploratorio:** cálculo de estadísticos descriptivos (media, mediana, desviación estándar, asimetría y curtosis), identificación de valores atípicos y elaboración de histogramas, diagramas de caja y gráficos de dispersión.
2. **Análisis de relación:** análisis de correlación entre variables y análisis de regresión con prueba de varianza (ANOVA) para cada año, con el fin de verificar si los parámetros morfométricos explican significativamente la PMDA ($p < 0{,}05$).
3. **Preparación de datos:** normalización de las variables y división de la muestra en subconjuntos de entrenamiento, validación y prueba.
4. **Evaluación del modelo:** comparación entre la PMDA de referencia y la estimada mediante el coeficiente de determinación (R^2), el error absoluto medio (MAE), la raíz del error cuadrático medio (RMSE) y el error porcentual absoluto medio (MAPE).

2.4.5.4 Ética y permisos

La presente tesis, titulada “Implementación del modelo Perceptrón Multicapa (MLP) para la estimación de la precipitación máxima diaria anual en la cuenca del río Yucaes, Ayacucho,

2026", se desarrolla bajo estrictos principios éticos de integridad científica, honestidad y transparencia. En primer lugar, se garantiza que todos los datos hidrometeorológicos utilizados provienen exclusivamente de fuentes oficiales y verificables, como el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), a través del producto PISCO, respetando los derechos de propiedad intelectual y citando adecuadamente cada fuente. No se emplean datos inventados, manipulados ni seleccionados de manera sesgada para favorecer el desempeño del modelo MLP, y las limitaciones y los errores de las estimaciones se reportan abiertamente.

Asimismo, se considera fundamental la reproducibilidad de los resultados. Por ello, se documenta de manera detallada la arquitectura del perceptrón multicapa (número de capas, neuronas por capa, funciones de activación y algoritmo de optimización), así como el proceso de entrenamiento, validación y prueba. Se describen los criterios de partición de los datos, evitando cualquier práctica que induzca sobreajuste o que oculte el rendimiento real del modelo. El código desarrollado o adaptado se referencia correctamente, respetando las licencias de software y dando crédito a los autores de implementaciones previas.

En cuanto al uso responsable de los resultados, la investigación reconoce explícitamente que el MLP es una herramienta de estimación con incertidumbre inherente, especialmente frente a eventos climáticos extremos poco representados en los datos históricos. Por lo tanto, las estimaciones obtenidas no deben interpretarse como valores reales ni utilizarse como único fundamento para la toma de decisiones críticas, tales como el diseño de infraestructura hidráulica, los sistemas de alerta temprana o las políticas de gestión del riesgo de desastres en la cuenca del río Yucaes. Por ello, se presentan los márgenes de error obtenidos y las condiciones bajo las cuales el modelo es válido.

Por otra parte, la investigación respeta los principios de no maleficencia y beneficencia, y evita cualquier acción que pueda generar daño directo o indirecto a las comunidades locales, a los agricultores o a las autoridades de la cuenca. Los resultados se presentan de manera comprensible, promoviendo una interpretación adecuada de las estimaciones sin generar falsas expectativas. El estudio se basa en información secundaria de acceso público y no involucra la participación directa de personas, por lo que no requiere consentimiento informado ni el tratamiento de datos personales.

Finalmente, se declara que no existen conflictos de intereses económicos, políticos o institucionales que puedan influir en los resultados de la investigación. El estudio no cuenta con financiamiento de entidades cuyos intereses dependan de subestimar o sobrestimar la precipitación máxima diaria anual en la cuenca del río Yucaes. De esta manera, se asegura que la implementación del modelo MLP responde únicamente a fines académicos y científicos, y busca contribuir al conocimiento hidrológico de la región Ayacucho con responsabilidad ética y rigor técnico.

2.5 Materiales y equipos

Para el desarrollo de la presente investigación se emplean materiales, equipos y programas informáticos que permiten la recopilación, el procesamiento, el análisis y el modelamiento de la información hidrometeorológica necesaria para la implementación del modelo Perceptrón Multicapa (MLP).

2.5.0.1 Materiales

Los materiales considerados para la investigación son los siguientes:

- Registros históricos de precipitación máxima diaria anual de las estaciones meteorológicas ubicadas en la cuenca del río Yucaes y zonas aledañas.
- Base de datos hidrometeorológica proporcionada por el SENAMHI.
- Datos complementarios de precipitación satelital (CHIRPS u otra fuente, de ser necesario).
- Modelo Digital de Elevación (MDE) para la delimitación de la cuenca.
- Cartografía temática de la cuenca del río Yucaes.
- Hojas de cálculo para el almacenamiento y organización de la información.
- Fichas de registro y control de calidad de datos.
- Bibliografía especializada (artículos científicos, tesis, libros y normas técnicas).
- Materiales de escritorio (papel bond, lapiceros, cuaderno de apuntes, archivadores y carpetas).

2.5.0.2 Equipos

Los equipos necesarios para el desarrollo de la investigación son los siguientes:

- Computadora portátil o de escritorio con procesador de alto rendimiento.
- Memoria RAM mínima de 8 GB (recomendable 16 GB o superior).
- Disco de almacenamiento SSD o disco duro externo para respaldo de información.
- Memoria USB para transferencia de archivos.
- Impresora multifuncional para la impresión de documentos y resultados.
- Calculadora científica.

- Equipo GPS o dispositivo móvil con geolocalización (opcional para verificación de estaciones).

- Cámara fotográfica o teléfono móvil para el registro de campo, cuando sea necesario.

2.5.0.3 *software*

Para el procesamiento de la información y el entrenamiento del modelo de redes neuronales artificiales se utilizarán los siguientes programas:

- Python.

- TensorFlow.

- Keras.

- Scikit-learn.

- Pandas.

- NumPy.

- Matplotlib.

- Microsoft Excel.

- QGIS o ArcGIS.

- Google Earth Pro.

- IBM SPSS Statistics.

- LaTeX.

- Mendeley o Zotero.

2.5.0.4 Base de datos

La base de datos estuvo conformada por 499 subcuencas delimitadas en la región Ayacucho, para cada una de las cuales se determinaron 25 parámetros físicos y morfométricos (área, perímetro, elevaciones, pendientes, parámetros de forma y de la red de drenaje, entre otros), que constituyeron las variables de entrada del modelo de red neuronal. Asimismo, para cada subcuenca se obtuvieron los registros de precipitación máxima diaria anual del período 1981–2016 a partir del producto PISCO del SENAMHI.

Las variables de salida estuvieron representadas por los 36 valores de precipitación máxima diaria anual, uno por cada año del período 1981–2016, expresados en milímetros (mm).

2.5.0.5 Recursos computacionales

Para la implementación del modelo Perceptrón Multicapa (MLP) se desarrollaron las siguientes actividades:

- Depuración y validación de la base de datos.
- Tratamiento de valores faltantes y datos atípicos.
- Normalización o estandarización de las variables de entrada.
- División de la base de datos en conjuntos de entrenamiento, validación y prueba.
- Diseño de la arquitectura de la red neuronal.
- Entrenamiento y validación del modelo MLP.
- Evaluación del desempeño mediante indicadores estadísticos (R^2, RMSE, MAE y NSE).
- Generación de tablas, gráficos y mapas de resultados.
- Almacenamiento y respaldo de los modelos entrenados.

2.6 Desarrollo de la investigación

2.6.1 Área de estudio

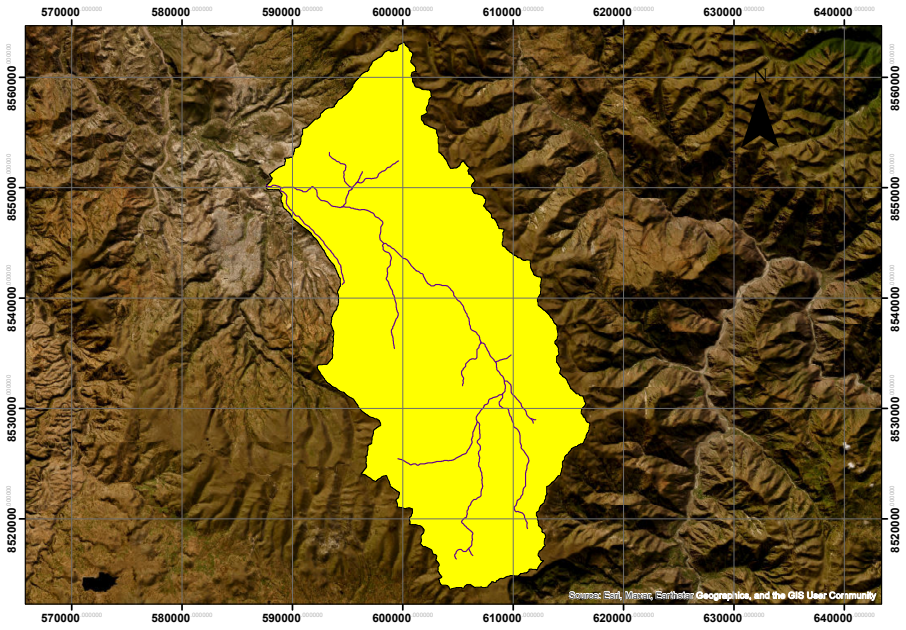
El área de estudio corresponde a la cuenca del río Yucaes, delimitada considerando como punto de salida o control hidrológico el puente Muyurina, ubicado en las coordenadas UTM E 587651.92 y S 8550248.40, en el distrito de Tambillo. Este punto permite definir el área de aporte que integra los escurrimientos provenientes de los diferentes afluentes originados en las zonas altas de la cuenca.

El río Yucaes forma parte del sistema hidrográfico que drena hacia el río Apurímac y, posteriormente, se integra a la cuenca amazónica hasta su desembocadura en el océano Atlántico. Para el desarrollo de la investigación se considera la totalidad del área contribuyente delimitada aguas arriba del puente Muyurina, adoptándose esta sección como punto de interés para el análisis hidrológico.

En esta área se determinará la precipitación máxima diaria anual (PMDA) correspondiente al ámbito de aporte hacia el punto de control establecido en el puente sobre el río Yucaes. Asimismo, la cuenca presenta un tiempo de concentración aproximado de 6.22 horas, parámetro que caracteriza el tiempo de respuesta hidrológica desde las zonas hidráulicamente más alejadas hasta el punto de salida considerado.

Figura 17

Delimitación de la cuenca del río Yucaes



Nota. Basado en (Socha & Ortiz, 2005).

2.6.1.1 Características de la cuenca de Yucaes

Se muestra algunas características de la cuenca de Yucaes

Tabla 12

Parámetros morfométricos de la cuenca del río Yucaes

Salida X (m)	**Salida Y (m)**	**Perímetro (km)**
587651.92	8550248.40	187.74
Área (km^2)	**Xcg (m)**	**Ycg (m)**
733.64	602852.05	8537238.15
Elev. media (m s.n.m.)	**Variac. altitudinal (m)**	**Tiempo concentr. (h)**
3566.31	1949.43	5.9
Orografía (adimensional)	**Balance hídrico (adimensional)**	
173.36	2.56	

Nota. Elaboración propia con Arcgis

2.6.2 Obtención de la *dataset*

La dataset se construyó con el propósito de relacionar los parámetros morfométricos de un conjunto de cuencas con la precipitación máxima diaria anual (PMDA) registrada

en ellas, de modo que el modelo Perceptrón Multicapa (MLP) aprendiera dicha relación y pudiera aplicarse posteriormente a la cuenca del río Yucaes. Para ello, cada registro del dataset corresponde a una subcuenca, descrita por 25 parámetros morfométricos (variables de entrada) y por sus 36 valores de PMDA del período 1981–2016 (variables de salida). El procedimiento se desarrolló en las cuatro etapas que se describen a continuación.

a) Delimitación de subcuencas A partir del Modelo Digital de Elevación (MDE) del servidor MINAM con una resolución de 30m, se delimitaron las cuencas de aporte de las estaciones del SENAMHI ubicadas en la región Ayacucho y zonas adyacentes (Carhuanca, Chilcayoc, Chincheros, Choclococha, Chungui, Chuschi, Pampas, Pampamarca, Paras, Paucaray, San Miguel, Túnel Cero, Uripa, Vilcashuamán, Vischongo, Huamanga, Wayllapampa, Chiara, Allpachaca y Chontaca, entre otras), considerando la ubicación de cada estación como punto de salida. El procesamiento se realizó en ArcGIS y Python, en el sistema de coordenadas UTM, datum WGS 84, zona 18 S (EPSG:32718), y comprendió el relleno de depresiones, el cálculo de las direcciones y la acumulación de flujo, la extracción de la red de drenaje y la delimitación de las subcuencas.

b) Cálculo de los parámetros morfométricos Para cada una de las 499 subcuencas se calcularon 25 parámetros, codificados de E1 a E25 y agrupados en cinco categorías:

- Geometría: área (E1) y perímetro (E2).
- Relieve: elevaciones máxima (E3), mínima (E4) y media (E5), pendiente media (E6) y longitud media de la ladera (E16).
- Forma: longitud del vector de dirección (E7), coeficiente de compacidad (E8), relación de circularidad (E9), relación de alargamiento (E11) y factor de forma (E12).
- Respuesta hidrológica: tiempo de concentración según Giandotti (E13).
- Red de drenaje: diámetro topológico (E10), longitud (E14) y pendiente (E15) del canal principal, orden máximo de Strahler (E17), número de corrientes (E18), longitud total de corrientes (E19), frecuencia de corrientes (E20), densidad de drenaje (E21) y relaciones de Horton de bifurcación (E22), longitud (E23), área (E24) y pendiente (E25).

Estos parámetros se seleccionaron porque describen los factores físicos que condicionan la distribución espacial de la precipitación en zonas de montaña, como la altitud, la orientación, la pendiente y la extensión de la cuenca.

c) Obtención de la precipitación máxima diaria anual. La precipitación se obtuvo del producto grillado PISCOp V2.1 del SENAMHI (Aybar et al., 2020b), que proporciona precipitación diaria para todo el Perú desde 1981, con una resolución espacial de 0.1° (aproximadamente 10 km). El archivo ráster multibanda (*brick*), en el que cada banda corresponde a un día, se procesó en Python. Para cada subcuenca i se extrajo la serie de precipitación diaria $P_{i,d}$ [indicar el criterio: promedio areal de las celdas contenidas en la subcuenca / valor de la celda en el punto de salida] y, para cada año a del período 1981–2016, se seleccionó el valor máximo:

$$\text{PMDA}_{i,a} = \max_{d \in a} P_{i,d} \tag{2.2}$$

donde $\text{PMDA}_{i,a}$ es la precipitación máxima diaria anual (mm) de la subcuenca i en el año a, y $P_{i,d}$ es la precipitación del día d. De este modo se obtuvieron 36 valores de PMDA por subcuenca, codificados de PMDA1981 a PMDA2016.

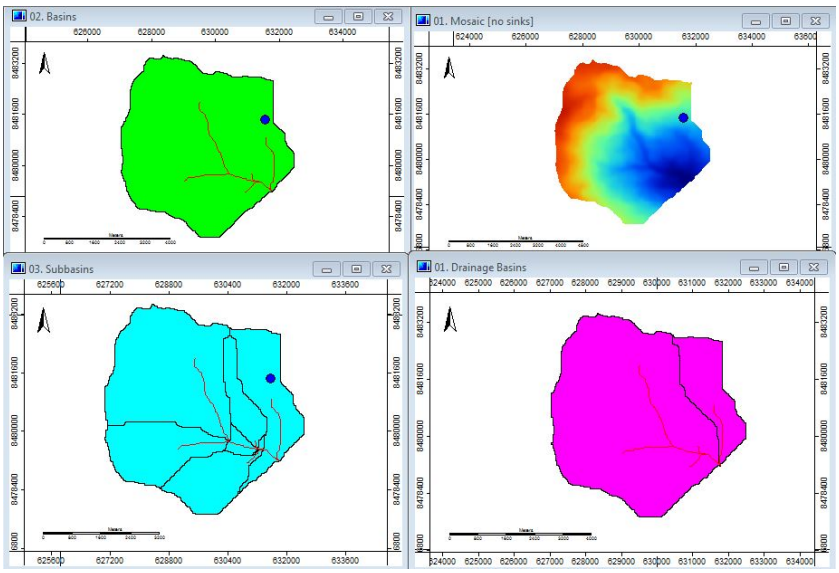
d) Integración de la base de datos. Finalmente, los parámetros morfométricos y los valores de PMDA se integraron en una única matriz de 499 filas y 61 columnas, en la que cada fila corresponde a una subcuenca:

$$\mathbf{D} = [\,\mathbf{X} \mid \mathbf{Y}\,], \qquad \mathbf{X} \in \mathbb{R}^{499\times 25}, \qquad \mathbf{Y} \in \mathbb{R}^{499\times 36} \tag{2.3}$$

donde $\mathbf{X}$ contiene las variables de entrada (E1–E25) e $\mathbf{Y}$ las variables de salida (PMDA1981–PMDA2016). Esta matriz constituyó la base para el análisis estadístico, la normalización y la división de los datos en los conjuntos de entrenamiento, validación y prueba del modelo MLP. Acontinuación mostramos algunas subcuencas.

Figura 18

Subcuenca de la estación Carhuanca para entrenamiento de la RNA



Nota. Elaboración propia con ArcGIS.

Tabla 13

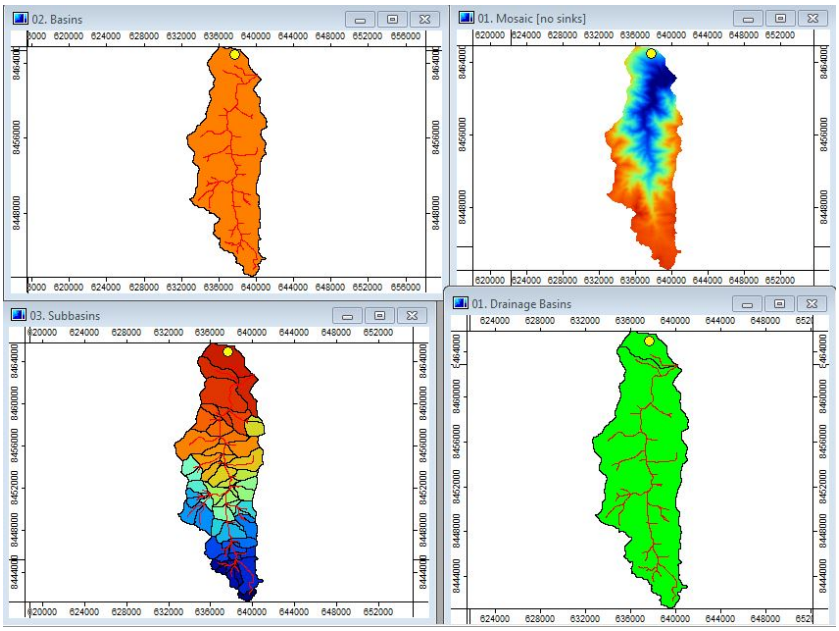
Parámetros morfométricos de la subcuenca de Carhuanca

Parámetros morfométricos de la cuenca Carhuanca	
Características morfométricos de la subcuenca	
Área de la Cuenca (Km)	23.204
Perímetro de la Cuenca (Km)	21.511
Máxima Elevación (m.s.l.m)	4111.822
Mínima Elevación (m.s.l.m)	2589.225
Elevación Media (m.s.l.m)	3417.808
Parámetros de forma	
Coeficiente de compacidad (Ic)	3.957
Factor de Forma (Ff)	5.066
Relación de Elongación (Re)	1.187
Relación de circularidad (Rci)	0.630
Parámetros de relieve	
Pendiente media (%)	21.430
Tiempo de concentración (Giandotti) (Hr)	0.837
Relación de Pendiente (Horton)	1.540
Longitud media de la colina o ladera (m)	1771.035
Diámetro topológico	6.000
Longitud del vector de dirección (km)	2.654
Parámetros de la red hídrica	
Densidad de drenaje (km/km^2)	0.382
Relación de bifurcación (Horton) (Rb)	5.000
Relación de Longitud (Horton) (Rl)	1.837
Relación de Área (Horton) (Ra)	5.753
Frecuencia de flujo de primer orden	0.215
Longitud total de la corriente (Km)	8.868
Longitud del canal principal (Km)	4.580
Pendiente media del canal principal (%)	19.716
Orden Máxima (Strahler)	2.000
Cantidad de corrientes	6.000

Nota. Elaboración propia con ArcGIS.

Figura 19

Subcuenca de la estación Chilcayoc



Nota. Elaboración propia con ArcGIS.

Tabla 14

Parámetros morfométricos subcuenca Chilcayoc

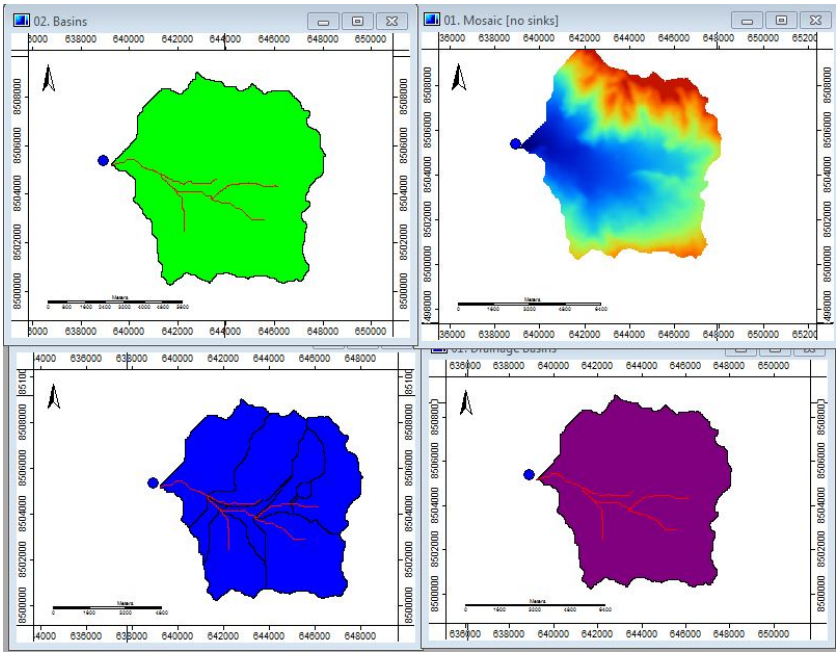
Parámetros morfométricos de la subcuenca Chilcayoc	
Características morfométricos de la subcuenca	
Área de la Cuenca (Km)	134.026
Perímetro de la Cuenca (Km)	72.192
Máxima Elevación (m.s.l.m)	4492.328
Mínima Elevación (m.s.l.m)	2405.601
Elevación Media (m.s.l.m)	3766.588
Parámetros de forma	
Coeficiente de compacidad (Ic)	5.526
Factor de Forma (Ff)	5.155
Relación de Elongación (Re)	0.502
Relación de circularidad (Rci)	0.323
Parámetros de relieve	
Pendiente media (%)	22.840
Tiempo de concentración (Giandotti) (Hr)	2.334
Relación de Pendiente (Horton)	1.847
Longitud media de la colina o ladera (m)	231.233

Diámetro topológico	24.000
Longitud del vector de dirección (km)	9.242
Parámetros de la red hídrica	
Densidad de drenaje (Km/Km2)	0.527
Relación de bifurcación (Horton) (Rb)	4.899
Relación de Longitud (Horton) (Rl)	2.796
Relación de Área (Horton) (Ra)	5.862
Frecuencia de flujo de primer orden	0.172
Longitud total de la corriente (Km)	70.628
Longitud del canal principal (Km)	25.997
Pendiente media del canal principal (%)	7.729
Orden Máxima (Strahler)	3.000
Cantidad de corrientes	27.000

Nota. Elaboración propia con ArcGIS.

Figura 20

Subcuenca de la estación Chincheros



Nota. Elaboración propia con ArcGIS.

Tabla 15

Parámetros morfométricos subcuenca Chincheros

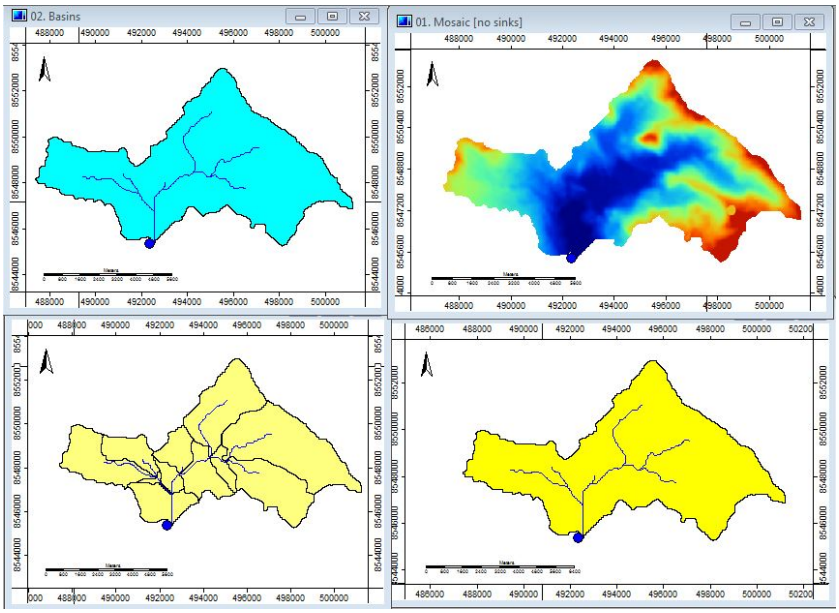
Parámetros morfométricos de la subcuenca Chincheros

Características morfométricas de la subcuenca	
Área de la Cuenca (Km)	55.018
Perímetro de la Cuenca (Km)	35.633
Máxima Elevación (m.s.l.m)	4703.308
Mínima Elevación (m.s.l.m)	2879.521
Elevación Media (m.s.l.m)	3622.587
Parámetros de forma	
Coeficiente de compacidad (Ic)	4.257
Factor de Forma (Ff)	4.941
Relación de Elongación (Re)	0.752
Relación de circularidad (Rci)	0.545
Parámetros de relieve	
Pendiente media (%)	18.580
Tiempo de concentración (Giandotti) (Hr)	1.357
Relación de Pendiente (Horton)	1.333
Longitud media de la colina o ladera (m)	702.406
Diámetro topológico	7.000
Longitud del vector de dirección (km)	4.748
Parámetros de la red hídrica	
Densidad de drenaje (Km/Km2)	0.528
Relación de bifurcación (Horton) (Rb)	3.000
Relación de Longitud (Horton) (Rl)	1.549
Relación de Área (Horton) (Ra)	3.532
Frecuencia de flujo de primer orden	0.127
Longitud total de la corriente (Km)	29.066
Longitud del canal principal (Km)	11.136
Pendiente media del canal principal (%)	10.437
Orden Máxima (Strahler)	3.000
Cantidad de corrientes	13.000

Nota. Elaboración propia con ArcGIS.

Figura 21

Subcuenca de la estación Choclococha.



Nota. Elaboración propia con ArcGIS.

Tabla 16

Parámetros morfométricos subcuenca Choclococha

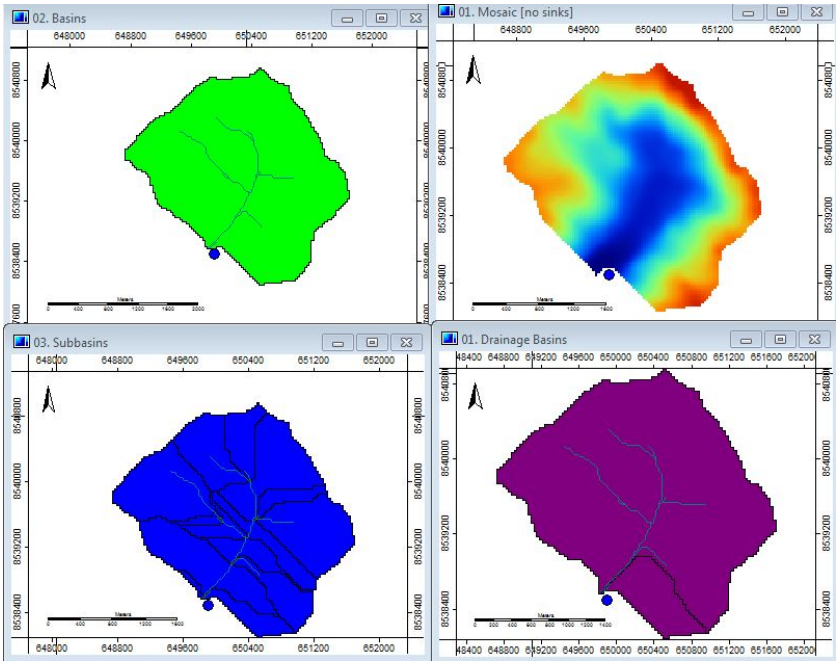
Parámetros morfométricos de la subcuenca Choclococha	
Características morfométricas de la subcuenca	
Área de la Cuenca (Km)	50.609
Perímetro de la Cuenca (Km)	45.866
Máxima Elevación (m.s.l.m)	5271.887
Mínima Elevación (m.s.l.m)	4503.906
Elevación Media (m.s.l.m)	4756.352
Parámetros de forma	
Coeficiente de compacidad (Ic)	5.714
Factor de Forma (Ff)	3.995
Relación de Elongación (Re)	0.634
Relación de circularidad (Rci)	0.302
Parámetros de relieve	
Pendiente media (%)	11.900
Tiempo de concentración (Giandotti) (Hr)	2.141
Relación de Pendiente (Horton)	3.436
Longitud media de la colina o ladera (m)	242.815

Diámetro topológico	7.000
Longitud del vector de dirección (km)	3.560
Parámetros de la red hídrica	
Densidad de drenaje (Km/Km2)	0.580
Relación de bifurcación (Horton) (Rb)	2.646
Relación de Longitud (Horton) (Rl)	0.843
Relación de Área (Horton) (Ra)	0.843
Frecuencia de flujo de primer orden	0.119
Longitud total de la corriente (Km)	29.364
Longitud del canal principal (Km)	12.669
Pendiente media del canal principal (%)	2.572
Orden Máxima (Strahler)	3.000
Cantidad de corrientes	10.000

Nota. Elaboración propia con ArcGIS.

Figura 22

Subcuenca de la estación Chungui.



Nota. Elaboración propia con ArcGIS.

Tabla 17

Parámetros morfométricos subcuenca Chungui

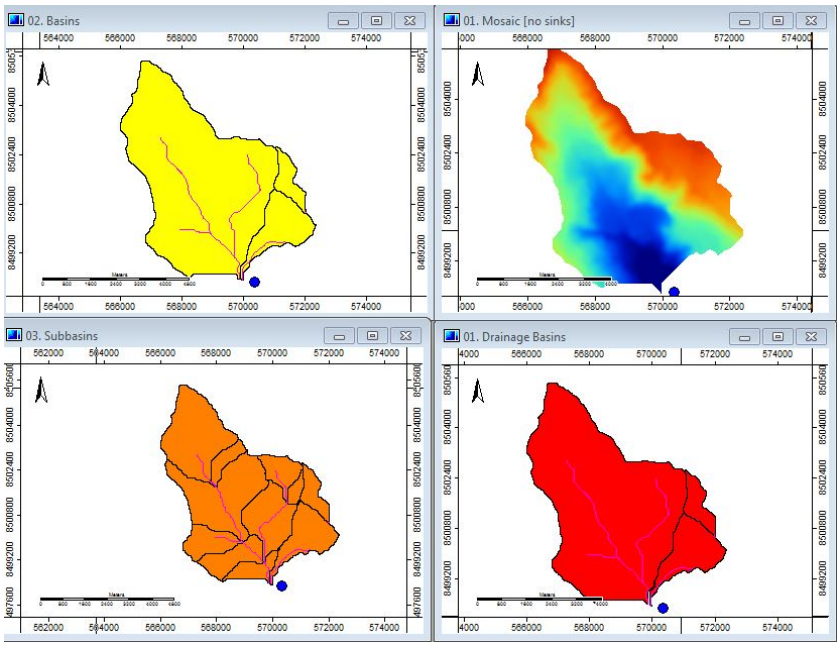
Parámetros morfométricos de la subcuenca Chungui

Características morfométricas de la subcuenca	
Área de la Cuenca (Km)	5.483
Perímetro de la Cuenca (Km)	9.778
Máxima Elevación (m.s.l.m)	4375.173
Mínima Elevación (m.s.l.m)	3584.868
Elevación Media (m.s.l.m)	3961.619
Parámetros de forma	
Coeficiente de compacidad (Ic)	3.701
Factor de Forma (Ff)	3.547
Relación de Elongación (Re)	1.709
Relación de circularidad (Rci)	0.721
Parámetros de relieve	
Pendiente media (%)	28.590
Tiempo de concentración (Giandotti) (Hr)	0.520
Relación de Pendiente (Horton)	0.000
Longitud media de la colina o ladera (m)	57.000
Diámetro topológico	1.000
Longitud del vector de dirección (km)	1.087
Parámetros de la red hídrica	
Densidad de drenaje (Km/Km2)	0.290
Relación de bifurcación (Horton) (Rb)	0.000
Relación de Longitud (Horton) (Rl)	0.000
Relación de Área (Horton) (Ra)	0.000
Frecuencia de flujo de primer orden	0.182
Longitud total de la corriente (Km)	1.588
Longitud del canal principal (Km)	1.546
Pendiente media del canal principal (%)	8.092
Orden Máxima (Strahler)	1.000
Cantidad de corrientes	1.000

Nota. Elaboración propia con ArcGIS.

Figura 23

Subcuenca de la estación Chuschi.



Nota. Elaboración propia con ArcGIS.

Tabla 18

Parámetros morfométricos subcuenca Chuschi

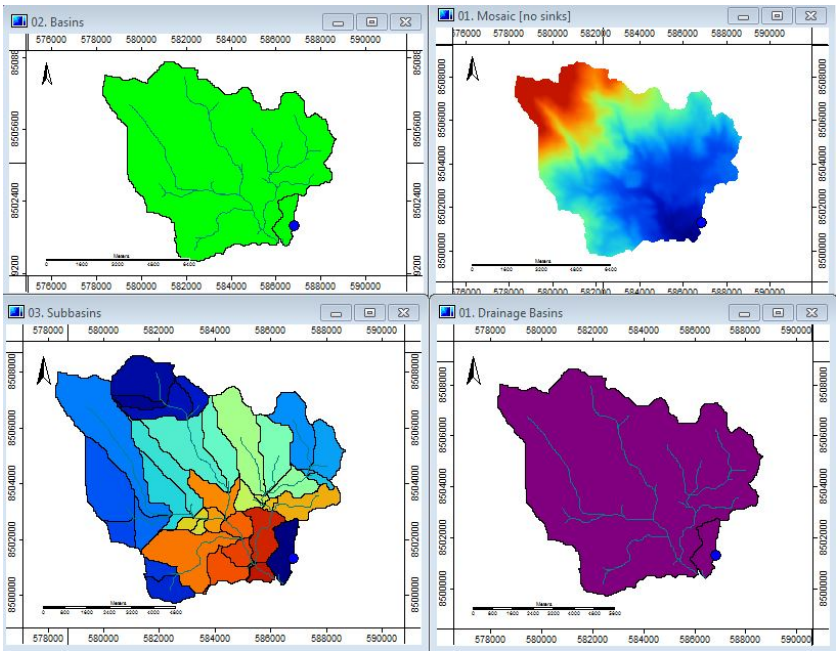
Parámetros morfométricos de la subcuenca Chuschi	
Características morfométricas de la subcuenca	
Área de la Cuenca (Km)	26.128
Perímetro de la Cuenca (Km)	25.361
Máxima Elevación (m.s.l.m)	4402.861
Mínima Elevación (m.s.l.m)	3135.890
Elevación Media (m.s.l.m)	3851.246
Parámetros de forma	
Coeficiente de compacidad (Ic)	4.397
Factor de Forma (Ff)	4.040
Relación de Elongación (Re)	0.892
Relación de circularidad (Rci)	0.510
Parámetros de relieve	
Pendiente media (%)	19.220
Tiempo de concentración (Giandotti) (Hr)	1.059
Relación de Pendiente (Horton)	1.853

Longitud media de la colina o ladera (m)	756.742
Diámetro topológico	6.000
Longitud del vector de dirección (km)	3.235
Parámetros de la red hídrica	
Densidad de drenaje (Km/Km2)	0.492
Relación de bifurcación (Horton) (Rb)	5.000
Relación de Longitud (Horton) (Rl)	2.907
Relación de Área (Horton) (Ra)	7.810
Frecuencia de flujo de primer orden	0.153
Longitud total de la corriente (Km)	12.852
Longitud del canal principal (Km)	6.468
Pendiente media del canal principal (%)	12.254
Orden Máxima (Strahler)	2.000
Cantidad de corrientes	6.000

Nota. Elaboración propia con ArcGIS.

Figura 24

Subcuenca de la estación Pampas



Nota. Elaboración propia con ArcGIS.

Tabla 19

Parámetros morfométricos subcuenca Pampas

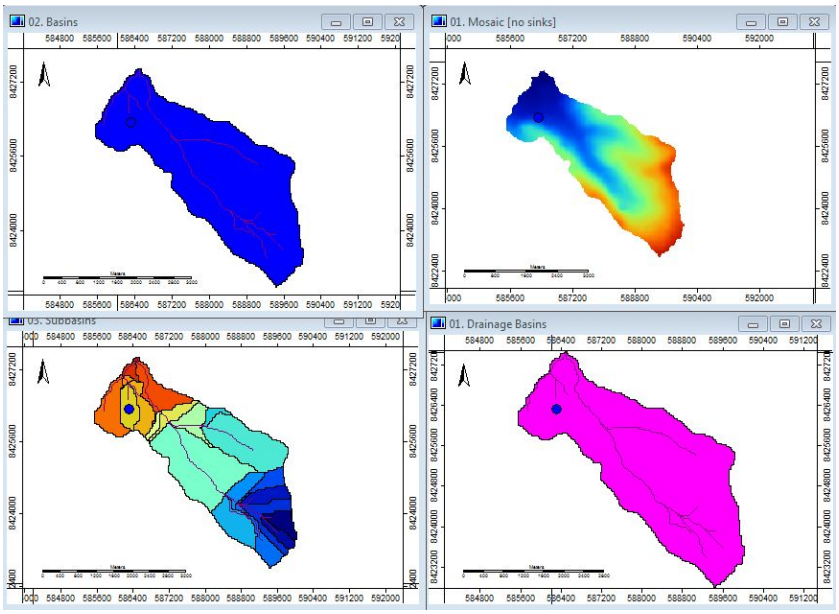
Parámetros morfométricos de la subcuenca Pampas

Características morfométricas de la Cuenca	
Área de la Cuenca (Km)	43.548
Perímetro de la Cuenca (Km)	33.137
Máxima Elevación (m.s.l.m)	4326.396
Mínima Elevación (m.s.l.m)	2023.700
Elevación Media (m.s.l.m)	3236.476
Parámetros de forma	
Coeficiente de compacidad (Ic)	4.450
Factor de Forma (Ff)	4.929
Relación de Elongación (Re)	0.843
Relación de circularidad (Rci)	0.498
Parámetros de relieve	
Pendiente media (%)	28.770
Tiempo de concentración (Giandotti) (Hr)	1.033
Relación de Pendiente (Horton)	1.691
Longitud media de la colina o ladera (m)	608.829
Diámetro topológico	8.000
Longitud del vector de dirección (km)	4.663
Parámetros de la red hídrica	
Densidad de drenaje (Km/Km2)	0.505
Relación de bifurcación (Horton) (Rb)	3.000
Relación de Longitud (Horton) (Rl)	1.748
Relación de Área (Horton) (Ra)	3.568
Frecuencia de flujo de primer orden	0.184
Longitud total de la corriente (Km)	21.997
Longitud del canal principal (Km)	8.836
Pendiente media del canal principal (%)	19.902
Orden Máxima (Strahler)	3.000
Cantidad de corrientes	12.000

Nota. Elaboración propia con ArcGIS.

Figura 25

Subcuenca de la estación Pampamarca



Nota. Elaboración propia con ArcGIS.

Tabla 20

Parámetros morfométricos subcuenca Pampamarca

Parámetros morfométricos de la subcuenca Pampamarca	
Características morfométricas de la subcuenca	
Área de la Cuenca (Km)	9.352
Perímetro de la Cuenca (Km)	16.663
Máxima Elevación (m.s.l.m)	4541.790
Mínima Elevación (m.s.l.m)	4148.021
Elevación Media (m.s.l.m)	4333.428
Parámetros de forma	
Coeficiente de compacidad (Ic)	4.829
Factor de Forma (Ff)	2.121
Relación de Elongación (Re)	0.783
Relación de circularidad (Rci)	0.423
Parámetros de relieve	
Pendiente media (%)	9.970
Tiempo de concentración (Giandotti) (Hr)	1.187
Relación de Pendiente (Horton)	1.437
Longitud media de la colina o ladera (m)	129.520

Diámetro topológico	3.000
Longitud del vector de dirección (km)	2.732
Parámetros de la red hídrica	
Densidad de drenaje (Km/Km2)	0.603
Relación de bifurcación (Horton) (Rb)	3.000
Relación de Longitud (Horton) (Rl)	1.727
Relación de Área (Horton) (Ra)	3.579
Frecuencia de flujo de primer orden	0.214
Longitud total de la corriente (Km)	5.639
Longitud del canal principal (Km)	4.410
Pendiente media del canal principal (%)	3.876
Orden Máxima (Strahler)	2.000
Cantidad de corrientes	4.000

Nota. Elaboración propia con ArcGIS.

Figura 26

Subcuenca de la estación Paras

Nota. Elaboración propia con ArcGIS.

Tabla 21

Parámetros morfométricos subcuenca Paras

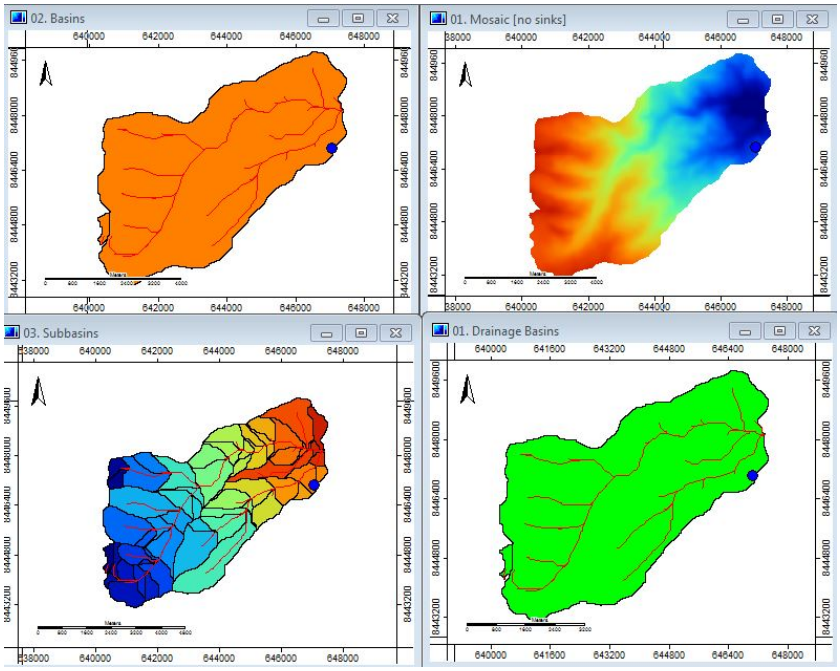
Parámetros morfométricos de la subcuenca Paras	
Características morfométricas de la subcuenca	
Área de la Cuenca (Km)	49.213
Perímetro de la Cuenca (Km)	38.445
Máxima Elevación (m.s.l.m)	5076.904
Mínima Elevación (m.s.l.m)	3229.741
Elevación Media (m.s.l.m)	4315.964
Parámetros de forma	
Coeficiente de compacidad (Ic)	4.857
Factor de Forma (Ff)	3.652
Relación de Elongación (Re)	0.587
Relación de circularidad (Rci)	0.418
Parámetros de relieve	
Pendiente media (%)	23.590

Tiempo de concentración (Giandotti) (Hr)	1.404
Relación de Pendiente (Horton)	1.864
Longitud media de la colina o ladera (m)	170.394
Diámetro topológico	10.000
Longitud del vector de dirección (km)	6.758
Parámetros de la red hídrica	
Densidad de drenaje (Km/Km2)	0.497
Relación de bifurcación (Horton) (Rb)	11.000
Relación de Longitud (Horton) (Rl)	13.232
Relación de Área (Horton) (Ra)	18.993
Frecuencia de flujo de primer orden	0.203
Longitud total de la corriente (Km)	24.456
Longitud del canal principal (Km)	13.474
Pendiente media del canal principal (%)	9.960
Orden Máxima (Strahler)	2.000
Cantidad de corrientes	12.000

Nota. Elaboración propia con ArcGIS.

Figura 27

Subcuenca de la estación Paucaray



Nota. Elaboración propia con ArcGIS.

Tabla 22

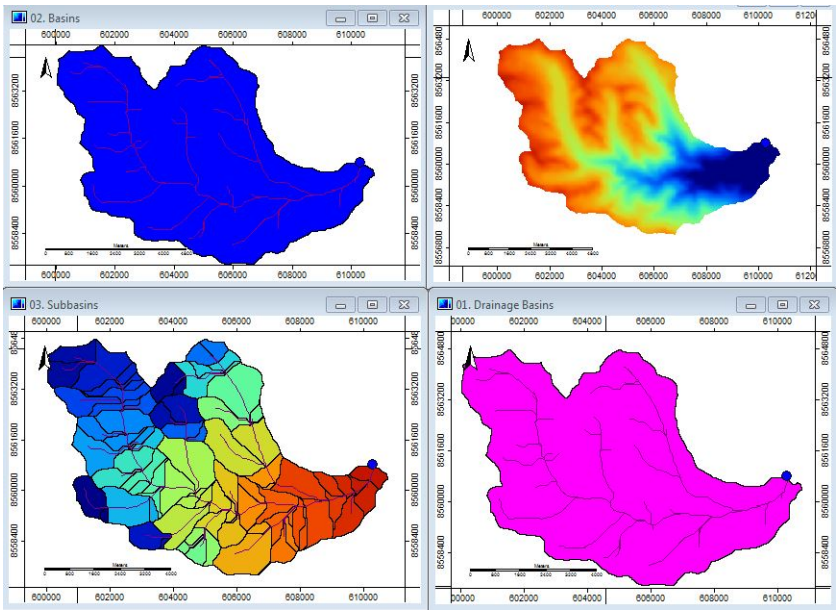
Parámetros morfométricos subcuenca Paucaray

Parámetros morfométricos de la subuenca Paucaray	
Características morfométricas de la subcuenca	
Área de la Cuenca (Km)	29.010
Perímetro de la Cuenca (Km)	26.807
Máxima Elevación (m.s.l.m)	4461.611
Mínima Elevación (m.s.l.m)	2826.752
Elevación Media (m.s.l.m)	3824.286
Parámetros de forma	
Coeficiente de compacidad (Ic)	4.411
Factor de Forma (Ff)	3.231
Relación de Elongación (Re)	0.677
Relación de circularidad (Rci)	0.507
Parámetros de relieve	
Pendiente media (%)	20.150
Tiempo de concentración (Giandotti) (Hr)	1.082
Relación de Pendiente (Horton)	1.331
Longitud media de la colina o ladera (m)	601.983
Diámetro topológico	5.000
Longitud del vector de dirección (km)	4.101
Parámetros de la red hídrica	
Densidad de drenaje (Km/Km2)	0.644
Relación de bifurcación (Horton) (Rb)	2.450
Relación de Longitud (Horton) (Rl)	0.308
Relación de Área (Horton) (Ra)	3.351
Frecuencia de flujo de primer orden	0.172
Longitud total de la corriente (Km)	18.695
Longitud del canal principal (Km)	8.979
Pendiente media del canal principal (%)	15.775
Orden Máxima (Strahler)	3.000
Cantidad de corrientes	9.000

Nota. Elaboración propia con ArcGIS.

Figura 28

Subcuenca de la estación San Miguel



Nota. Elaboración propia con ArcGIS.

Tabla 23

Parámetros morfométricos subcuenca San Miguel

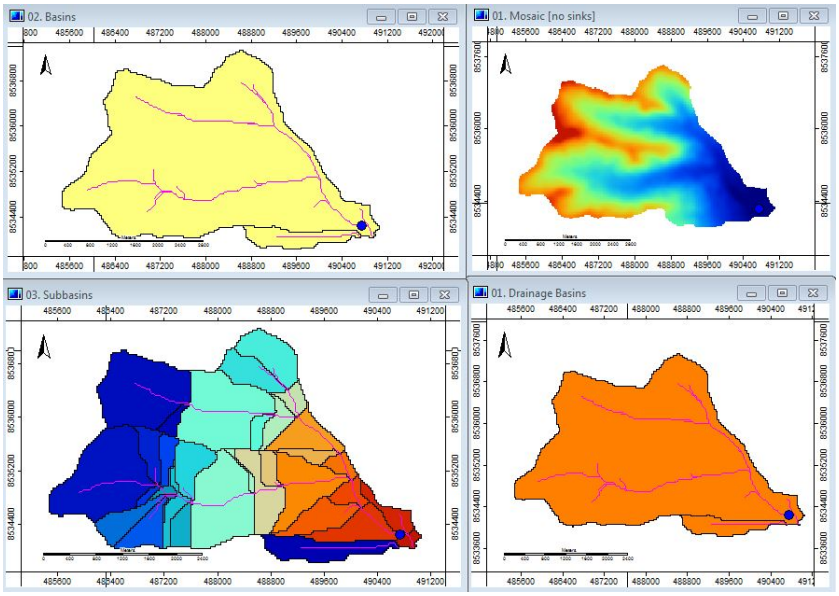
Parámetros morfométricos de la subcuenca San Miguel	
Características morfométricas de la subcuenca	
Área de la Cuenca (Km)	47.114
Perímetro de la Cuenca (Km)	36.867
Máxima Elevación (m.s.l.m)	4391.548
Mínima Elevación (m.s.l.m)	2714.161
Elevación Media (m.s.l.m)	3888.995
Parámetros de forma	
Coeficiente de compacidad (Ic)	4.760
Factor de Forma (Ff)	3.590
Relación de Elongación (Re)	0.590
Relación de circularidad (Rci)	0.436
Parámetros de relieve	
Pendiente media (%)	21.980
Tiempo de concentración (Giandotti) (Hr)	1.439
Relación de Pendiente (Horton)	1.506
Longitud media de la colina o ladera (m)	482.025

Diámetro topológico	7.000
Longitud del vector de dirección (km)	5.583
Parámetros de la red hídrica	
Densidad de drenaje (Km/Km2)	0.592
Relación de bifurcación (Horton) (Rb)	2.828
Relación de Longitud (Horton) (Rl)	1.042
Relación de Área (Horton) (Ra)	3.280
Frecuencia de flujo de primer orden	0.149
Longitud total de la corriente (Km)	27.903
Longitud del canal principal (Km)	13.122
Pendiente media del canal principal (%)	11.161
Orden Máxima (Strahler)	3.000
Cantidad de corrientes	11.000

Nota. Elaboración propia con ArcGIS.

Figura 29

Subcuenca de la estación Tunel cero



Nota. Elaboración propia con ArcGIS.

Tabla 24

Parámetros morfométricos subcuenca Tunel cero

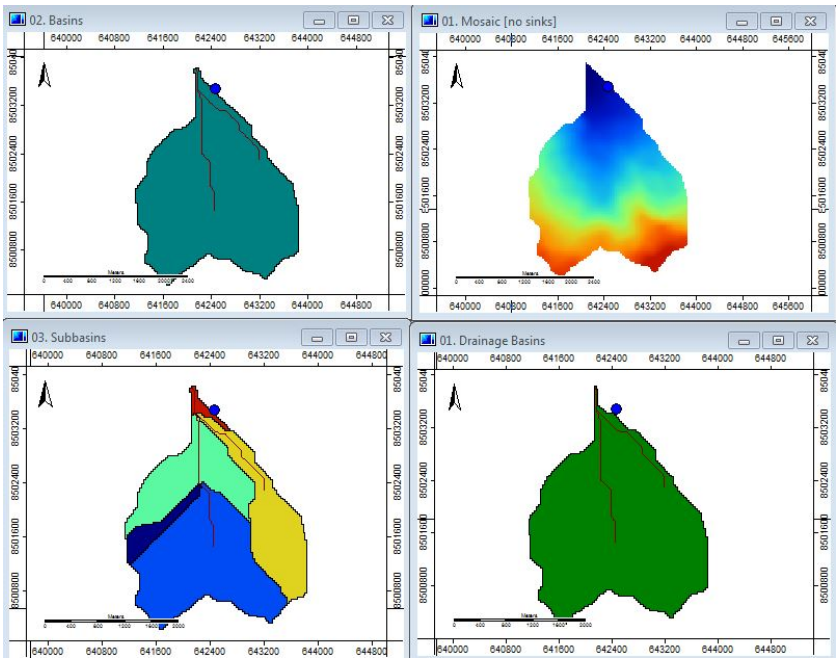
Parámetros Morfométricos de la Cuenca Tunel Cero
Características morfométricos de la subuenca

Área de la Cuenca (Km)	10.951
Perímetro de la Cuenca (Km)	16.035
Máxima Elevación (m.s.l.m)	4928.070
Mínima Elevación (m.s.l.m)	4503.047
Elevación Media (m.s.l.m)	4709.916
Parámetros de forma	
Coeficiente de compacidad (Ic)	4.294
Factor de Forma (Ff)	2.385
Relación de Elongación (Re)	0.813
Relación de circularidad (Rci)	0.535
Parámetros de relieve	
Pendiente media (%)	13.620
Tiempo de concentración (Giandotti) (Hr)	1.220
Relación de Pendiente (Horton)	1.584
Longitud media de la colina o ladera (m)	126.371
Diámetro topológico	2.000
Longitud del vector de dirección (km)	2.836
Parámetros de la red hídrica	
Densidad de drenaje (Km/Km2)	0.717
Relación de bifurcación (Horton) (Rb)	2.000
Relación de Longitud (Horton) (Rl)	0.345
Relación de Área (Horton) (Ra)	2.164
Frecuencia de flujo de primer orden	0.183
Longitud total de la corriente (Km)	7.852
Longitud del canal principal (Km)	4.592
Pendiente media del canal principal (%)	3.766
Orden Máxima (Strahler)	2.000
Cantidad de corrientes	3.000

Nota. Elaboración propia con ArcGIS.

Figura 30

Subcuenca de la estación Uripa.



Nota. Elaboración propia con ArcGIS.

Tabla 25

Parámetros morfométricos subcuenca Uripa

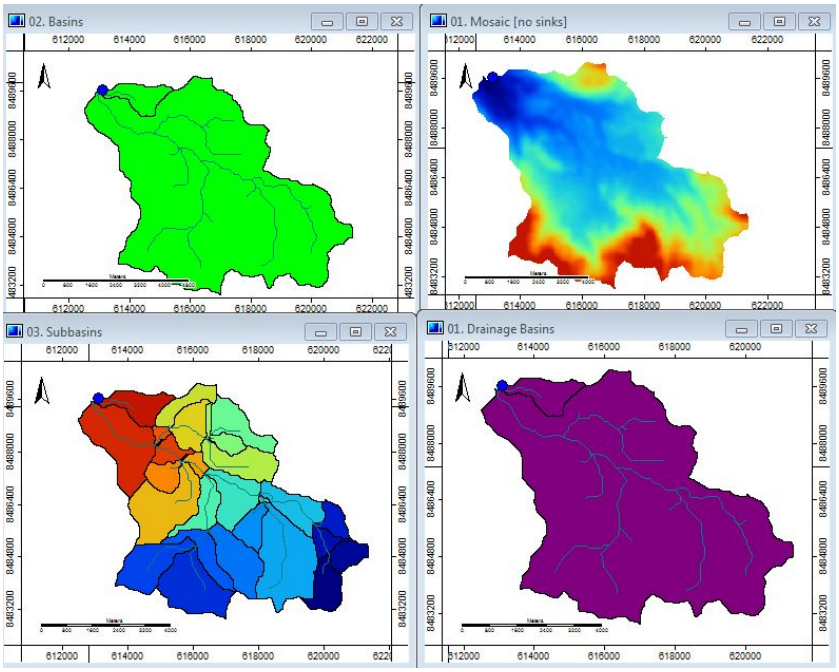
Parámetros morfométricos de la subcuenca Uripa	
Características morfométricos de la subcuenca	
Área de la Cuenca (Km)	6.393
Perímetro de la Cuenca (Km)	11.855
Máxima Elevación (m.s.l.m)	4081.011
Mínima Elevación (m.s.l.m)	3136.587
Elevación Media (m.s.l.m)	3567.072
Parámetros de forma	
Coeficiente de compacidad (Ic)	4.155
Factor de Forma (Ff)	3.741
Relación de Elongación (Re)	1.669
Relación de circularidad (Rci)	0.572
Parámetros de relieve	
Pendiente media (%)	17.790
Tiempo de concentración (Giandotti) (Hr)	0.516
Relación de Pendiente (Horton)	0.000

Longitud media de la colina o ladera (m)	71.000
Diámetro topológico	1.000
Longitud del vector de dirección (km)	2.032
Parámetros de la red hídrica	
Densidad de drenaje (Km/Km2)	0.272
Relación de bifurcación (Horton) (Rb)	0.000
Relación de Longitud (Horton) (Rl)	0.000
Relación de Área (Horton) (Ra)	0.000
Frecuencia de flujo de primer orden	0.156
Longitud total de la corriente (Km)	1.739
Longitud del canal principal (Km)	1.709
Pendiente media del canal principal (%)	12.004
Orden Máxima (Strahler)	1.000
Cantidad de corrientes	1.000

Nota. Elaboración propia con ArcGIS.

Figura 31

subcuenca de la estación Vilcashuamán.



Nota. Elaboración propia con ArcGIS.

Tabla 26

Parámetros morfométricos subcuenca Vilcashuaman

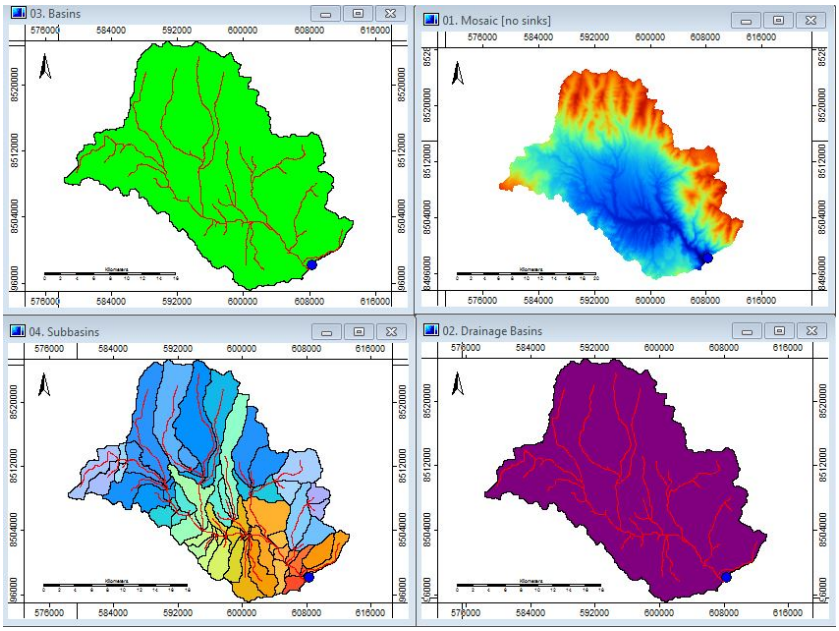
Parámetros morfométricos de la subcuenca Vilcashuaman

Características morfométricos de la subcuenca	
Área de la Cuenca (Km)	38.339
Perímetro de la Cuenca (Km)	34.107
Máxima Elevación (m.s.l.m)	4142.106
Mínima Elevación (m.s.l.m)	3451.535
Elevación Media (m.s.l.m)	3723.353
Parámetros de forma	
Coeficiente de compacidad (Ic)	4.882
Factor de Forma (Ff)	3.593
Relación de Elongación (Re)	0.655
Relación de circularidad (Rci)	0.414
Parámetros de relieve	
Pendiente media (%)	8.760
Tiempo de concentración (Giandotti) (Hr)	1.939
Relación de Pendiente (Horton)	1.249
Longitud media de la colina o ladera (m)	91.564
Diámetro topológico	8.000
Longitud del vector de dirección (km)	4.917
Parámetros de la red hídrica	
Densidad de drenaje (Km/Km2)	0.684
Relación de bifurcación (Horton) (Rb)	3.464
Relación de Longitud (Horton) (Rl)	2.469
Relación de Área (Horton) (Ra)	4.247
Frecuencia de flujo de primer orden	0.235
Longitud total de la corriente (Km)	26.211
Longitud del canal principal (Km)	10.670
Pendiente media del canal principal (%)	3.062
Orden Máxima (Strahler)	3.000
Cantidad de corrientes	17.000

Nota. Elaboración propia con ArcGIS.

Figura 32

Subcuenca de la estación Vischongo



Nota. Elaboración propia con ArcGIS.

Tabla 27

Parámetros morfométricos subcuenca Vischongo

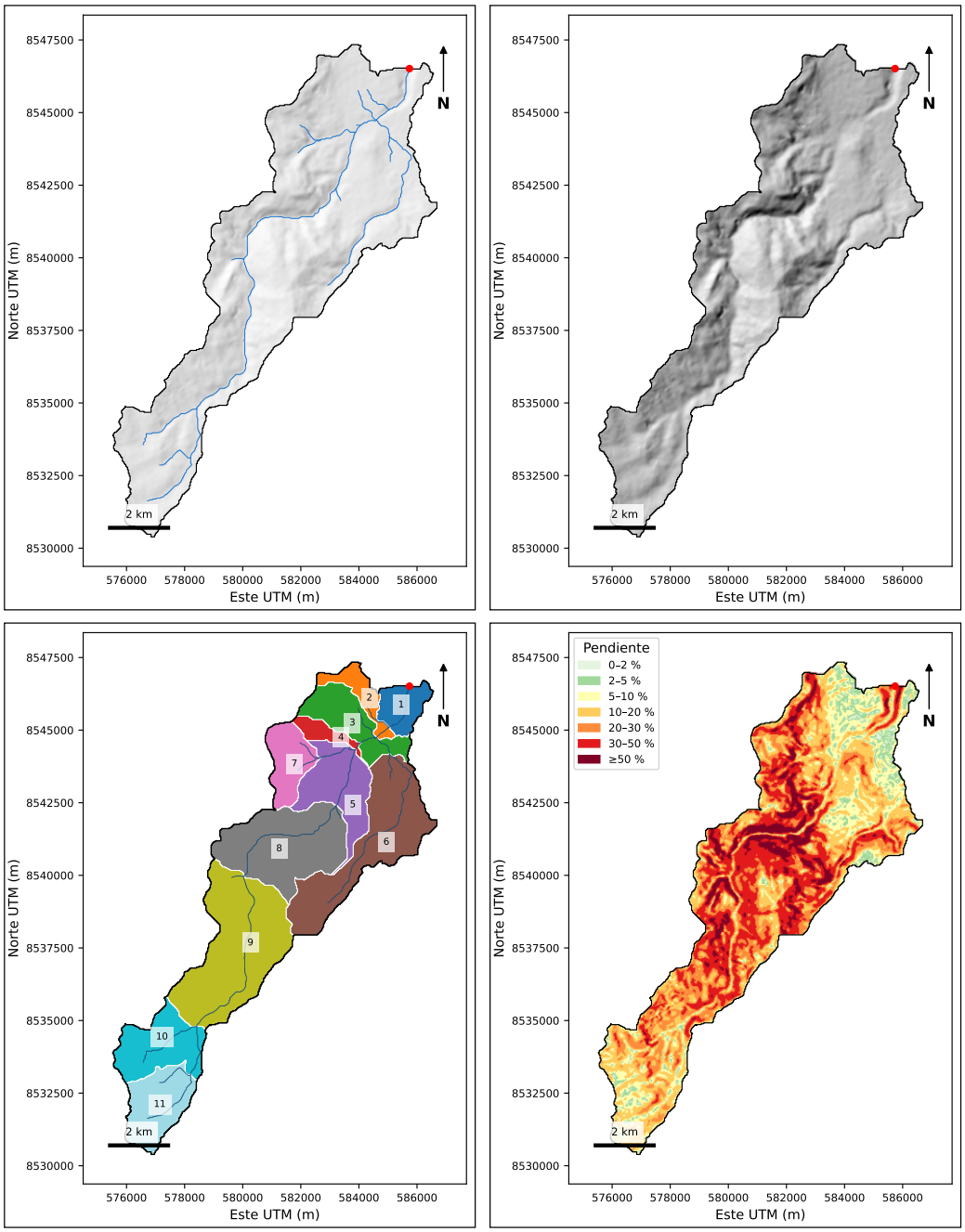
Parámetros morfométricos de la subcuenca Vischongo	
Características morfométricos de la subcuenca	
Área de la Cuenca (Km)	552.548
Perímetro de la Cuenca (Km)	136.587
Máxima Elevación (m.s.l.m)	4344.960
Mínima Elevación (m.s.l.m)	3067.203
Elevación Media (m.s.l.m)	3719.793
Parámetros de forma	
Coeficiente de compacidad (Ic)	5.150
Factor de Forma (Ff)	12.622
Relación de Elongación (Re)	0.606
Relación de circularidad (Rci)	0.372
Parámetros de relieve	
Pendiente media (%)	10.600
Tiempo de concentración (Giandotti) (Hr)	5.584
Relación de Pendiente (Horton)	1.394
Longitud media de la colina o ladera (m)	769.923

Diámetro topológico	38.000
Longitud del vector de dirección (km)	16.496
Parámetros de la red hídrica	
Densidad de drenaje (Km/Km2)	0.718
Relación de bifurcación (Horton) (Rb)	3.247
Relación de Longitud (Horton) (Rl)	1.457
Relación de Área (Horton) (Ra)	3.572
Frecuencia de flujo de primer orden	0.148
Longitud total de la corriente (Km)	396.681
Longitud del canal principal (Km)	43.777
Pendiente media del canal principal (%)	2.527
Orden Máxima (Strahler)	5.000
Cantidad de corrientes	137.000

Nota. Elaboración propia con ArcGIS.

Figura 33

Subcuenca de Huamanga (Pampa de arco)



Nota. Elaboración propia con ArcGIS.

Tabla 28

Parámetros morfométricos subcuenca Huamanga (Pampa del Arco)

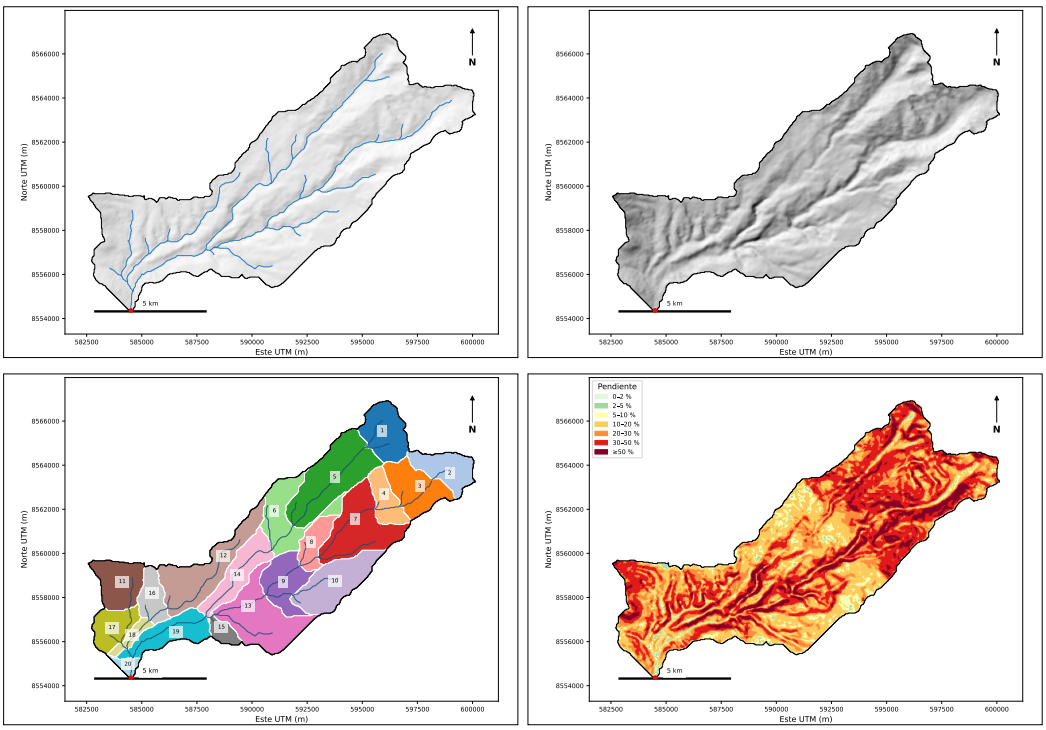
Parámetros Morfométricos de la subcuenca Huamanga (Pampa del Arco)	
Características morfométricos de la subcuenca	
Área de la Cuenca (Km^2)	62.915

Perímetro de la Cuenca (Km)	65.220
Máxima Elevación (m.s.l.m)	4060.743
Mínima Elevación (m.s.l.m)	2626.029
Elevación Media (m.s.l.m)	3303.378
Parámetros de forma	
Coeficiente de compacidad (Ic)	2.320
Factor de Forma (Ff)	0.185
Relación de Elongación (Re)	0.485
Relación de circularidad (Rci)	0.186
Parámetros de relieve	
Pendiente media (%)	24.197
Tiempo de concentración (Kirpich) (Hr)	2.055
Relación de Pendiente (Horton)	1.76
Longitud media de la colina o ladera (m)	759.96
Diámetro topológico	10
Longitud del vector de dirección (km)	18.45
Parámetros de la red hídrica	
Densidad de drenaje (Km/Km2)	0.658
Relación de bifurcación (Horton) (Rb)	3.5
Relación de Longitud (Horton) (Rl)	2.08
Relación de Área (Horton) (Ra)	5.16
Frecuencia de flujo de primer orden	0.19
Longitud total de la corriente (Km)	41.394
Longitud del canal principal (Km)	21.410
Pendiente media del canal principal (%)	6.126
Orden Máxima (Strahler)	3.000
Cantidad de corrientes	16

Nota. Elaboración propia a partir del DEM mediante Python.

Figura 34

Subcuenca de Wayllapampa)



Nota. Elaboración propia con ArcGIS.

Tabla 29

Parámetros morfométricos subcuenca Wayllapampa

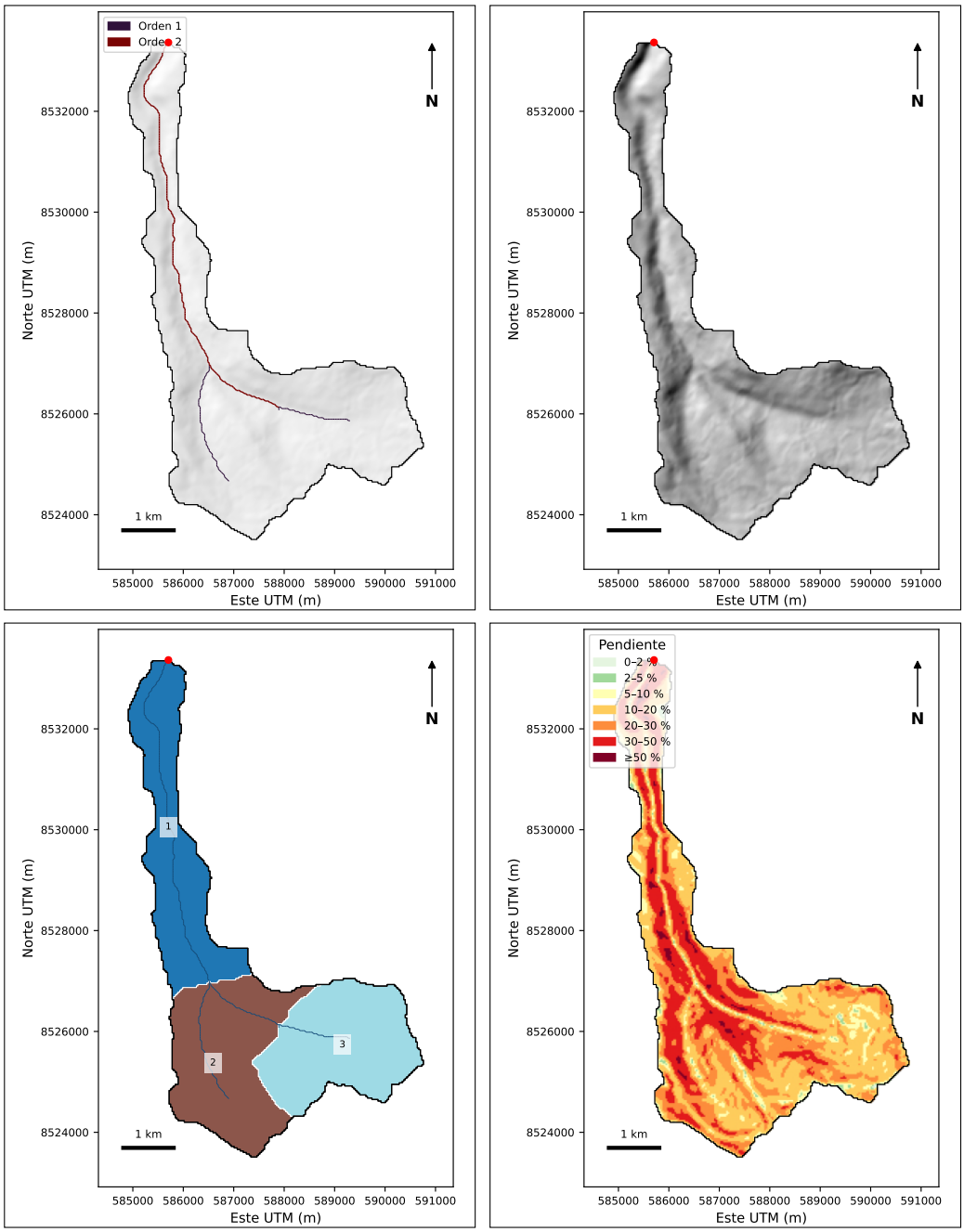
Parámetros morfométricos de la subcuenca Wayllapampa	
Características morfométricos de la subcuenca	
Área de la Cuenca (Km^2)	86.293
Perímetro de la Cuenca (Km)	67.620
Máxima Elevación (m.s.l.m)	4424.500
Mínima Elevación (m.s.l.m)	2460.723
Elevación Media (m.s.l.m)	3366.707
Parámetros de forma	
Coeficiente de compacidad (Ic)	2.053
Factor de Forma (Ff)	0.254
Relación de Elongación (Re)	0.569
Relación de circularidad (Rci)	0.237
Parámetros de relieve	
Pendiente media (%)	28.768

Tiempo de concentración (Kirpich) (Hr)	1.721
Relación de Pendiente (Horton)	2.033
Longitud media de la colina o ladera (m)	656.840
Diámetro topológico	11.000
Longitud del vector de dirección (km)	18.407
Parámetros de la red hídrica	
Densidad de drenaje (Km/Km2)	0.761
Relación de bifurcación (Horton) (Rb)	2.833
Relación de Longitud (Horton) (Rl)	1.662
Relación de Área (Horton) (Ra)	3.738
Frecuencia de flujo de primer orden	0.232
Longitud total de la corriente (Km)	65.688
Longitud del canal principal (Km)	19.874
Pendiente media del canal principal (%)	8.361
Orden Máxima (Strahler)	4.000
Cantidad de corrientes	28.000

Nota. Elaboración propia con ArcGIS.

Figura 35

Subcuenca de Chiara



Nota. Elaboración propia con ArcGIS.

Tabla 30

Parámetros morfométricos subcuenca Chiara

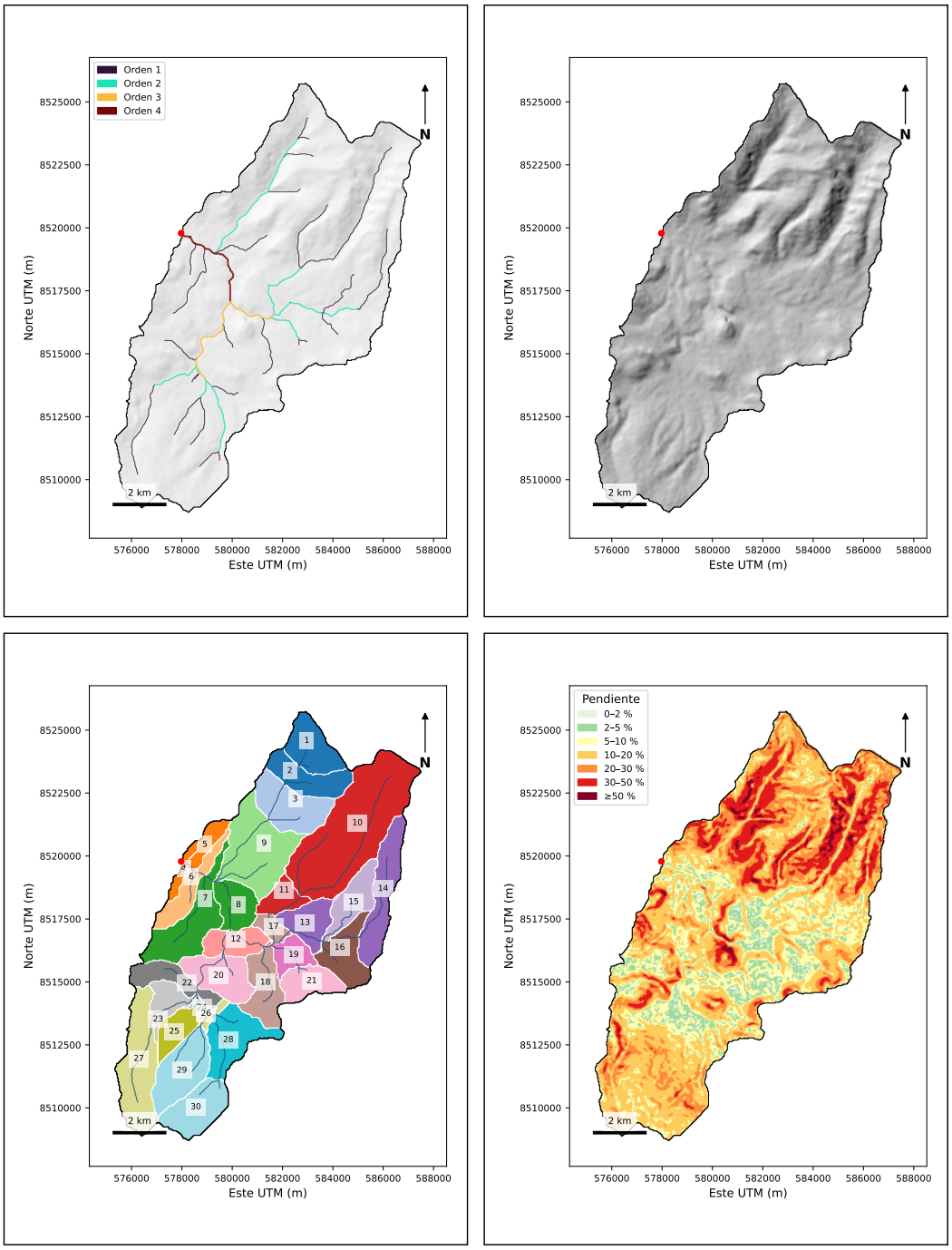
Parámetros morfométricos de la subcuenca Chiara	
Características morfométricos de la subcuenca	
Área de la Cuenca (Km^2)	18.404

Perímetro de la Cuenca (Km)	35.160
Máxima Elevación (m.s.l.m)	4259.202
Mínima Elevación (m.s.l.m)	3329.500
Elevación Media (m.s.l.m)	3928.537
Parámetros de forma	
Coeficiente de compacidad (Ic)	2.312
Factor de Forma (Ff)	0.184
Relación de Elongación (Re)	0.484
Relación de circularidad (Rci)	0.187
Parámetros de relieve	
Pendiente media (%)	22.927
Tiempo de concentración (Kirpich) (Hr)	1.152
Relación de Pendiente (Horton)	1.433
Longitud media de la colina o ladera (m)	698.137
Diámetro topológico	3.000
Longitud del vector de dirección (km)	9.993
Parámetros de la red hídrica	
Densidad de drenaje (Km/Km2)	0.716
Relación de bifurcación (Horton) (Rb)	3.000
Relación de Longitud (Horton) (Rl)	6.389
Relación de Área (Horton) (Ra)	5.315
Frecuencia de flujo de primer orden	0.163
Longitud total de la corriente (Km)	13.181
Longitud del canal principal (Km)	10.475
Pendiente media del canal principal (%)	6.589
Orden Máxima (Strahler)	2.000
Cantidad de corrientes	4.000

Nota. Elaboración propia con ArcGIS.

Figura 36

Subcuenca de Allpachaca



Nota. Elaboración propia con ArcGIS.

Tabla 31

Parámetros morfométricos subcuenca Allpachaca

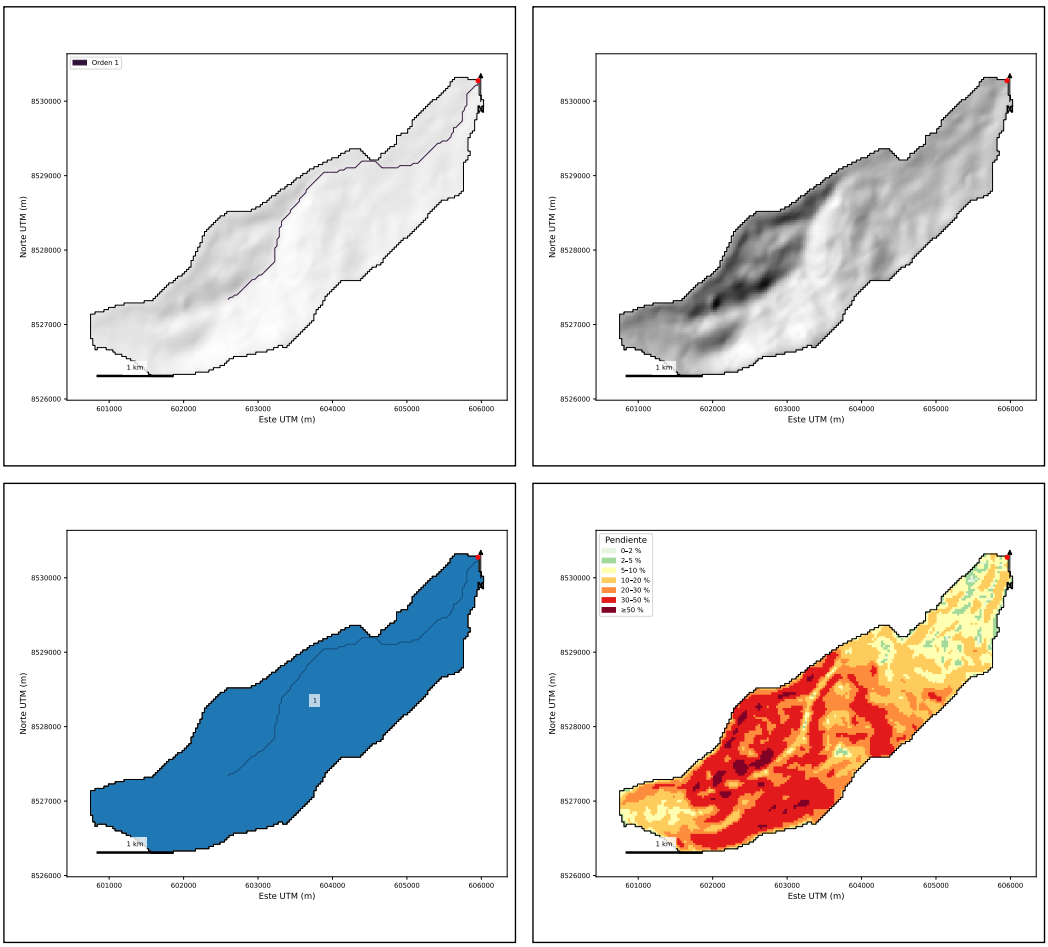
Parámetros morfométricos de la subcuenca Allpachaca
Características morfométricos de la subcuenca

Área de la Cuenca (km^2)	105.980
Perímetro de la Cuenca (km)	66.060
Máxima Elevación (m s.n.m.)	4291.000
Mínima Elevación (m s.n.m.)	3463.000
Elevación Media (m s.n.m.)	3841.531
Parámetros de forma	
Coeficiente de compacidad (Ic)	1.810
Factor de Forma (Ff)	0.862
Relación de Elongación (Re)	1.048
Relación de circularidad (Rci)	0.305
Parámetros de relieve	
Pendiente media (%)	17.505
Tiempo de concentración (Kirpich) (h)	2.004
Relación de Pendiente (Horton)	1.548
Longitud media de la colina o ladera (m)	668.074
Diámetro topológico	13.000
Longitud del vector de dirección (km)	9.042
Parámetros de la red hídrica	
Densidad de drenaje (km/km^2)	0.748
Relación de bifurcación (Horton) (Rb)	3.214
Relación de Longitud (Horton) (Rl)	1.403
Relación de Área (Horton) (Ra)	3.484
Frecuencia de flujo de primer orden (km^{-2})	0.274
Longitud total de la corriente (km)	79.317
Longitud del canal principal (km)	16.146
Pendiente media del canal principal (%)	3.717
Orden Máximo (Strahler)	4.000
Cantidad de corrientes	39.000

Nota. Elaboración propia con ArcGIS.

Figura 37

Subcuenca de Chontaca



Nota. Elaboración propia con ArcGIS.

Tabla 32

Parámetros morfométricos subcuenca Chontaca

Parámetros morfométricos de la subcuenca Chontaca	
Características morfométricos de la subcuenca	
Área de la Cuenca (Km^2)	7.828
Perímetro de la Cuenca (Km)	19.080
Máxima Elevación (m.s.l.m)	4232.577
Mínima Elevación (m.s.l.m)	3442.272
Elevación Media (m.s.l.m)	3790.151
Parámetros de forma	
Coeficiente de compacidad (Ic)	1.924
Factor de Forma (Ff)	0.198

Relación de Elongación (Re)	0.502
Relación de circularidad (Rci)	0.270
Parámetros de relieve	
Pendiente media (%)	23.890
Tiempo de concentración (Kirpich) (Hr)	0.636
Relación de Pendiente (Horton)	N/A
Longitud media de la colina o ladera (m)	748.068
Diámetro topológico	1.000
Longitud del vector de dirección (km)	4.465
Parámetros de la red hídrica	
Densidad de drenaje (Km/Km2)	0.668
Relación de bifurcación (Horton) (Rb)	N/A
Relación de Longitud (Horton) (Rl)	N/A
Relación de Área (Horton) (Ra)	N/A
Frecuencia de flujo de primer orden	0.128
Longitud total de la corriente (Km)	5.232
Longitud del canal principal (Km)	5.232
Pendiente media del canal principal (%)	7.684
Orden Máxima (Strahler)	1.000
Cantidad de corrientes	1.000

Nota. Elaboración propia con ArcGIS.

2.6.3 Variables de entrada y salida del dataset

Para estructurar el dataset y facilitar la identificación de las variables durante el procesamiento y entrenamiento del modelo Perceptrón Multicapa (MLP), los parámetros físicos y morfométricos de las cuencas fueron simbolizados mediante la letra E, correspondiente a las variables de entrada, seguida de una numeración correlativa desde E1 hasta E25.

De esta manera, E1 representa el área de la cuenca, E2 el perímetro, E3 la elevación máxima, E4 la elevación mínima, E5 la elevación media y E6 la pendiente media. Los parámetros restantes continúan con la misma codificación hasta E25, incluyendo características relacionadas con la forma, relieve y red de drenaje de las cuencas. La correspondencia completa entre cada símbolo y su respectivo parámetro se presenta en la Tabla **??**.

Para las variables de salida se empleó la simbología PMDA, correspondiente a la precipitación máxima diaria anual, seguida del año de registro. Así, por ejemplo, PMDA1981 representa la precipitación máxima diaria anual del año 1981, PMDA1982 la correspondiente al año 1982, y sucesivamente hasta PMDA2016. Estas variables, expresadas en milímetros, constituyeron las salidas objetivo del modelo MLP.

Esta codificación permitió organizar de manera uniforme las variables del dataset y facilitar su identificación durante las etapas de procesamiento, entrenamiento, validación y prueba de la red neuronal artificial.

Tabla 33

Parámetros de entrada a la RNA

Simbología	Parámetros morfométricos de la cuenca
E1	Entrada del área
E2	Entrada del perimetro
E3	Entrada de la máxima elevacion
E4	Entrada de la mínima elevación
E5	Entrada de la elevación media
E6	Entrada de la pendiente media
E7	Entrada del vector de dirección
E8	Entrada del coeficiente de compacidad
E9	Entrada de la relación de circularidad
E10	Entrada del diametro topológíco
E11	Entrada de la relación de Alargamiento
E12	Entrada del factor de forma
E13	Entrada del tiempo de Concentración
E14	Entrada de la longitud de canal
E15	Entrada de la pendiente del Canal
E16	Entrada de la longitud de la Ladera principal
E17	Entrada del orden máxima
E18	Entrada de la cantidad de flujo de Corrientes
E19	Entrada de la longitud de flujo de Corriente
E20	Entrada de la frecuencia de flujo
E21	Entrada de la densidad drenaje
E22	Entrada de la relación de Bifurcación
E23	Entrada de la relación de Longitud
E24	Relación del área
E25	Relación de la pendiente

Nota. Elaboración Propia

Tabla 34
Parámetros de salida de la RNA

Simbología	Precipitación máxima diaria anual (mm)
PMDA1981	Precipitación máxima diaria anual de 1981
PMDA1982	Precipitación máxima diaria anual de 1982
PMDA1983	Precipitación máxima diaria anual de 1983
PMDA1984	Precipitación máxima diaria anual de 1984
PMDA1985	Precipitación máxima diaria anual de 1985
PMDA1986	Precipitación máxima diaria anual de 1986
PMDA1987	Precipitación máxima diaria anual de 1987
PMDA1988	Precipitación máxima diaria anual de 1988
PMDA1989	Precipitación máxima diaria anual de 1989
PMDA1990	Precipitación máxima diaria anual de 1990
PMDA1991	Precipitación máxima diaria anual de 1991
PMDA1992	Precipitación máxima diaria anual de 1992
PMDA1993	Precipitación máxima diaria anual de 1993
PMDA1994	Precipitación máxima diaria anual de 1994
PMDA1995	Precipitación máxima diaria anual de 1995
PMDA1996	Precipitación máxima diaria anual de 1996
PMDA1997	Precipitación máxima diaria anual de 1997
PMDA1998	Precipitación máxima diaria anual de 1998
PMDA1999	Precipitación máxima diaria anual de 1999
PMDA2000	Precipitación máxima diaria anual de 2000
PMDA2001	Precipitación máxima diaria anual de 2001
PMDA2002	Precipitación máxima diaria anual de 2002
PMDA2003	Precipitación máxima diaria anual de 2003
PMDA2004	Precipitación máxima diaria anual de 2004
PMDA2005	Precipitación máxima diaria anual de 2005
PMDA2006	Precipitación máxima diaria anual de 2006
PMDA2007	Precipitación máxima diaria anual de 2007
PMDA2008	Precipitación máxima diaria anual de 2008
PMDA2009	Precipitación máxima diaria anual de 2009
PMDA2010	Precipitación máxima diaria anual de 2010
PMDA2011	Precipitación máxima diaria anual de 2011
PMDA2012	Precipitación máxima diaria anual de 2012
PMDA2013	Precipitación máxima diaria anual de 2013
PMDA2014	Precipitación máxima diaria anual de 2014
PMDA2015	Precipitación máxima diaria anual de 2015

PMDA2016	Precipitación máxima diaria anual de 2016

Nota. Elaboración Propia

2.6.4 Estructuración de los datos de entrada y salida

Una vez obtenidos y simbolizados los parámetros que conforman el dataset, la información fue organizada en una estructura tabular para facilitar su procesamiento y posterior incorporación al modelo Perceptrón Multicapa (MLP). Cada fila representa una cuenca analizada, mientras que las columnas corresponden a las variables de entrada y salida previamente definidas.

Los datos de entrada fueron organizados de acuerdo con la codificación establecida desde E1 hasta E25, correspondiente a los parámetros físicos y morfométricos obtenidos para cada cuenca. Esta disposición permitió integrar en una misma matriz las características geométricas, de relieve, forma y de la red de drenaje utilizadas como variables predictoras del modelo.

De manera complementaria, los datos de salida fueron organizados mediante los valores de precipitación máxima diaria anual (PMDA), expresados en milímetros y correspondientes al período 1981–2016. Cada columna representa la PMDA de un año determinado, manteniendo su correspondencia con la cuenca y sus respectivos parámetros de entrada.

Las tablas siguientes presentan la estructura consolidada de los datos de entrada y salida empleada posteriormente en las etapas de entrenamiento, validación y prueba del modelo MLP.

Los datos de entrada y salida de la dataset se muestra en el anexo B donde se muestra algunas subcuencas con sus parámetros morfométricos respectivos y sus precipitaciones recolectadas como se puede apreciar en el anexo.

2.6.4.1 Conformación de la base de datos para el entrenamiento de la red neuronal

Una vez obtenidos y codificados los parámetros físicos y morfométricos, así como los valores de precipitación máxima diaria anual, se consolidó la información en una única base de datos para su procesamiento mediante Python y posterior implementación del modelo Perceptrón Multicapa (MLP).

La base de datos estuvo conformada por 499 registros y 61 variables. De estas, 25 correspondieron a las variables de entrada, identificadas mediante la simbología E1 hasta E25, las cuales representan las características morfométricas de las cuencas analizadas. Las 36 variables restantes correspondieron a las variables de salida, representadas por la precipitación máxima diaria anual (PMDA) para cada año del período 1981–2016.

La información fue organizada de forma matricial, donde cada fila representa un registro de las características de la cuenca y sus correspondientes valores de PMDA, mientras que las columnas representan las variables de entrada y salida utilizadas por el modelo. Esta

estructura permitió realizar la lectura y procesamiento directo de los datos mediante Python.

Posteriormente, la base de datos fue dividida en subconjuntos independientes para las etapas de entrenamiento, validación y prueba del modelo MLP. El conjunto de entrenamiento fue utilizado para el ajuste de los pesos y sesgos de la red neuronal; el conjunto de validación permitió evaluar el desempeño del modelo durante el proceso de aprendizaje y controlar su capacidad de generalización; finalmente, el conjunto de prueba se empleó para evaluar el comportamiento predictivo del modelo con datos no utilizados durante su entrenamiento.

Las tablas siguientes presentan de manera resumida la estructura de los datos de entrada y salida utilizados para la implementación y evaluación del modelo de red neuronal.

2.6.5 Análisis estadístico de las variables

Antes del entrenamiento del modelo Perceptrón Multicapa (MLP), se realizó el análisis exploratorio de las variables de entrada y salida mediante estadísticos descriptivos, histogramas, diagramas de caja, matriz de correlación, identificación de variables altamente correlacionadas y evaluación de posibles valores extremos.

Estadísticos descriptivos La media aritmética se calculó mediante:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} x_i \tag{2.4}$$

La desviación estándar muestral se calculó mediante:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \tag{2.5}$$

El coeficiente de variación se calculó mediante:

$$CV = \frac{s}{\bar{x}} \times 100 \tag{2.6}$$

Tabla 35
Parámetros de entrada a la RNA

Variable	N	Mínimo	Máximo	Media	D.E.	CV (%)
E1	84	5.50	640.80	112.30	174.65	155.53
E2	84	9.80	159.20	47.21	39.05	82.72
E3	84	3872.00	5271.90	4497.36	319.14	7.10
E4	84	2023.70	4503.90	3161.89	611.20	19.33
E5	84	3151.70	4756.40	3894.10	383.43	9.85
E6	84	8.70	28.80	16.89	6.01	35.59
E7	84	1.10	16.50	6.14	4.19	68.19
E8	84	3.70	5.70	4.76	0.50	10.52
E9	84	0.30	0.70	0.46	0.11	23.35
E10	84	1.00	51.00	11.20	12.00	107.13
E11	84	0.50	1.70	0.78	0.25	31.53
E12	84	2.10	12.80	5.03	3.13	62.12
E13	84	0.50	5.80	1.90	1.38	72.59
E14	84	1.50	50.60	14.63	12.77	87.28
E15	84	2.50	19.90	9.15	5.69	62.15
E16	84	57.00	1771.10	412.53	373.19	90.46

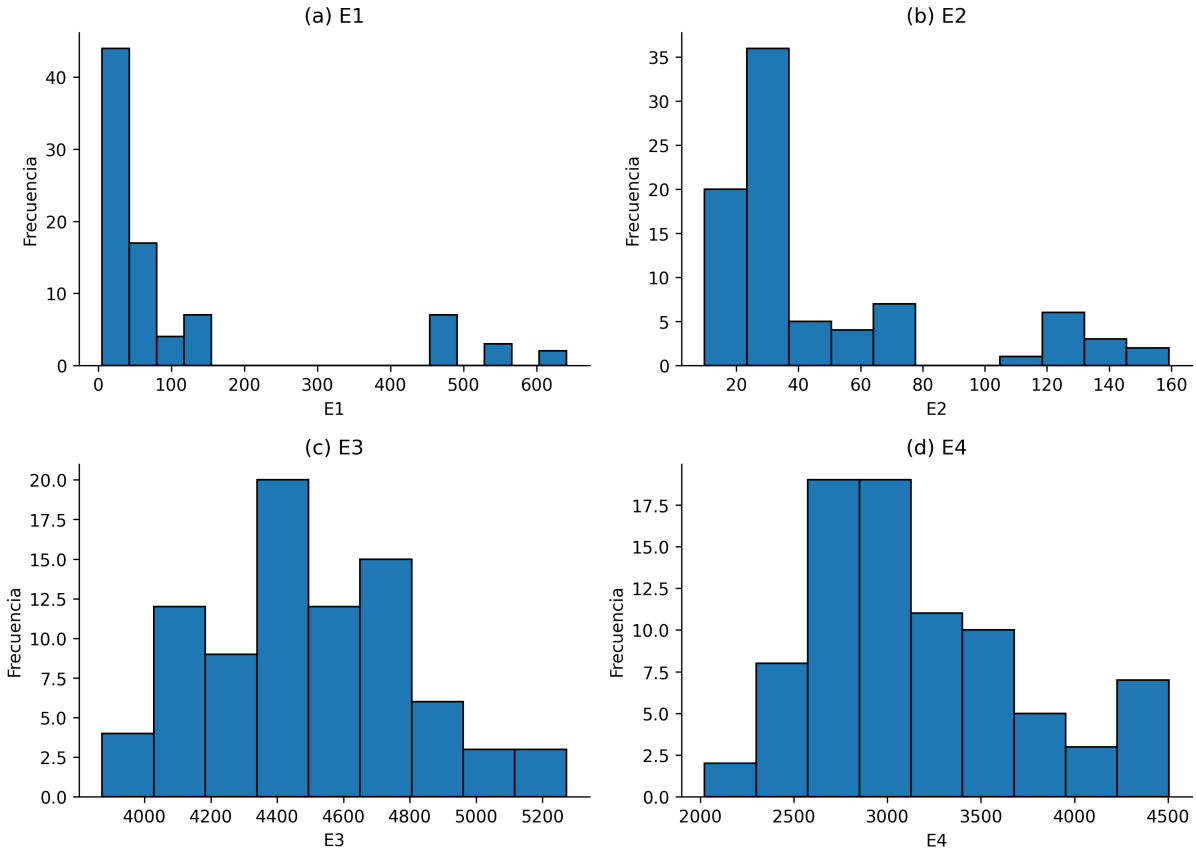
E17	84	1.00	5.10	2.85	1.11	38.95
E18	84	0.90	189.00	28.23	44.74	158.51
E19	84	1.60	438.60	70.15	117.56	167.58
E20	84	0.00	0.30	0.17	0.06	36.70
E21	84	0.30	0.80	0.55	0.12	20.83
E22	84	0.00	11.00	3.11	1.72	55.29
E23	84	0.00	13.20	1.98	2.20	111.17
E24	84	0.00	19.00	3.98	2.92	73.43
E25	84	0.00	3.50	1.33	0.61	45.48

Nota. Elaboración Propia

Histogramas Los histogramas muestran la distribución y concentración de cada parámetro de entrada. Para facilitar la lectura se agruparon cuatro variables por figura.

Figura 38

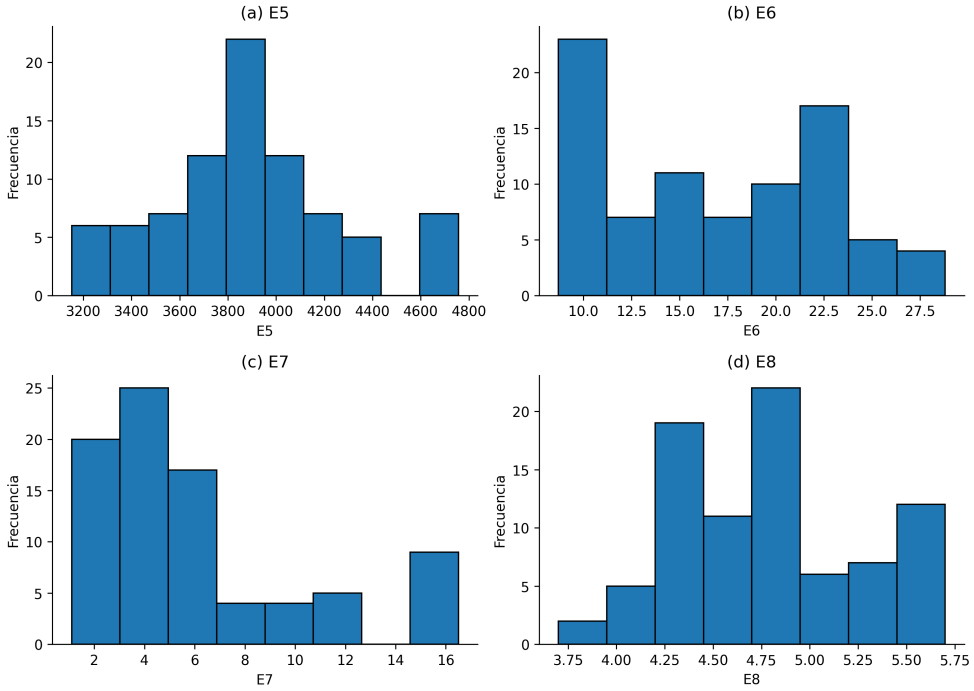
Distribución de las variables morfométricas E1–E4



Nota. Elaboración propia.

Figura 39

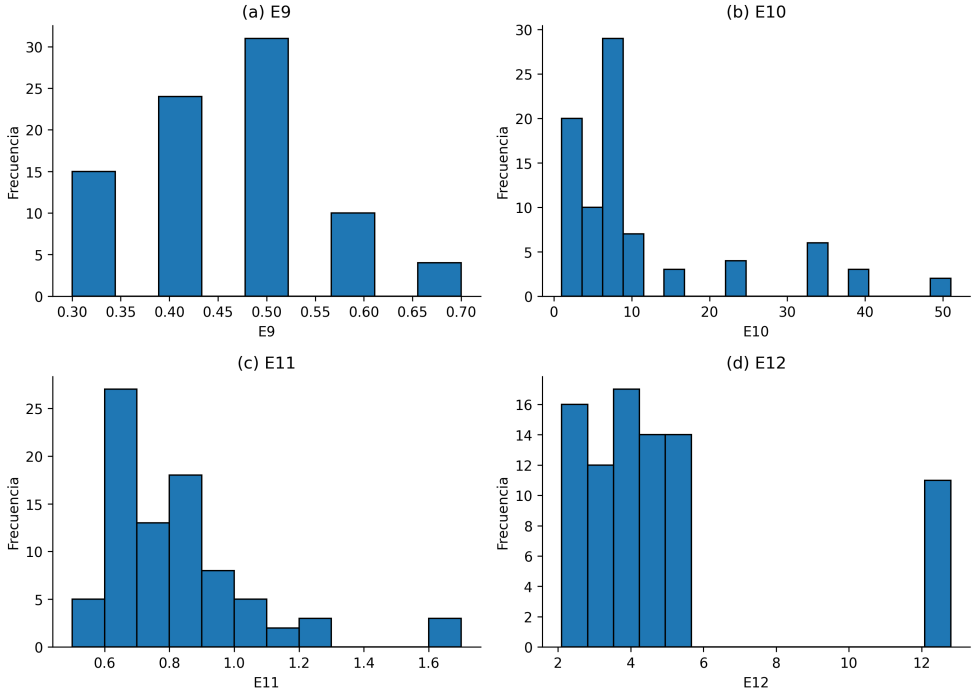
Distribución de las variables morfométricas E5–E8



Nota. Elaboración propia.

Figura 40

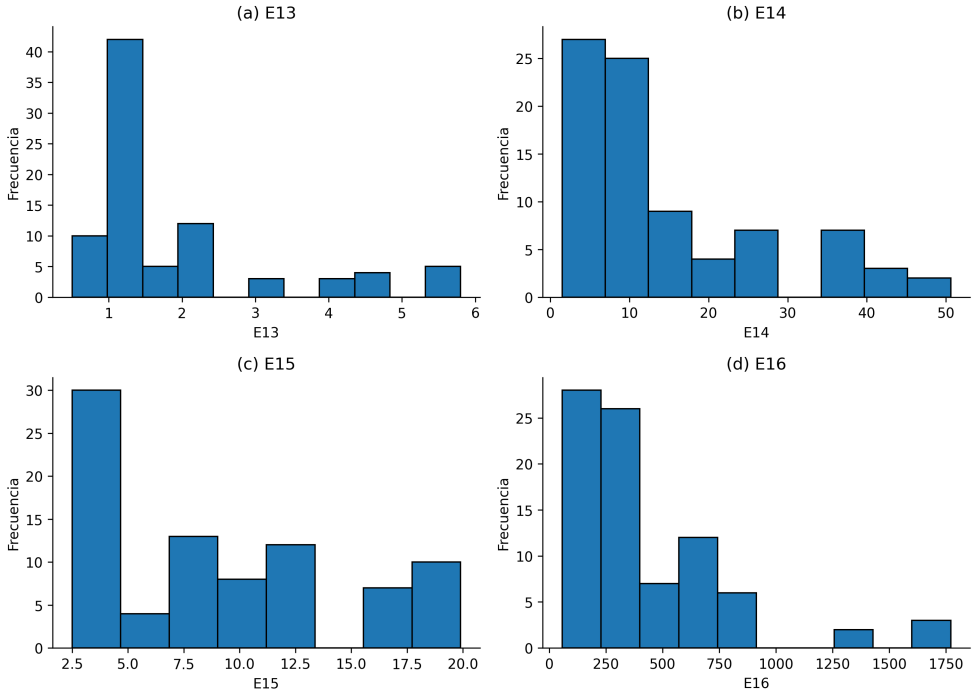
Distribución de las variables morfométricas E9–E12



Nota. Elaboración propia.

Figura 41

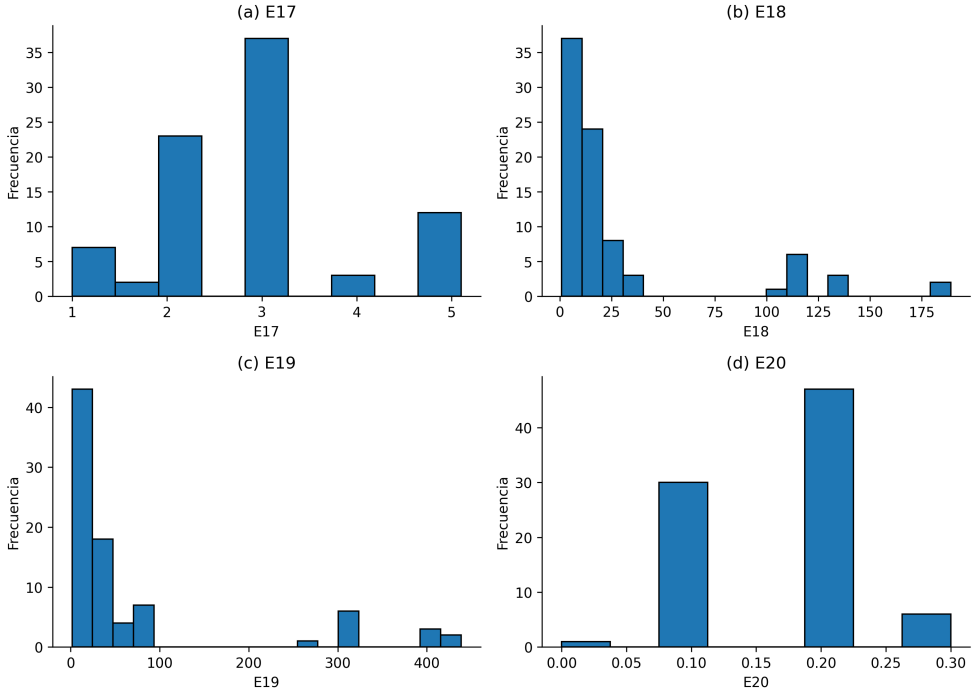
Distribución de las variables morfométricas E13–E16



Nota. Elaboración propia.

Figura 42

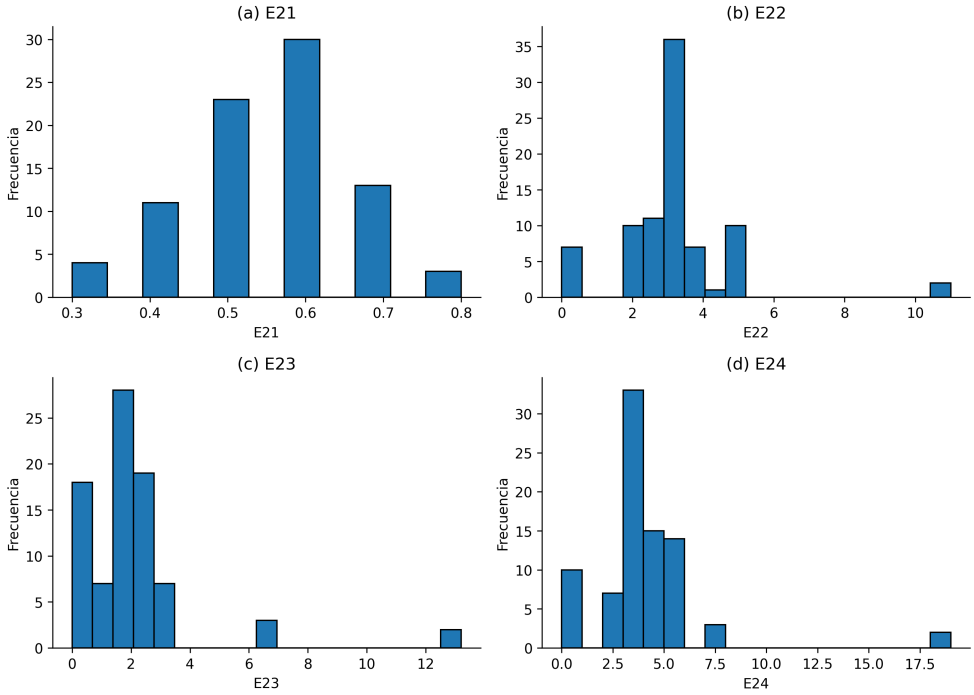
Distribución de las variables morfométricas E17–E20



Nota. Elaboración propia.

Figura 43

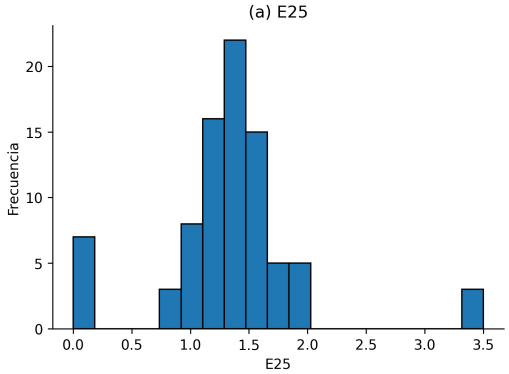
Distribución de las variables morfométricas E21–E24



Nota. Elaboración propia.

Figura 44

Distribución de las variables morfométricas E25–E25



Nota. Elaboración propia.

Evaluación de valores extremos El rango intercuartílico se calculó mediante:

$$RIQ = Q_3 - Q_1 \tag{2.7}$$

y los límites de detección fueron:

$$LI = Q_1 - 1{,}5(RIQ) \tag{2.8}$$

$$LS = Q_3 + 1{,}5(RIQ) \tag{2.9}$$

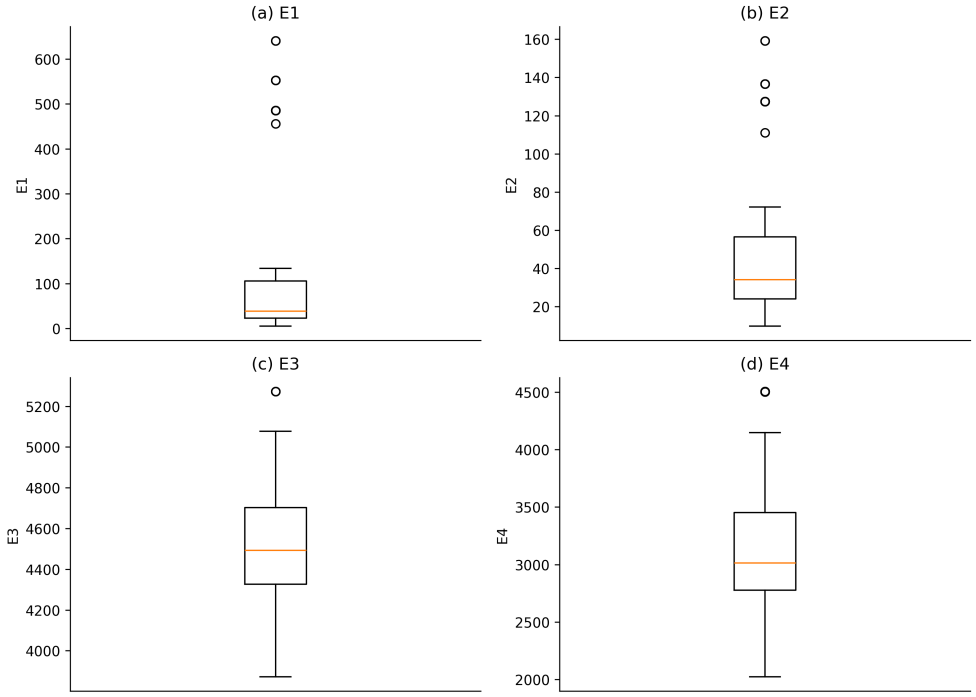
Tabla 36
Parámetros de entrada a la RNA

Variable	Q_1	Q_3	RIQ	LI	LS	N atípicos
E1	23.20	105.80	82.60	-100.70	229.70	12
E2	24.00	56.40	32.40	-24.60	105.00	12
E3	4326.18	4703.23	377.05	3760.60	5268.80	3
E4	2776.50	3451.52	675.03	1763.96	4464.06	7
E5	3719.88	4080.60	360.72	3178.79	4621.69	11
E6	10.58	21.82	11.25	-6.30	38.70	0
E7	3.20	7.60	4.40	-3.40	14.20	9
E8	4.38	5.10	0.72	3.29	6.19	0
E9	0.40	0.50	0.10	0.25	0.65	4
E10	4.97	8.93	3.95	-0.95	14.85	18
E11	0.60	0.82	0.23	0.26	1.16	6
E12	3.48	5.10	1.62	1.04	7.54	11
E13	1.00	2.10	1.10	-0.65	3.75	12
E14	6.38	19.02	12.65	-12.60	38.00	11
E15	3.80	12.48	8.68	-9.21	25.49	0
E16	190.58	602.00	411.42	-426.56	1219.14	5
E17	2.00	3.00	1.00	0.50	4.50	12
E18	4.97	22.00	17.02	-20.56	47.54	12
E19	8.90	59.50	50.60	-67.00	135.40	12
E20	0.10	0.20	0.10	-0.05	0.35	0
E21	0.50	0.60	0.10	0.35	0.75	7
E22	2.58	3.40	0.82	1.34	4.64	19
E23	0.98	2.22	1.25	-0.90	4.10	5
E24	3.30	4.30	1.00	1.80	5.80	17
E25	1.20	1.50	0.30	0.75	1.95	10

Nota. Elaboración Propia

Figura 45

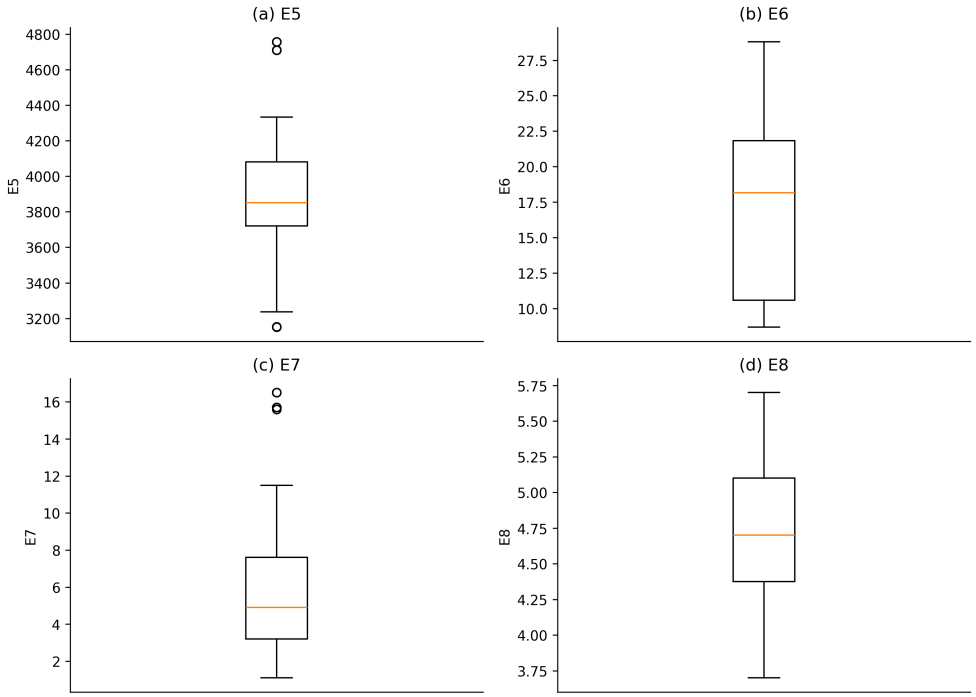
Diagramas de caja de las variables morfométricas E1–E4



Nota. Elaboración propia.

Figura 46

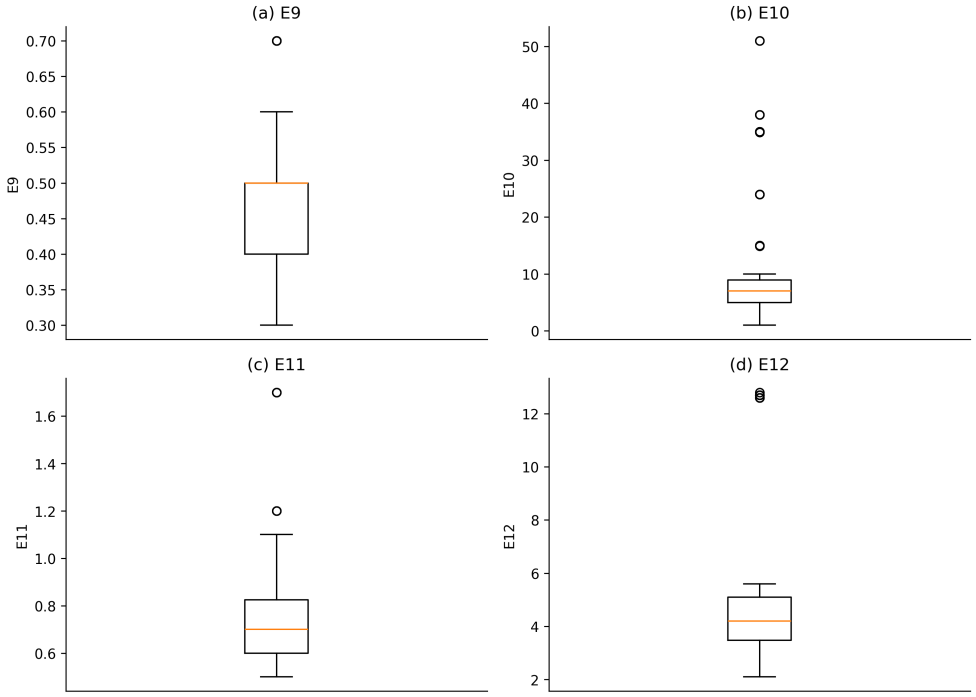
Diagramas de caja de las variables morfométricas E5–E8



Nota. Elaboración propia.

Figura 47

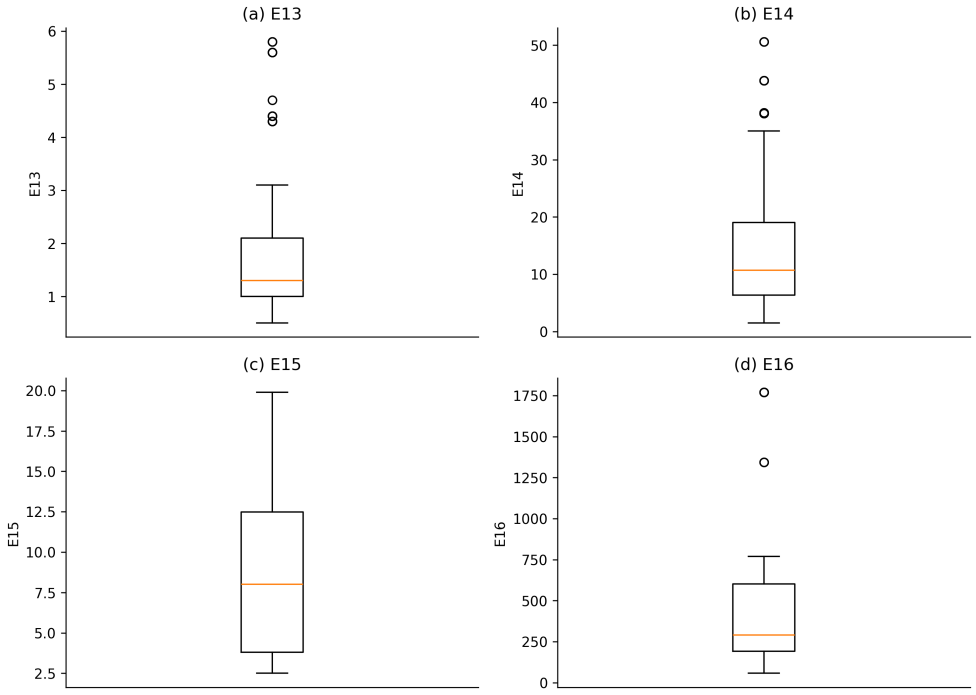
Diagramas de caja de las variables morfométricas E9–E12



Nota. Elaboración propia.

Figura 48

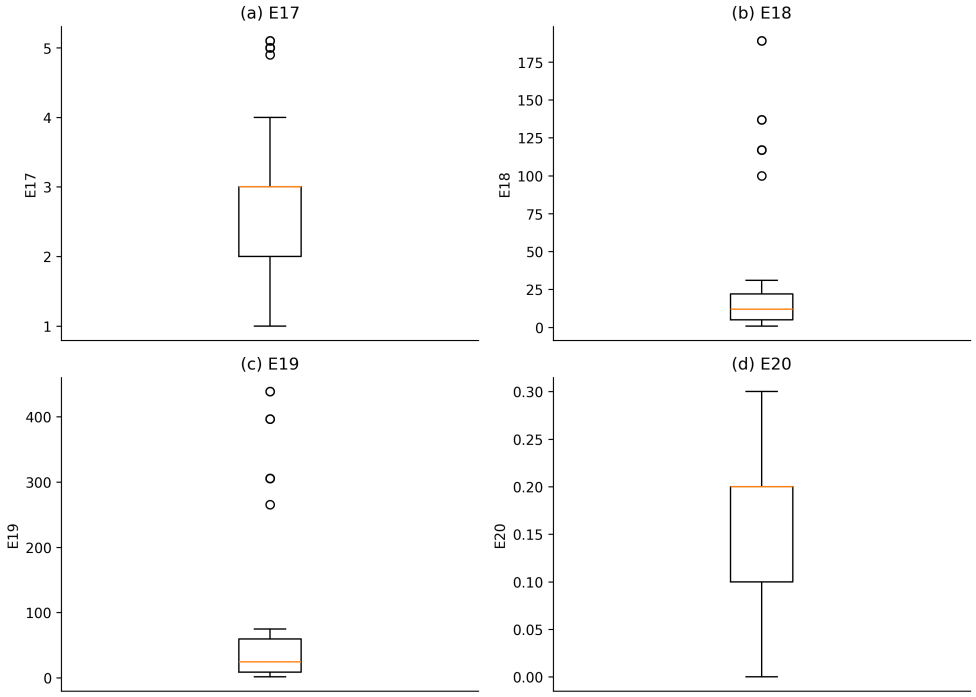
Diagramas de caja de las variables morfométricas E13–E16



Nota. Elaboración propia.

Figura 49

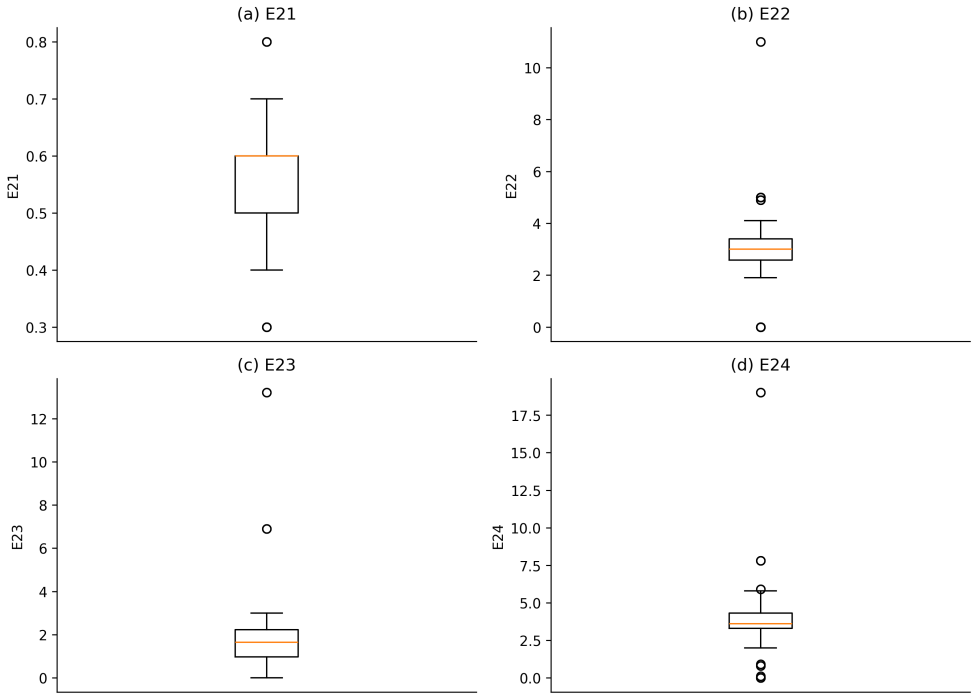
Diagramas de caja de las variables morfométricas E17–E20



Nota. Elaboración propia.

Figura 50

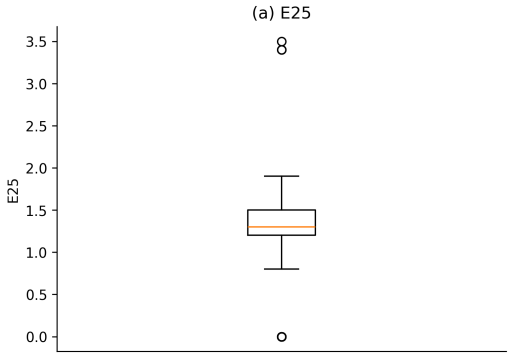
Diagramas de caja de las variables morfométricas E21–E24



Nota. Elaboración propia.

Figura 51

Diagramas de caja de las variables morfométricas E25–E25



Nota. Elaboración propia.

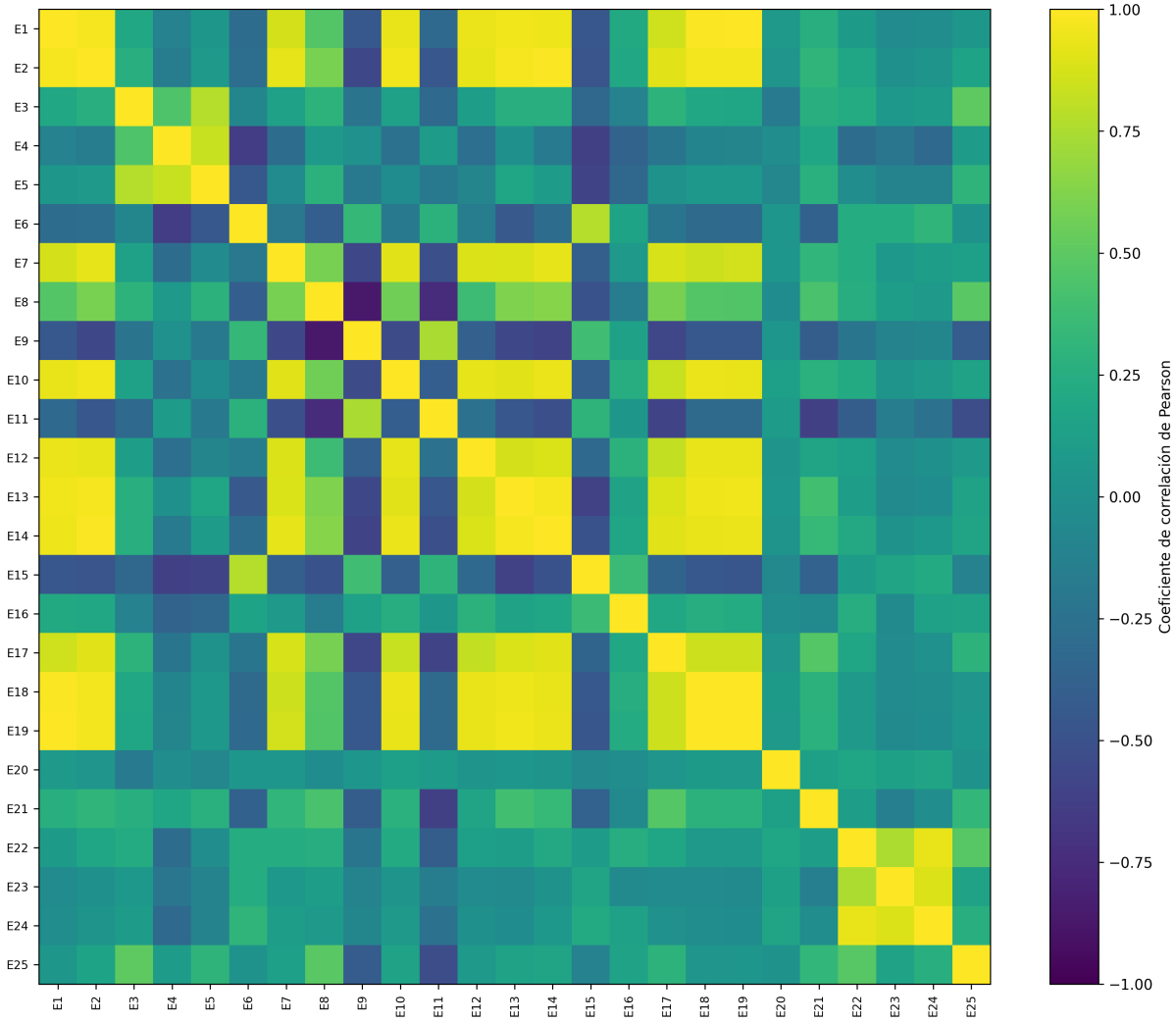
Análisis de correlación El coeficiente de correlación de Pearson se calculó mediante:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2}} \tag{2.10}$$

Se consideraron de especial interés las relaciones con $|r| \geq 0{,}80$.

Figura 52

Matriz de correlación de las variables de entrada del modelo MLP



Nota. Elaboración propia.

Tabla 37

Principales pares de variables con correlación alta

Variable 1	**Variable 2**	*r*
E1	E19	0.997
E18	E19	0.994
E1	E18	0.992
E2	E14	0.991
E1	E2	0.975
E2	E13	0.975
E13	E14	0.971
E2	E19	0.966
E2	E18	0.963

E13	E19	0.960
E1	E13	0.960
E2	E10	0.954
E13	E18	0.953
E1	E14	0.947
E10	E14	0.942
E1	E12	0.940
E10	E18	0.939
E14	E19	0.938
E12	E19	0.937
E22	E24	0.937

Nota. Elaboración Propia

Diagramas de dispersión con la PMDA Como análisis exploratorio complementario, se obtuvo la PMDA media por cuenca con los 36 años de la base de datos.

2.6.6 Análisis estadístico (ANOVA) previo al entrenamiento del modelo MLP

Antes de realizar el entrenamiento del modelo Perceptrón Multicapa (MLP), se efectuó un análisis estadístico de los datos con la finalidad de evaluar la relación existente entre las variables de entrada y la variable de salida. Este procedimiento permitió comprobar, desde el punto de vista estadístico, si los parámetros morfométricos considerados como variables de entrada (E1–E25) presentan una relación significativa con la precipitación máxima diaria anual (PMDA), utilizada como variable objetivo del modelo.

Para este propósito, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) asociado a una regresión múltiple para cada año del período 1981–2016. Mediante este análisis se evaluó la significancia global de la relación entre el conjunto de variables morfométricas y la PMDA. La hipótesis nula establece que las variables de entrada, consideradas conjuntamente, no presentan una relación estadísticamente significativa con la PMDA; mientras que la hipótesis alternativa establece la existencia de una relación estadísticamente significativa.

Los resultados obtenidos muestran valores de significancia inferiores a $p < 0{,}001$ para los años analizados, por lo que se rechaza la hipótesis nula. En consecuencia, existe evidencia estadística de una relación significativa entre el conjunto de variables morfométricas E1–E25 y la PMDA. Asimismo, los coeficientes de determinación obtenidos muestran que una proporción importante de la variabilidad de la precipitación puede ser explicada por el conjunto de variables consideradas.

Por tanto, este análisis estadístico previo permite sustentar la pertinencia de utilizar las variables seleccionadas como información de entrada para el entrenamiento de la red neuronal. Posteriormente, el modelo MLP permitirá representar relaciones de mayor complejidad entre

dichas variables y la PMDA, evaluándose su capacidad predictiva mediante los conjuntos de entrenamiento, validación y prueba.

Tabla 38

ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 1981. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 1981 como variable dependiente (N = 499)

Fuente	**SC**	**gl**	**CM**	*F*	*p*
Regresión	37312.347	25	1492.494	104.104	< ,001
Error	6781.167	473	14.337	–	–
Total	44093.514	498	–	–	–

Nota. Elaboración propia.

Interpretación: Para la PMDA de 1981, el ANOVA de regresión muestra que el conjunto de variables morfométricas E1–E25 presenta una relación global estadísticamente significativa con la variable de salida, $F(25, 473) = 104{,}104$, $p < {,}001$. El coeficiente de determinación $R^2 = 0{,}846$ indica una capacidad explicativa alta del conjunto de predictores. En consecuencia, los datos muestran una estructura estadística consistente para ser utilizados como variables de entrada y salida en el entrenamiento del modelo MLP. Esta evidencia respalda la pertinencia del dataset para el modelado, aunque la validación predictiva definitiva corresponde a las etapas de entrenamiento, validación y prueba de la red neuronal.

Tabla 39

ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 1982. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 1982 como variable dependiente (N = 499)

Fuente	**SC**	**gl**	**CM**	*F*	*p*
Regresión	40176.582	25	1607.063	95.725	< ,001
Error	7940.848	473	16.788	–	–
Total	48117.431	498	–	–	–

Nota. Elaboración propia.

Interpretación: Para la PMDA de 1982, el ANOVA de regresión muestra que el conjunto de variables morfométricas E1–E25 presenta una relación global estadísticamente significativa con la variable de salida, $F(25, 473) = 95{,}725$, $p < {,}001$. El coeficiente de determinación $R^2 = 0{,}835$ indica una capacidad explicativa alta del conjunto de predictores. En consecuencia, los datos muestran una estructura estadística consistente para ser utilizados como variables de entrada y salida en el entrenamiento del modelo MLP. Esta evidencia respalda la pertinencia del dataset para el modelado, aunque la validación predictiva definitiva corresponde a las etapas de entrenamiento, validación y prueba de la red neuronal.

Tabla 40

ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 1983. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 1983 como variable dependiente (N = 499)

Fuente	SC	gl	CM	*F*	*p*
Regresión	28018.947	25	1120.758	170.846	< ,001
Error	3102.905	473	6.560	–	–
Total	31121.851	498	–	–	–

Nota. Elaboración propia.

Interpretación: Para la PMDA de 1983, el ANOVA de regresión muestra que el conjunto de variables morfométricas E1–E25 presenta una relación global estadísticamente significativa con la variable de salida, $F(25, 473) = 170{,}846$, $p < {,}001$. El coeficiente de determinación $R^2 = 0{,}900$ indica una capacidad explicativa muy alta del conjunto de predictores. En consecuencia, los datos muestran una estructura estadística consistente para ser utilizados como variables de entrada y salida en el entrenamiento del modelo MLP. Esta evidencia respalda la pertinencia del dataset para el modelado, aunque la validación predictiva definitiva corresponde a las etapas de entrenamiento, validación y prueba de la red neuronal.

Tabla 41

ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 1984. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 1984 como variable dependiente (N = 499)

Fuente	SC	gl	CM	*F*	*p*
Regresión	54161.129	25	2166.445	187.183	< ,001
Error	5474.489	473	11.574	–	–
Total	59635.617	498	–	–	–

Nota. Elaboración propia.

Interpretación: Para la PMDA de 1984, el ANOVA de regresión muestra que el conjunto de variables morfométricas E1–E25 presenta una relación global estadísticamente significativa con la variable de salida, $F(25, 473) = 187{,}183$, $p < {,}001$. El coeficiente de determinación $R^2 = 0{,}908$ indica una capacidad explicativa muy alta del conjunto de predictores. En consecuencia, los datos muestran una estructura estadística consistente para ser utilizados como variables de entrada y salida en el entrenamiento del modelo MLP. Esta evidencia respalda la pertinencia del dataset para el modelado, aunque la validación predictiva definitiva corresponde a las etapas de entrenamiento, validación y prueba de la red neuronal.

Tabla 42

ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 1985. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 1985 como variable dependiente (N = 499)

Fuente	**SC**	**gl**	**CM**	*F*	*p*
Regresión	24101.627	25	964.065	178.557	< ,001
Error	2553.826	473	5.399	–	–
Total	26655.453	498	–	–	–

Nota. Elaboración propia.

Interpretación: Para la PMDA de 1985, el ANOVA de regresión muestra que el conjunto de variables morfométricas E1–E25 presenta una relación global estadísticamente significativa con la variable de salida, $F(25, 473) = 178{,}557$, $p < {,}001$. El coeficiente de determinación $R^2 = 0{,}904$ indica una capacidad explicativa muy alta del conjunto de predictores. En consecuencia, los datos muestran una estructura estadística consistente para ser utilizados como variables de entrada y salida en el entrenamiento del modelo MLP. Esta evidencia respalda la pertinencia del dataset para el modelado, aunque la validación predictiva definitiva corresponde a las etapas de entrenamiento, validación y prueba de la red neuronal.

Tabla 43

ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 1986. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 1986 como variable dependiente (N = 499)

Fuente	**SC**	**gl**	**CM**	*F*	*p*
Regresión	44852.853	25	1794.114	135.530	< ,001
Error	6261.455	473	13.238	–	–
Total	51114.308	498	–	–	–

Nota. Elaboración propia.

Interpretación: Para la PMDA de 1986, el ANOVA de regresión muestra que el conjunto de variables morfométricas E1–E25 presenta una relación global estadísticamente significativa con la variable de salida, $F(25, 473) = 135{,}530$, $p < {,}001$. El coeficiente de determinación $R^2 = 0{,}878$ indica una capacidad explicativa alta del conjunto de predictores. En consecuencia, los datos muestran una estructura estadística consistente para ser utilizados como variables de entrada y salida en el entrenamiento del modelo MLP. Esta evidencia respalda la pertinencia del dataset para el modelado, aunque la validación predictiva definitiva corresponde a las etapas de entrenamiento, validación y prueba de la red neuronal.

Tabla 44

ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 1987. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 1987 como variable dependiente (N = 499)

Fuente	SC	gl	CM	*F*	*p*
Regresión	36083.469	25	1443.339	135.976	< ,001
Error	5020.747	473	10.615	–	–
Total	41104.216	498	–	–	–

Nota. Elaboración propia.

Interpretación: Para la PMDA de 1987, el ANOVA de regresión muestra que el conjunto de variables morfométricas E1–E25 presenta una relación global estadísticamente significativa con la variable de salida, $F(25, 473) = 135{,}976$, $p < {,}001$. El coeficiente de determinación $R^2 = 0{,}878$ indica una capacidad explicativa alta del conjunto de predictores. En consecuencia, los datos muestran una estructura estadística consistente para ser utilizados como variables de entrada y salida en el entrenamiento del modelo MLP. Esta evidencia respalda la pertinencia del dataset para el modelado, aunque la validación predictiva definitiva corresponde a las etapas de entrenamiento, validación y prueba de la red neuronal.

Tabla 45

ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 1988. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 1988 como variable dependiente (N = 499)

Fuente	SC	gl	CM	*F*	*p*
Regresión	42705.570	25	1708.223	146.605	< ,001
Error	5511.331	473	11.652	–	–
Total	48216.901	498	–	–	–

Nota. Elaboración propia.

Interpretación: Para la PMDA de 1988, el ANOVA de regresión muestra que el conjunto de variables morfométricas E1–E25 presenta una relación global estadísticamente significativa con la variable de salida, $F(25, 473) = 146{,}605$, $p < {,}001$. El coeficiente de determinación $R^2 = 0{,}886$ indica una capacidad explicativa alta del conjunto de predictores. En consecuencia, los datos muestran una estructura estadística consistente para ser utilizados como variables de entrada y salida en el entrenamiento del modelo MLP. Esta evidencia respalda la pertinencia del dataset para el modelado, aunque la validación predictiva definitiva corresponde a las etapas de entrenamiento, validación y prueba de la red neuronal.

Tabla 46

ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 1989. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 1989 como variable dependiente (N = 499)

Fuente	**SC**	**gl**	**CM**	*F*	*p*
Regresión	141105.608	25	5644.224	118.589	< ,001
Error	22512.358	473	47.595	–	–
Total	163617.966	498	–	–	–

Nota. Elaboración propia.

Interpretación: Para la PMDA de 1989, el ANOVA de regresión muestra que el conjunto de variables morfométricas E1–E25 presenta una relación global estadísticamente significativa con la variable de salida, $F(25, 473) = 118{,}589$, $p < {,}001$. El coeficiente de determinación $R^2 = 0{,}862$ indica una capacidad explicativa alta del conjunto de predictores. En consecuencia, los datos muestran una estructura estadística consistente para ser utilizados como variables de entrada y salida en el entrenamiento del modelo MLP. Esta evidencia respalda la pertinencia del dataset para el modelado, aunque la validación predictiva definitiva corresponde a las etapas de entrenamiento, validación y prueba de la red neuronal.

Tabla 47

ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 1990. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 1990 como variable dependiente (N = 499)

Fuente	**SC**	**gl**	**CM**	*F*	*p*
Regresión	25469.075	25	1018.763	170.788	< ,001
Error	2821.480	473	5.965	–	–
Total	28290.555	498	–	–	–

Nota. Elaboración propia.

Interpretación: Para la PMDA de 1990, el ANOVA de regresión muestra que el conjunto de variables morfométricas E1–E25 presenta una relación global estadísticamente significativa con la variable de salida, $F(25, 473) = 170{,}788$, $p < {,}001$. El coeficiente de determinación $R^2 = 0{,}900$ indica una capacidad explicativa muy alta del conjunto de predictores. En consecuencia, los datos muestran una estructura estadística consistente para ser utilizados como variables de entrada y salida en el entrenamiento del modelo MLP. Esta evidencia respalda la pertinencia del dataset para el modelado, aunque la validación predictiva definitiva corresponde a las etapas de entrenamiento, validación y prueba de la red neuronal.

Tabla 48

ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 1991. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 1991 como variable dependiente (N = 499)

Fuente	SC	gl	CM	*F*	*p*
Regresión	22142.111	25	885.684	216.018	< ,001
Error	1939.325	473	4.100	–	–
Total	24081.437	498	–	–	–

Nota. Elaboración propia.

Interpretación: Para la PMDA de 1991, el ANOVA de regresión muestra que el conjunto de variables morfométricas E1–E25 presenta una relación global estadísticamente significativa con la variable de salida, $F(25, 473) = 216{,}018$, $p < {,}001$. El coeficiente de determinación $R^2 = 0{,}919$ indica una capacidad explicativa muy alta del conjunto de predictores. En consecuencia, los datos muestran una estructura estadística consistente para ser utilizados como variables de entrada y salida en el entrenamiento del modelo MLP. Esta evidencia respalda la pertinencia del dataset para el modelado, aunque la validación predictiva definitiva corresponde a las etapas de entrenamiento, validación y prueba de la red neuronal.

Tabla 49

ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 1992. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 1992 como variable dependiente (N = 499)

Fuente	SC	gl	CM	*F*	*p*
Regresión	21589.676	25	863.587	119.556	< ,001
Error	3416.620	473	7.223	–	–
Total	25006.297	498	–	–	–

Nota. Elaboración propia.

Interpretación: Para la PMDA de 1992, el ANOVA de regresión muestra que el conjunto de variables morfométricas E1–E25 presenta una relación global estadísticamente significativa con la variable de salida, $F(25, 473) = 119{,}556$, $p < {,}001$. El coeficiente de determinación $R^2 = 0{,}863$ indica una capacidad explicativa alta del conjunto de predictores. En consecuencia, los datos muestran una estructura estadística consistente para ser utilizados como variables de entrada y salida en el entrenamiento del modelo MLP. Esta evidencia respalda la pertinencia del dataset para el modelado, aunque la validación predictiva definitiva corresponde a las etapas de entrenamiento, validación y prueba de la red neuronal.

Tabla 50

ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 1993. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 1993 como variable dependiente (N = 499)

Fuente	**SC**	**gl**	**CM**	*F*	*p*
Regresión	24524.041	25	980.962	91.435	< ,001
Error	5074.590	473	10.729	–	–
Total	29598.632	498	–	–	–

Nota. Elaboración propia.

Interpretación: Para la PMDA de 1993, el ANOVA de regresión muestra que el conjunto de variables morfométricas E1–E25 presenta una relación global estadísticamente significativa con la variable de salida, $F(25, 473) = 91{,}435$, $p < {,}001$. El coeficiente de determinación $R^2 = 0{,}829$ indica una capacidad explicativa alta del conjunto de predictores. En consecuencia, los datos muestran una estructura estadística consistente para ser utilizados como variables de entrada y salida en el entrenamiento del modelo MLP. Esta evidencia respalda la pertinencia del dataset para el modelado, aunque la validación predictiva definitiva corresponde a las etapas de entrenamiento, validación y prueba de la red neuronal.

Tabla 51

ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 1994. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 1994 como variable dependiente (N = 499)

Fuente	**SC**	**gl**	**CM**	*F*	*p*
Regresión	32513.439	25	1300.538	102.962	< ,001
Error	5974.564	473	12.631	–	–
Total	38488.003	498	–	–	–

Nota. Elaboración propia.

Interpretación: Para la PMDA de 1994, el ANOVA de regresión muestra que el conjunto de variables morfométricas E1–E25 presenta una relación global estadísticamente significativa con la variable de salida, $F(25, 473) = 102{,}962$, $p < {,}001$. El coeficiente de determinación $R^2 = 0{,}845$ indica una capacidad explicativa alta del conjunto de predictores. En consecuencia, los datos muestran una estructura estadística consistente para ser utilizados como variables de entrada y salida en el entrenamiento del modelo MLP. Esta evidencia respalda la pertinencia del dataset para el modelado, aunque la validación predictiva definitiva corresponde a las etapas de entrenamiento, validación y prueba de la red neuronal.

Tabla 52

ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 1995. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 1995 como variable dependiente (N = 499)

Fuente	SC	gl	CM	*F*	*p*
Regresión	18610.860	25	744.434	177.972	< ,001
Error	1978.495	473	4.183	–	–
Total	20589.355	498	–	–	–

Nota. Elaboración propia.

Interpretación: Para la PMDA de 1995, el ANOVA de regresión muestra que el conjunto de variables morfométricas E1–E25 presenta una relación global estadísticamente significativa con la variable de salida, $F(25, 473) = 177{,}972$, $p < {,}001$. El coeficiente de determinación $R^2 = 0{,}904$ indica una capacidad explicativa muy alta del conjunto de predictores. En consecuencia, los datos muestran una estructura estadística consistente para ser utilizados como variables de entrada y salida en el entrenamiento del modelo MLP. Esta evidencia respalda la pertinencia del dataset para el modelado, aunque la validación predictiva definitiva corresponde a las etapas de entrenamiento, validación y prueba de la red neuronal.

Tabla 53

ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 1996. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 1996 como variable dependiente (N = 499)

Fuente	SC	gl	CM	*F*	*p*
Regresión	32114.041	25	1284.562	102.030	< ,001
Error	5955.107	473	12.590	–	–
Total	38069.148	498	–	–	–

Nota. Elaboración propia.

Interpretación: Para la PMDA de 1996, el ANOVA de regresión muestra que el conjunto de variables morfométricas E1–E25 presenta una relación global estadísticamente significativa con la variable de salida, $F(25, 473) = 102{,}030$, $p < {,}001$. El coeficiente de determinación $R^2 = 0{,}844$ indica una capacidad explicativa alta del conjunto de predictores. En consecuencia, los datos muestran una estructura estadística consistente para ser utilizados como variables de entrada y salida en el entrenamiento del modelo MLP. Esta evidencia respalda la pertinencia del dataset para el modelado, aunque la validación predictiva definitiva corresponde a las etapas de entrenamiento, validación y prueba de la red neuronal.

Tabla 54

ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 1997. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 1997 como variable dependiente (N = 499)

Fuente	SC	gl	CM	F	p
Regresión	76456.195	25	3058.248	84.503	< ,001
Error	17118.244	473	36.191	–	–
Total	93574.439	498	–	–	–

Nota. Elaboración propia.

Interpretación: Para la PMDA de 1997, el ANOVA de regresión muestra que el conjunto de variables morfométricas E1–E25 presenta una relación global estadísticamente significativa con la variable de salida, $F(25, 473) = 84{,}503$, $p < {,}001$. El coeficiente de determinación $R^2 = 0{,}817$ indica una capacidad explicativa alta del conjunto de predictores. En consecuencia, los datos muestran una estructura estadística consistente para ser utilizados como variables de entrada y salida en el entrenamiento del modelo MLP. Esta evidencia respalda la pertinencia del dataset para el modelado, aunque la validación predictiva definitiva corresponde a las etapas de entrenamiento, validación y prueba de la red neuronal.

Tabla 55

ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 1998. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 1998 como variable dependiente (N = 499)

Fuente	SC	gl	CM	F	p
Regresión	26953.762	25	1078.150	209.681	< ,001
Error	2432.102	473	5.142	–	–
Total	29385.864	498	–	–	–

Nota. Elaboración propia.

Interpretación: Para la PMDA de 1998, el ANOVA de regresión muestra que el conjunto de variables morfométricas E1–E25 presenta una relación global estadísticamente significativa con la variable de salida, $F(25, 473) = 209{,}681$, $p < {,}001$. El coeficiente de determinación $R^2 = 0{,}917$ indica una capacidad explicativa muy alta del conjunto de predictores. En consecuencia, los datos muestran una estructura estadística consistente para ser utilizados como variables de entrada y salida en el entrenamiento del modelo MLP. Esta evidencia respalda la pertinencia del dataset para el modelado, aunque la validación predictiva definitiva corresponde a las etapas de entrenamiento, validación y prueba de la red neuronal.

Tabla 56

ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 1999. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 1999 como variable dependiente (N = 499)

Fuente	SC	gl	CM	F	p
Regresión	26842.292	25	1073.692	126.171	< ,001
Error	4025.157	473	8.510	–	–
Total	30867.449	498	–	–	–

Nota. Elaboración propia.

Interpretación: Para la PMDA de 1999, el ANOVA de regresión muestra que el conjunto de variables morfométricas E1–E25 presenta una relación global estadísticamente significativa con la variable de salida, $F(25, 473) = 126{,}171$, $p < {,}001$. El coeficiente de determinación $R^2 = 0{,}870$ indica una capacidad explicativa alta del conjunto de predictores. En consecuencia, los datos muestran una estructura estadística consistente para ser utilizados como variables de entrada y salida en el entrenamiento del modelo MLP. Esta evidencia respalda la pertinencia del dataset para el modelado, aunque la validación predictiva definitiva corresponde a las etapas de entrenamiento, validación y prueba de la red neuronal.

Tabla 57

ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 2000. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 2000 como variable dependiente (N = 499)

Fuente	SC	gl	CM	F	p
Regresión	24978.047	25	999.122	152.311	< ,001
Error	3102.757	473	6.560	–	–
Total	28080.804	498	–	–	–

Nota. Elaboración propia.

Interpretación: Para la PMDA de 2000, el ANOVA de regresión muestra que el conjunto de variables morfométricas E1–E25 presenta una relación global estadísticamente significativa con la variable de salida, $F(25, 473) = 152{,}311$, $p < {,}001$. El coeficiente de determinación $R^2 = 0{,}890$ indica una capacidad explicativa alta del conjunto de predictores. En consecuencia, los datos muestran una estructura estadística consistente para ser utilizados como variables de entrada y salida en el entrenamiento del modelo MLP. Esta evidencia respalda la pertinencia del dataset para el modelado, aunque la validación predictiva definitiva corresponde a las etapas de entrenamiento, validación y prueba de la red neuronal.

Tabla 58

ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 2001. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 2001 como variable dependiente (N = 499)

Fuente	SC	gl	CM	F	p
Regresión	15274.921	25	610.997	171.750	< ,001
Error	1682.690	473	3.557	–	–
Total	16957.611	498	–	–	–

Nota. Elaboración propia.

Interpretación: Para la PMDA de 2001, el ANOVA de regresión muestra que el conjunto de variables morfométricas E1–E25 presenta una relación global estadísticamente significativa con la variable de salida, $F(25, 473) = 171{,}750$, $p < {,}001$. El coeficiente de determinación $R^2 = 0{,}901$ indica una capacidad explicativa muy alta del conjunto de predictores. En consecuencia, los datos muestran una estructura estadística consistente para ser utilizados como variables de entrada y salida en el entrenamiento del modelo MLP. Esta evidencia respalda la pertinencia del dataset para el modelado, aunque la validación predictiva definitiva corresponde a las etapas de entrenamiento, validación y prueba de la red neuronal.

Tabla 59

ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 2002. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 2002 como variable dependiente (N = 499)

Fuente	SC	gl	CM	F	p
Regresión	13419.070	25	536.763	284.167	< ,001
Error	893.451	473	1.889	–	–
Total	14312.521	498	–	–	–

Nota. Elaboración propia.

Interpretación: Para la PMDA de 2002, el ANOVA de regresión muestra que el conjunto de variables morfométricas E1–E25 presenta una relación global estadísticamente significativa con la variable de salida, $F(25, 473) = 284{,}167$, $p < {,}001$. El coeficiente de determinación $R^2 = 0{,}938$ indica una capacidad explicativa muy alta del conjunto de predictores. En consecuencia, los datos muestran una estructura estadística consistente para ser utilizados como variables de entrada y salida en el entrenamiento del modelo MLP. Esta evidencia respalda la pertinencia del dataset para el modelado, aunque la validación predictiva definitiva corresponde a las etapas de entrenamiento, validación y prueba de la red neuronal.

Tabla 60

ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 2003. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 2003 como variable dependiente (N = 499)

Fuente	SC	gl	CM	*F*	*p*
Regresión	17801.457	25	712.058	154.457	< ,001
Error	2180.561	473	4.610	–	–
Total	19982.019	498	–	–	–

Nota. Elaboración propia.

Interpretación: Para la PMDA de 2003, el ANOVA de regresión muestra que el conjunto de variables morfométricas E1–E25 presenta una relación global estadísticamente significativa con la variable de salida, $F(25, 473) = 154{,}457$, $p < {,}001$. El coeficiente de determinación $R^2 = 0{,}891$ indica una capacidad explicativa alta del conjunto de predictores. En consecuencia, los datos muestran una estructura estadística consistente para ser utilizados como variables de entrada y salida en el entrenamiento del modelo MLP. Esta evidencia respalda la pertinencia del dataset para el modelado, aunque la validación predictiva definitiva corresponde a las etapas de entrenamiento, validación y prueba de la red neuronal.

Tabla 61

ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 2004. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 2004 como variable dependiente (N = 499)

Fuente	SC	gl	CM	*F*	*p*
Regresión	16516.784	25	660.671	71.591	< ,001
Error	4365.065	473	9.228	–	–
Total	20881.848	498	–	–	–

Nota. Elaboración propia.

Interpretación: Para la PMDA de 2004, el ANOVA de regresión muestra que el conjunto de variables morfométricas E1–E25 presenta una relación global estadísticamente significativa con la variable de salida, $F(25, 473) = 71{,}591$, $p < {,}001$. El coeficiente de determinación $R^2 = 0{,}791$ indica una capacidad explicativa moderadamente alta del conjunto de predictores. En consecuencia, los datos muestran una estructura estadística consistente para ser utilizados como variables de entrada y salida en el entrenamiento del modelo MLP. Esta evidencia respalda la pertinencia del dataset para el modelado, aunque la validación predictiva definitiva corresponde a las etapas de entrenamiento, validación y prueba de la red neuronal.

Tabla 62

ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 2005. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 2005 como variable dependiente (N = 499)

Fuente	**SC**	**gl**	**CM**	*F*	*p*
Regresión	53268.553	25	2130.742	308.586	< ,001
Error	3265.997	473	6.905	–	–
Total	56534.550	498	–	–	–

Nota. Elaboración propia.

Interpretación: Para la PMDA de 2005, el ANOVA de regresión muestra que el conjunto de variables morfométricas E1–E25 presenta una relación global estadísticamente significativa con la variable de salida, $F(25, 473) = 308{,}586$, $p < {,}001$. El coeficiente de determinación $R^2 = 0{,}942$ indica una capacidad explicativa muy alta del conjunto de predictores. En consecuencia, los datos muestran una estructura estadística consistente para ser utilizados como variables de entrada y salida en el entrenamiento del modelo MLP. Esta evidencia respalda la pertinencia del dataset para el modelado, aunque la validación predictiva definitiva corresponde a las etapas de entrenamiento, validación y prueba de la red neuronal.

Tabla 63

ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 2006. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 2006 como variable dependiente (N = 499)

Fuente	**SC**	**gl**	**CM**	*F*	*p*
Regresión	26776.663	25	1071.067	139.733	< ,001
Error	3625.578	473	7.665	–	–
Total	30402.241	498	–	–	–

Nota. Elaboración propia.

Interpretación: Para la PMDA de 2006, el ANOVA de regresión muestra que el conjunto de variables morfométricas E1–E25 presenta una relación global estadísticamente significativa con la variable de salida, $F(25, 473) = 139{,}733$, $p < {,}001$. El coeficiente de determinación $R^2 = 0{,}881$ indica una capacidad explicativa alta del conjunto de predictores. En consecuencia, los datos muestran una estructura estadística consistente para ser utilizados como variables de entrada y salida en el entrenamiento del modelo MLP. Esta evidencia respalda la pertinencia del dataset para el modelado, aunque la validación predictiva definitiva corresponde a las etapas de entrenamiento, validación y prueba de la red neuronal.

Tabla 64

ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 2007. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 2007 como variable dependiente (N = 499)

Fuente	**SC**	**gl**	**CM**	*F*	*p*
Regresión	14009.529	25	560.381	139.401	< ,001
Error	1901.423	473	4.020	–	–
Total	15910.952	498	–	–	–

Nota. Elaboración propia.

Interpretación: Para la PMDA de 2007, el ANOVA de regresión muestra que el conjunto de variables morfométricas E1–E25 presenta una relación global estadísticamente significativa con la variable de salida, $F(25, 473) = 139{,}401$, $p < {,}001$. El coeficiente de determinación $R^2 = 0{,}880$ indica una capacidad explicativa alta del conjunto de predictores. En consecuencia, los datos muestran una estructura estadística consistente para ser utilizados como variables de entrada y salida en el entrenamiento del modelo MLP. Esta evidencia respalda la pertinencia del dataset para el modelado, aunque la validación predictiva definitiva corresponde a las etapas de entrenamiento, validación y prueba de la red neuronal.

Tabla 65

ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 2008. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 2008 como variable dependiente (N = 499)

Fuente	**SC**	**gl**	**CM**	*F*	*p*
Regresión	11178.884	25	447.155	134.344	< ,001
Error	1574.353	473	3.328	–	–
Total	12753.237	498	–	–	–

Nota. Elaboración propia.

Interpretación: Para la PMDA de 2008, el ANOVA de regresión muestra que el conjunto de variables morfométricas E1–E25 presenta una relación global estadísticamente significativa con la variable de salida, $F(25, 473) = 134{,}344$, $p < {,}001$. El coeficiente de determinación $R^2 = 0{,}877$ indica una capacidad explicativa alta del conjunto de predictores. En consecuencia, los datos muestran una estructura estadística consistente para ser utilizados como variables de entrada y salida en el entrenamiento del modelo MLP. Esta evidencia respalda la pertinencia del dataset para el modelado, aunque la validación predictiva definitiva corresponde a las etapas de entrenamiento, validación y prueba de la red neuronal.

Tabla 66

ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 2009. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 2009 como variable dependiente (N = 499)

Fuente	SC	gl	CM	F	p
Regresión	73251.561	25	2930.062	288.697	< ,001
Error	4800.606	473	10.149	–	–
Total	78052.168	498	–	–	–

Nota. Elaboración propia.

Interpretación: Para la PMDA de 2009, el ANOVA de regresión muestra que el conjunto de variables morfométricas E1–E25 presenta una relación global estadísticamente significativa con la variable de salida, $F(25, 473) = 288{,}697$, $p < {,}001$. El coeficiente de determinación $R^2 = 0{,}938$ indica una capacidad explicativa muy alta del conjunto de predictores. En consecuencia, los datos muestran una estructura estadística consistente para ser utilizados como variables de entrada y salida en el entrenamiento del modelo MLP. Esta evidencia respalda la pertinencia del dataset para el modelado, aunque la validación predictiva definitiva corresponde a las etapas de entrenamiento, validación y prueba de la red neuronal.

Tabla 67

ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 2010. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 2010 como variable dependiente (N = 499)

Fuente	SC	gl	CM	F	p
Regresión	56556.426	25	2262.257	277.843	< ,001
Error	3851.263	473	8.142	–	–
Total	60407.689	498	–	–	–

Nota. Elaboración propia.

Interpretación: Para la PMDA de 2010, el ANOVA de regresión muestra que el conjunto de variables morfométricas E1–E25 presenta una relación global estadísticamente significativa con la variable de salida, $F(25, 473) = 277{,}843$, $p < {,}001$. El coeficiente de determinación $R^2 = 0{,}936$ indica una capacidad explicativa muy alta del conjunto de predictores. En consecuencia, los datos muestran una estructura estadística consistente para ser utilizados como variables de entrada y salida en el entrenamiento del modelo MLP. Esta evidencia respalda la pertinencia del dataset para el modelado, aunque la validación predictiva definitiva corresponde a las etapas de entrenamiento, validación y prueba de la red neuronal.

Tabla 68

ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 2011. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 2011 como variable dependiente (N = 499)

Fuente	SC	gl	CM	F	p
Regresión	25577.463	25	1023.099	192.589	< ,001
Error	2512.734	473	5.312	–	–
Total	28090.197	498	–	–	–

Nota. Elaboración propia.

Interpretación: Para la PMDA de 2011, el ANOVA de regresión muestra que el conjunto de variables morfométricas E1–E25 presenta una relación global estadísticamente significativa con la variable de salida, $F(25, 473) = 192{,}589$, $p < {,}001$. El coeficiente de determinación $R^2 = 0{,}911$ indica una capacidad explicativa muy alta del conjunto de predictores. En consecuencia, los datos muestran una estructura estadística consistente para ser utilizados como variables de entrada y salida en el entrenamiento del modelo MLP. Esta evidencia respalda la pertinencia del dataset para el modelado, aunque la validación predictiva definitiva corresponde a las etapas de entrenamiento, validación y prueba de la red neuronal.

Tabla 69

ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 2012. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 2012 como variable dependiente (N = 499)

Fuente	SC	gl	CM	F	p
Regresión	24382.561	25	975.302	281.042	< ,001
Error	1641.456	473	3.470	–	–
Total	26024.017	498	–	–	–

Nota. Elaboración propia.

Interpretación: Para la PMDA de 2012, el ANOVA de regresión muestra que el conjunto de variables morfométricas E1–E25 presenta una relación global estadísticamente significativa con la variable de salida, $F(25, 473) = 281{,}042$, $p < {,}001$. El coeficiente de determinación $R^2 = 0{,}937$ indica una capacidad explicativa muy alta del conjunto de predictores. En consecuencia, los datos muestran una estructura estadística consistente para ser utilizados como variables de entrada y salida en el entrenamiento del modelo MLP. Esta evidencia respalda la pertinencia del dataset para el modelado, aunque la validación predictiva definitiva corresponde a las etapas de entrenamiento, validación y prueba de la red neuronal.

Tabla 70

ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 2013. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 2013 como variable dependiente (N = 499)

Fuente	SC	gl	CM	*F*	*p*
Regresión	35022.286	25	1400.891	177.732	< ,001
Error	3728.213	473	7.882	–	–
Total	38750.499	498	–	–	–

Nota. Elaboración propia.

Interpretación: Para la PMDA de 2013, el ANOVA de regresión muestra que el conjunto de variables morfométricas E1–E25 presenta una relación global estadísticamente significativa con la variable de salida, $F(25, 473) = 177{,}732$, $p < {,}001$. El coeficiente de determinación $R^2 = 0{,}904$ indica una capacidad explicativa muy alta del conjunto de predictores. En consecuencia, los datos muestran una estructura estadística consistente para ser utilizados como variables de entrada y salida en el entrenamiento del modelo MLP. Esta evidencia respalda la pertinencia del dataset para el modelado, aunque la validación predictiva definitiva corresponde a las etapas de entrenamiento, validación y prueba de la red neuronal.

Tabla 71

ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 2014. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 2014 como variable dependiente (N = 499)

Fuente	SC	gl	CM	*F*	*p*
Regresión	27874.662	25	1114.986	279.124	< ,001
Error	1889.442	473	3.995	–	–
Total	29764.104	498	–	–	–

Nota. Elaboración propia.

Interpretación: Para la PMDA de 2014, el ANOVA de regresión muestra que el conjunto de variables morfométricas E1–E25 presenta una relación global estadísticamente significativa con la variable de salida, $F(25, 473) = 279{,}124$, $p < {,}001$. El coeficiente de determinación $R^2 = 0{,}937$ indica una capacidad explicativa muy alta del conjunto de predictores. En consecuencia, los datos muestran una estructura estadística consistente para ser utilizados como variables de entrada y salida en el entrenamiento del modelo MLP. Esta evidencia respalda la pertinencia del dataset para el modelado, aunque la validación predictiva definitiva corresponde a las etapas de entrenamiento, validación y prueba de la red neuronal.

Tabla 72

ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 2015. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 2015 como variable dependiente (N = 499)

Fuente	SC	gl	CM	*F*	*p*
Regresión	31262.613	25	1250.505	87.158	< ,001
Error	6786.359	473	14.347	–	–
Total	38048.972	498	–	–	–

Nota. Elaboración propia.

Interpretación: Para la PMDA de 2015, el ANOVA de regresión muestra que el conjunto de variables morfométricas E1–E25 presenta una relación global estadísticamente significativa con la variable de salida, $F(25, 473) = 87{,}158$, $p < {,}001$. El coeficiente de determinación $R^2 = 0{,}822$ indica una capacidad explicativa alta del conjunto de predictores. En consecuencia, los datos muestran una estructura estadística consistente para ser utilizados como variables de entrada y salida en el entrenamiento del modelo MLP. Esta evidencia respalda la pertinencia del dataset para el modelado, aunque la validación predictiva definitiva corresponde a las etapas de entrenamiento, validación y prueba de la red neuronal.

Tabla 73

ANOVA de regresión para la precipitación máxima diaria anual de 2016. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio. Regresión múltiple con E1–E25 como predictores y PMDA de 2016 como variable dependiente (N = 499)

Fuente	SC	gl	CM	*F*	*p*
Regresión	13889.637	25	555.585	114.536	< ,001
Error	2294.414	473	4.851	–	–
Total	16184.051	498	–	–	–

Nota. Elaboración propia.

Interpretación: Para la PMDA de 2016, el ANOVA de regresión muestra que el conjunto de variables morfométricas E1–E25 presenta una relación global estadísticamente significativa con la variable de salida, $F(25, 473) = 114{,}536$, $p < {,}001$. El coeficiente de determinación $R^2 = 0{,}858$ indica una capacidad explicativa alta del conjunto de predictores. En consecuencia, los datos muestran una estructura estadística consistente para ser utilizados como variables de entrada y salida en el entrenamiento del modelo MLP. Esta evidencia respalda la pertinencia del dataset para el modelado, aunque la validación predictiva definitiva corresponde a las etapas de entrenamiento, validación y prueba de la red neuronal.

Tabla 74

Resumen del ANOVA de regresión para la PMDA, período 1981–2016. $F(25, 473)$ = estadístico global de regresión; p = significancia estadística; R^2 = coeficiente de determinación. Regresiones múltiples con E1–E25 como predictores (N = 499)

Año	$F(25, 473)$	p	R^2
1981	104.104	< ,001	0.846
1982	95.725	< ,001	0.835
1983	170.846	< ,001	0.900
1984	187.183	< ,001	0.908
1985	178.557	< ,001	0.904
1986	135.530	< ,001	0.878
1987	135.976	< ,001	0.878
1988	146.605	< ,001	0.886
1989	118.589	< ,001	0.862
1990	170.788	< ,001	0.900
1991	216.018	< ,001	0.919
1992	119.556	< ,001	0.863
1993	91.435	< ,001	0.829
1994	102.962	< ,001	0.845
1995	177.972	< ,001	0.904
1996	102.030	< ,001	0.844
1997	84.503	< ,001	0.817
1998	209.681	< ,001	0.917
1999	126.171	< ,001	0.870
2000	152.311	< ,001	0.890
2001	171.750	< ,001	0.901
2002	284.167	< ,001	0.938
2003	154.457	< ,001	0.891
2004	71.591	< ,001	0.791
2005	308.586	< ,001	0.942
2006	139.733	< ,001	0.881
2007	139.401	< ,001	0.880
2008	134.344	< ,001	0.877
2009	288.697	< ,001	0.938
2010	277.843	< ,001	0.936
2011	192.589	< ,001	0.911
2012	281.042	< ,001	0.937
2013	177.732	< ,001	0.904
2014	279.124	< ,001	0.937
2015	87.158	< ,001	0.822
2016	114.536	< ,001	0.858

Nota. Elaboración propia.

Interpretación general: Los ANOVA de regresión correspondientes al período 1981–2016 resultaron estadísticamente significativos en todos los años ($p < ,001$). Los coeficientes de determinación oscilaron aproximadamente entre $R^2 = 0{,}791$ y $R^2 = 0{,}942$, evidenciando que las variables morfométricas E1–E25 presentan una asociación conjunta importante con la PMDA. Estos resultados respaldan la utilización del dataset como base para el entrenamiento del modelo Perceptrón Multicapa (MLP), debido a que las variables de entrada contienen información estadísticamente relacionada con las variables objetivo. No obstante, el ANOVA constituye una evidencia de asociación global y no reemplaza la evaluación predictiva del modelo, la cual debe verificarse mediante los conjuntos de entrenamiento, validación y prueba y sus respectivas métricas de desempeño.

2.6.7 Normalización de los datos

Antes del entrenamiento de la Red Neuronal Artificial mediante el Perceptrón Multicapa (MLP), se realizó la normalización de los datos de entrada y salida. Este procedimiento fue necesario debido a que las variables utilizadas presentan diferentes unidades de medida y escalas numéricas, lo que podría ocasionar que las variables con valores de mayor magnitud tengan una influencia desproporcionada durante el proceso de entrenamiento.

La normalización permite transformar los valores originales a una escala común, facilitando el proceso de aprendizaje de la red neuronal y mejorando la estabilidad numérica durante la optimización de los pesos y sesgos.

En la presente investigación se utilizó la normalización Min–Max, transformando cada variable al intervalo $[0, 1]$. La expresión empleada fue:

$$x_{norm} = \frac{x - x_{\text{mín}}}{x_{\text{máx}} - x_{\text{mín}}} \tag{2.11}$$

donde:

- x_{norm}: valor normalizado de la variable.
- x: valor original de la variable.
- $x_{\text{mín}}$: valor mínimo observado de la variable.
- $x_{\text{máx}}$: valor máximo observado de la variable.

De esta manera, el valor mínimo de cada variable se transforma en 0 y el valor máximo en 1, mientras que los valores intermedios quedan distribuidos proporcionalmente dentro de dicho intervalo.

Para recuperar posteriormente los valores en su escala original se aplicó el proceso inverso o desnormalización:

$$x = x_{norm}(x_{\text{máx}} - x_{\text{mín}}) + x_{\text{mín}} \tag{2.12}$$

La normalización se aplicó individualmente a las variables de entrada E1–E25 y a las variables de salida correspondientes a la precipitación máxima diaria anual (PMDA). Los datos normalizados fueron utilizados posteriormente para el entrenamiento, validación y prueba del modelo MLP.

Tabla 75

Parámetros de ingreso de las subcuencas para el entrenamiento, la validación y la prueba de la Red Neuronal Artificial normalizados mediante Min–Max $[0, 1]$

CUENCAS	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	E21	E22	E23	E24	E25
Cuenca1	1.000	1.000	0.681	0.551	0.686	0.020	0.675	0.950	0.000	1.000	0.083	0.991	1.000	1.000	0.000	0.751	0.976	1.000	1.000	0.667	0.800	0.309	0.136	0.195	0.343
Cuenca2	0.008	0.048	0.116	0.317	0.158	0.507	0.097	0.450	0.500	0.020	0.417	0.065	0.038	0.047	0.822	0.136	0.244	0.011	0.005	0.667	0.200	0.182	0.523	0.295	0.257
Cuenca3	0.028	0.078	0.171	0.228	0.166	0.632	0.104	0.150	0.750	0.100	0.583	0.280	0.057	0.063	0.989	1.000	0.244	0.027	0.017	0.667	0.200	0.455	0.136	0.305	0.429
Cuenca4	0.202	0.418	0.443	0.154	0.383	0.702	0.526	0.900	0.000	0.460	0.000	0.290	0.340	0.499	0.299	0.102	0.488	0.139	0.158	0.667	0.400	0.446	0.212	0.310	0.514
Cuenca5	0.078	0.173	0.594	0.345	0.293	0.492	0.234	0.300	0.500	0.120	0.250	0.262	0.170	0.196	0.454	0.377	0.488	0.064	0.063	0.333	0.400	0.273	0.114	0.184	0.371
Cuenca6	0.071	0.242	1.000	1.000	1.000	0.159	0.162	1.000	0.000	0.120	0.083	0.178	0.302	0.228	0.006	0.108	0.488	0.048	0.064	0.333	0.600	0.236	0.061	0.042	0.971
Cuenca7	0.000	0.000	0.359	0.629	0.505	0.990	0.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.131	0.000	0.000	0.322	0.000	0.000	0.001	0.000	0.667	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cuenca8	0.032	0.104	0.379	0.448	0.436	0.522	0.136	0.350	0.500	0.100	0.333	0.178	0.113	0.102	0.563	0.408	0.244	0.027	0.026	0.667	0.400	0.455	0.220	0.410	0.543
Cuenca9	0.158	0.312	0.626	0.399	0.655	0.323	0.422	0.600	0.250	0.120	0.083	0.327	0.302	0.358	0.316	0.093	0.488	0.112	0.133	0.333	0.600	0.364	0.174	0.274	0.314
Cuenca10	0.016	0.096	0.325	0.648	0.514	0.035	0.156	0.850	0.000	0.020	0.083	0.009	0.151	0.116	0.305	0.082	0.244	0.011	0.017	0.333	0.600	0.182	0.008	0.105	0.343
Cuenca11	0.756	0.787	0.531	0.342	0.464	0.284	0.948	0.700	0.250	0.680	0.167	0.991	0.736	0.748	0.069	0.105	0.976	0.617	0.696	0.667	0.600	0.282	0.121	0.179	0.400
Cuenca12	0.182	0.398	0.455	0.524	0.562	0.030	0.656	0.950	0.000	0.280	0.000	0.224	0.491	0.517	0.081	0.240	0.732	0.160	0.167	0.667	0.600	0.255	0.144	0.168	0.343
Cuenca13	0.006	0.046	0.478	0.857	0.736	0.065	0.104	0.550	0.250	0.040	0.250	0.000	0.132	0.059	0.081	0.042	0.244	0.017	0.009	0.667	0.600	0.273	0.129	0.190	0.400
Cuenca14	0.060	0.156	0.325	0.000	0.053	1.000	0.234	0.400	0.500	0.140	0.250	0.262	0.094	0.149	1.000	0.322	0.488	0.059	0.047	0.667	0.400	0.273	0.129	0.190	0.486
Cuenca15	0.069	0.191	0.861	0.486	0.726	0.741	0.370	0.600	0.250	0.180	0.083	0.149	0.170	0.244	0.431	0.066	0.244	0.059	0.052	0.667	0.400	1.000	1.000	1.000	0.543
Cuenca16	0.037	0.114	0.421	0.324	0.419	0.572	0.195	0.350	0.500	0.080	0.167	0.103	0.113	0.153	0.764	0.318	0.488	0.043	0.039	0.667	0.600	0.227	0.023	0.179	0.371
Cuenca17	0.006	0.029	0.302	0.747	0.579	0.045	0.052	0.200	0.750	0.000	0.500	0.065	0.094	0.035	0.241	0.022	0.000	0.001	0.004	0.333	0.200	0.000	0.000	0.000	0.000
Cuenca18	0.066	0.181	0.371	0.278	0.460	0.662	0.292	0.550	0.250	0.120	0.083	0.140	0.170	0.236	0.500	0.248	0.488	0.054	0.060	0.333	0.600	0.255	0.076	0.174	0.429
Cuenca19	0.009	0.042	0.754	1.000	0.971	0.244	0.110	0.300	0.500	0.020	0.250	0.028	0.132	0.063	0.075	0.041	0.244	0.011	0.014	0.667	0.800	0.182	0.023	0.116	0.457
Cuenca20	0.001	0.014	0.149	0.449	0.259	0.453	0.058	0.250	0.750	0.000	1.000	0.149	0.000	0.004	0.546	0.008	0.000	0.001	0.000	0.667	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cuenca21	0.052	0.163	0.193	0.576	0.356	0.005	0.247	0.600	0.250	0.140	0.167	0.140	0.264	0.187	0.035	0.020	0.488	0.086	0.056	0.667	0.800	0.318	0.189	0.221	0.343
Cuenca22	0.861	0.849	0.338	0.421	0.354	0.095	1.000	0.750	0.250	0.740	0.083	0.981	0.962	0.862	0.000	0.416	0.976	0.724	0.904	0.333	0.800	0.291	0.114	0.190	0.400
Cuenca23	0.709	0.678	0.842	0.670	0.664	0.348	0.305	0.500	0.500	0.158	0.250	0.206	0.792	0.682	0.017	0.154	0.976	0.527	0.604	0.667	0.600	0.282	0.167	0.221	0.343
Cuenca24	0.050	0.146	0.582	0.303	0.405	0.871	0.305	0.500	0.500	0.158	0.250	0.206	0.094	0.130	0.994	0.154	0.488	0.064	0.042	0.667	0.600	0.282	0.167	0.221	0.343
Cuenca25	0.030	0.096	0.000	0.159	0.000	0.652	0.273	0.450	0.500	0.148	0.250	0.206	0.094	0.100	0.615	0.158	0.244	0.022	0.018	0.667	0.600	0.282	0.167	0.226	0.343
Cuenca26	1.000	1.000	0.681	0.551	0.686	0.020	0.675	0.950	0.000	1.000	0.083	0.991	1.000	1.000	0.000	0.751	0.976	1.000	1.000	0.667	0.800	0.309	0.136	0.195	0.343
Cuenca27	0.008	0.048	0.116	0.317	0.158	0.507	0.097	0.450	0.500	0.020	0.417	0.065	0.038	0.047	0.822	0.136	0.244	0.011	0.005	0.667	0.200	0.182	0.523	0.295	0.257
Cuenca28	0.028	0.078	0.171	0.228	0.166	0.632	0.104	0.150	0.750	0.100	0.583	0.280	0.057	0.063	0.989	1.000	0.244	0.027	0.017	0.667	0.200	0.455	0.136	0.305	0.429
Cuenca29	0.202	0.418	0.443	0.154	0.383	0.702	0.526	0.900	0.000	0.460	0.000	0.290	0.340	0.499	0.299	0.102	0.488	0.139	0.158	0.667	0.400	0.446	0.212	0.310	0.514
Cuencaa30	0.078	0.173	0.594	0.345	0.293	0.492	0.234	0.300	0.500	0.120	0.250	0.262	0.170	0.196	0.454	0.377	0.488	0.064	0.063	0.333	0.400	0.273	0.114	0.184	0.371
Cuenca31	0.071	0.242	1.000	1.000	1.000	0.159	0.162	1.000	0.000	0.120	0.083	0.178	0.302	0.228	0.006	0.108	0.488	0.048	0.064	0.333	0.600	0.236	0.061	0.042	0.971
Cuenca32	0.000	0.000	0.359	0.629	0.505	0.990	0.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.131	0.000	0.000	0.322	0.000	0.000	0.001	0.000	0.667	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cuenca149	0.052	0.163	0.193	0.576	0.356	0.005	0.247	0.650	0.250	0.140	0.167	0.140	0.264	0.189	0.035	0.020	0.488	0.086	0.057	0.667	0.800	0.318	0.182	0.226	0.343
Cuenca150	0.066	0.181	0.371	0.278	0.460	0.657	0.292	0.550	0.500	0.122	0.083	0.131	0.189	0.236	0.506	0.248	0.488	0.054	0.060	0.667	0.400	0.255	0.083	0.174	0.457
Cuenca151	0.030	0.095	0.000	0.159	0.000	0.657	0.266	0.400	0.500	0.150	0.250	0.196	0.075	0.102	0.615	0.158	0.268	0.022	0.018	1.000	0.600	0.282	0.167	0.221	0.314
Cuenca152	0.756	0.787	0.531	0.342	0.464	0.279	0.948	0.700	0.000	0.678	0.167	1.000	0.717	0.745	0.069	0.105	0.976	0.617	0.696	1.000	0.400	0.282	0.114	0.174	0.400
Cuenca153	0.009	0.042	0.754	1.000	0.971	0.244	0.117	0.300	0.500	0.020	0.333	0.037	0.132	0.063	0.069	0.040	0.244	0.011	0.014	0.667	0.800	0.182	0.023	0.111	0.429
Cuenca154	0.032	0.104	0.379	0.448	0.436	0.522	0.143	0.350	0.500	0.098	0.333	0.187	0.094	0.102	0.563	0.408	0.220	0.028	0.026	0.667	0.200	0.455	0.212	0.410	0.543

Cuenca155	0.050	0.146	0.582	0.303	0.405	0.866	0.299	0.500	0.250	0.156	0.167	0.196	0.094	0.132	0.994	0.154	0.463	0.064	0.042	0.667	0.400	0.282	0.167	0.216	0.371
Cuenca156	0.037	0.113	0.421	0.324	0.419	0.567	0.195	0.300	0.500	0.080	0.167	0.112	0.113	0.153	0.764	0.318	0.463	0.043	0.039	0.667	0.600	0.227	0.023	0.174	0.400
Cuenca157	0.052	0.162	0.193	0.576	0.356	0.000	0.253	0.600	0.500	0.140	0.167	0.131	0.264	0.187	0.035	0.020	0.488	0.085	0.056	0.667	1.000	0.309	0.182	0.226	0.343
Cuenca158	0.006	0.029	0.302	0.747	0.579	0.050	0.058	0.250	0.500	0.000	0.417	0.075	0.094	0.035	0.236	0.022	0.000	0.001	0.004	0.333	0.200	0.000	0.000	0.000	0.000
Cuenca159	0.182	0.398	0.455	0.524	0.561	0.030	0.656	0.950	0.250	0.278	0.083	0.224	0.491	0.517	0.086	0.240	0.732	0.160	0.167	0.333	0.800	0.255	0.151	0.168	0.314
Cuenca160	0.029	0.096	0.000	0.159	0.000	0.657	0.273	0.500	0.500	0.148	0.250	0.196	0.094	0.100	0.603	0.158	0.244	0.021	0.018	0.333	0.400	0.282	0.167	0.226	0.343
Cuenca161	0.078	0.173	0.594	0.345	0.293	0.492	0.234	0.250	0.750	0.120	0.250	0.271	0.170	0.196	0.454	0.377	0.463	0.064	0.063	0.333	0.600	0.273	0.121	0.184	0.400
Cuenca162	0.158	0.312	0.626	0.399	0.655	0.323	0.422	0.550	0.000	0.122	0.083	0.327	0.302	0.358	0.316	0.093	0.463	0.112	0.133	0.333	0.600	0.373	0.174	0.279	0.286
Cuenca163	0.030	0.095	0.000	0.159	0.000	0.652	0.273	0.450	0.500	0.148	0.333	0.206	0.094	0.098	0.609	0.158	0.244	0.022	0.018	0.667	0.600	0.282	0.167	0.221	0.371
Cuenca164	0.756	0.787	0.531	0.342	0.464	0.284	0.948	0.750	0.250	0.680	0.083	0.991	0.717	0.745	0.075	0.105	1.000	0.617	0.696	0.333	0.600	0.273	0.121	0.174	0.429
Cuenca165	0.202	0.418	0.443	0.154	0.383	0.702	0.526	0.950	0.000	0.460	0.000	0.290	0.340	0.495	0.293	0.102	0.512	0.139	0.158	0.667	0.600	0.446	0.212	0.305	0.543
Cuenca166	0.861	0.849	0.338	0.421	0.354	0.090	1.000	0.700	0.000	0.740	0.083	0.981	0.962	0.862	0.006	0.416	1.000	0.724	0.904	0.667	0.800	0.291	0.114	0.190	0.400
Cuenca167	0.006	0.046	0.478	0.857	0.736	0.065	0.104	0.550	0.500	0.040	0.333	0.000	0.132	0.057	0.075	0.042	0.244	0.017	0.009	1.000	0.600	0.282	0.129	0.190	0.429
Cuenca168	0.009	0.042	0.754	1.000	0.971	0.244	0.104	0.300	0.750	0.020	0.333	0.028	0.151	0.065	0.075	0.041	0.268	0.011	0.014	0.667	0.600	0.173	0.030	0.116	0.457
Cuenca169	0.037	0.114	0.421	0.324	0.419	0.567	0.195	0.400	0.500	0.080	0.083	0.121	0.113	0.153	0.759	0.318	0.463	0.043	0.039	0.667	0.800	0.227	0.023	0.179	0.371
Cuenca170	0.016	0.096	0.324	0.648	0.514	0.035	0.149	0.850	0.000	0.020	0.083	0.009	0.151	0.116	0.305	0.082	0.244	0.012	0.017	0.333	0.600	0.182	0.008	0.111	0.343
Cuenca171	0.078	0.173	0.594	0.345	0.293	0.492	0.240	0.250	0.750	0.118	0.250	0.262	0.170	0.196	0.454	0.377	0.488	0.064	0.063	0.333	0.600	0.273	0.114	0.190	0.400
Cuenca172	0.006	0.029	0.302	0.747	0.579	0.045	0.052	0.250	1.000	0.000	0.500	0.065	0.113	0.037	0.241	0.022	0.000	0.001	0.004	0.333	0.200	0.000	0.000	0.005	0.000
Cuenca173	0.052	0.162	0.193	0.576	0.356	0.000	0.247	0.550	0.250	0.140	0.083	0.131	0.264	0.187	0.035	0.020	0.488	0.086	0.056	1.000	1.000	0.318	0.189	0.226	0.343
Cuenca174	0.158	0.312	0.626	0.399	0.655	0.323	0.422	0.600	0.500	0.120	0.083	0.327	0.302	0.356	0.322	0.093	0.463	0.112	0.133	0.667	0.600	0.354	0.174	0.274	0.314
Cuenca175	0.182	0.398	0.455	0.524	0.562	0.030	0.656	0.950	0.250	0.280	0.000	0.224	0.491	0.517	0.086	0.240	0.732	0.160	0.167	0.667	0.600	0.264	0.151	0.163	0.343
Cuenca176	0.050	0.145	0.582	0.303	0.405	0.866	0.305	0.450	0.250	0.160	0.250	0.206	0.094	0.134	0.994	0.154	0.488	0.064	0.042	0.333	0.600	0.273	0.167	0.221	0.343
Cuenca177	0.756	0.787	0.531	0.342	0.464	0.284	0.948	0.750	0.250	0.680	0.167	0.981	0.717	0.745	0.069	0.105	0.976	0.617	0.696	0.667	0.400	0.291	0.121	0.179	0.400
Cuenca178	0.028	0.078	0.171	0.228	0.166	0.632	0.097	0.150	1.000	0.100	0.583	0.290	0.057	0.063	0.989	1.000	0.220	0.027	0.017	0.667	0.200	0.455	0.144	0.305	0.429
Cuenca179	0.009	0.042	0.754	1.000	0.971	0.249	0.110	0.350	0.750	0.020	0.333	0.028	0.132	0.063	0.075	0.041	0.244	0.011	0.014	1.000	1.000	0.191	0.038	0.111	0.457
Cuenca180	0.066	0.181	0.371	0.278	0.459	0.662	0.286	0.500	0.250	0.120	0.083	0.140	0.170	0.236	0.500	0.248	0.488	0.054	0.060	0.333	0.600	0.264	0.083	0.174	0.429
Cuenca181	0.006	0.029	0.302	0.747	0.579	0.045	0.058	0.200	0.500	0.000	0.417	0.065	0.113	0.035	0.236	0.022	0.024	0.000	0.004	0.333	0.200	0.000	0.000	0.000	0.000
Cuenca182	0.006	0.046	0.478	0.857	0.737	0.065	0.104	0.550	0.500	0.040	0.250	0.000	0.132	0.061	0.081	0.042	0.244	0.017	0.009	0.667	0.200	0.282	0.121	0.190	0.429
Cuenca183	0.202	0.418	0.443	0.154	0.383	0.707	0.532	0.900	0.250	0.460	0.083	0.280	0.358	0.499	0.299	0.102	0.488	0.139	0.158	0.667	0.400	0.446	0.212	0.305	0.514
Cuenca184	0.052	0.163	0.193	0.576	0.356	0.005	0.247	0.600	0.250	0.140	0.083	0.131	0.283	0.187	0.035	0.020	0.488	0.086	0.056	1.000	0.600	0.318	0.189	0.226	0.371
Cuenca185	0.037	0.114	0.421	0.324	0.419	0.572	0.195	0.400	0.500	0.078	0.167	0.103	0.094	0.153	0.759	0.318	0.488	0.043	0.039	0.333	0.800	0.227	0.023	0.174	0.400
Cuenca186	0.158	0.311	0.626	0.399	0.655	0.328	0.422	0.600	0.250	0.120	0.083	0.318	0.302	0.356	0.322	0.093	0.463	0.112	0.132	0.000	0.600	0.354	0.174	0.274	0.286
Cuenca187	0.078	0.173	0.594	0.345	0.293	0.488	0.240	0.300	0.750	0.120	0.250	0.271	0.170	0.196	0.454	0.377	0.488	0.064	0.063	0.333	0.400	0.264	0.114	0.184	0.371
Cuenca188	0.071	0.242	1.000	1.000	1.000	0.159	0.156	1.000	0.000	0.120	0.083	0.168	0.321	0.226	0.006	0.108	0.488	0.048	0.064	0.333	0.600	0.236	0.068	0.047	1.000
Cuenca189	0.756	0.787	0.531	0.342	0.464	0.284	0.942	0.750	0.250	0.680	0.167	0.991	0.736	0.745	0.075	0.105	0.951	0.617	0.696	0.667	0.400	0.282	0.121	0.179	0.400
Cuenca190	0.069	0.193	0.861	0.486	0.726	0.741	0.364	0.600	0.500	0.180	0.083	0.140	0.170	0.244	0.425	0.066	0.244	0.059	0.052	0.667	0.400	1.000	1.000	1.000	0.543
Cuenca191	0.008	0.048	0.116	0.317	0.158	0.507	0.091	0.400	0.250	0.022	0.417	0.065	0.038	0.045	0.822	0.136	0.268	0.012	0.005	0.333	0.000	0.182	0.523	0.289	0.229
Cuenca192	0.032	0.104	0.379	0.448	0.436	0.522	0.136	0.300	0.750	0.098	0.250	0.178	0.113	0.102	0.563	0.408	0.244	0.027	0.026	0.333	0.400	0.455	0.227	0.410	0.514
Cuenca193	0.756	0.787	0.531	0.342	0.464	0.284	0.948	0.700	0.250	0.680	0.167	0.991	0.736	0.748	0.069	0.105	0.976	0.618	0.696	0.333	0.400	0.273	0.121	0.174	0.400
Cuenca194	0.016	0.096	0.325	0.648	0.514	0.035	0.156	0.850	0.250	0.020	0.083	0.009	0.132	0.114	0.305	0.082	0.244	0.011	0.017	0.333	0.400	0.173	0.000	0.111	0.314
Cuenca195	0.066	0.181	0.371	0.278	0.460	0.662	0.299	0.500	0.500	0.120	0.083	0.131	0.151	0.236	0.500	0.248	0.488	0.054	0.060	0.667	0.400	0.264	0.083	0.174	0.457
Cuenca196	0.861	0.849	0.338	0.421	0.354	0.095	1.000	0.700	0.000	0.740	0.083	0.981	0.962	0.862	0.006	0.416	1.000	0.724	0.904	0.667	0.800	0.300	0.106	0.184	0.371

Cuenca197	0.060	0.156	0.325	0.000	0.053	0.990	0.234	0.350	0.250	0.140	0.250	0.271	0.094	0.151	0.994	0.322	0.488	0.059	0.047	0.667	0.400	0.273	0.121	0.190	0.457
Cuenca198	0.050	0.146	0.582	0.303	0.405	0.871	0.299	0.500	0.500	0.158	0.250	0.196	0.113	0.130	1.000	0.154	0.488	0.065	0.042	0.333	0.400	0.282	0.159	0.226	0.314
Cuenca199	0.050	0.146	0.582	0.303	0.405	0.871	0.299	0.450	0.500	0.158	0.333	0.206	0.113	0.130	1.000	0.154	0.488	0.064	0.042	0.667	0.800	0.282	0.159	0.221	0.343
Cuenca200	0.078	0.173	0.594	0.345	0.293	0.488	0.240	0.300	0.500	0.118	0.167	0.262	0.151	0.198	0.454	0.377	0.488	0.064	0.063	0.333	0.400	0.273	0.121	0.184	0.371
Cuenca201	0.561	0.951	0.000	0.165	0.000	0.594	1.000	1.000	0.000	0.750	0.002	0.001	1.000	1.000	0.519	1.000	0.667	0.395	0.488	0.425	0.000	1.000	0.136	0.915	0.545
Cuenca202	0.799	1.000	1.000	0.000	0.101	1.000	0.997	0.476	0.429	0.833	0.151	0.103	0.765	0.905	1.000	0.000	1.000	0.711	0.816	0.712	1.000	0.000	0.052	0.139	1.000
Cuenca203	0.108	0.331	0.546	0.867	1.000	0.481	0.395	0.984	0.008	0.167	0.000	0.000	0.364	0.324	0.618	0.400	0.333	0.079	0.107	0.240	0.563	0.250	1.000	1.000	0.000
Cuenca204	1.000	0.968	0.633	1.000	0.861	0.000	0.327	0.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.964	0.675	0.000	0.109	1.000	1.000	1.000	1.000	0.874	0.571	0.000	0.000	0.192
Cuenca205	0.000	0.000	0.472	0.979	0.779	0.567	0.031	0.224	0.706	0.000	0.032	0.021	0.000	0.000	0.854	0.885	0.041	0.021	0.051	0.0031	0.097	0.032	0.033	N/A	0.041

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 76

Parámetros de salida de la precipitación (mm) para el entrenamiento, la validación y la prueba de la Red Neuronal Artificial normalizados mediante Min–Max [0, 1]

CUENCAS	PMDA1981	PMDA1982	PMDA1983	PMDA1984	PMDA1985	PMDA1986	PMDA1987	PMDA1988	PMDA1989	PMDA1990	PMDA1991	PMDA1992	PMDA1993
Cuenca1	0.0580	0.0000	0.0000	0.2956	0.0307	0.0000	0.0000	0.0091	0.1612	0.0115	0.0795	0.0000	0.0545
Cuenca2	0.1884	0.3443	0.5392	0.2389	0.9655	0.2376	0.5399	0.2591	0.1525	0.3256	0.2879	0.8041	0.3879
Cuenca3	0.3747	0.5088	0.8871	0.8399	0.5709	0.3067	0.8595	1.0000	0.3842	0.5187	0.6818	0.5773	0.6485
Cuenca4	0.5114	0.6645	0.5611	0.5222	0.3487	0.3218	0.3774	0.7012	0.1914	0.2565	0.2121	0.4364	0.3606
Cuenca5	0.1532	0.2895	0.4389	0.7611	0.5939	0.3132	0.5289	0.7530	0.3165	0.4121	0.6894	0.5326	0.2576
Cuenca6	1.0000	0.9978	0.8276	0.5961	0.9425	1.0000	0.8623	0.9238	0.3842	0.6455	0.5833	0.9656	0.8273
Cuenca7	0.0000	0.2039	0.2006	0.0936	0.0805	0.0065	0.1405	0.0305	0.0317	0.0000	0.0189	0.1512	0.1788
Cuenca8	0.1615	0.1667	0.4545	0.2094	0.0958	0.0475	0.2562	0.4421	0.1050	0.0634	0.2803	0.2027	0.3212
Cuenca9	0.3002	0.2675	0.1724	0.6059	0.2759	0.3629	0.0992	0.3720	0.5194	0.3199	0.3939	0.3780	0.3727
Cuenca10	0.0621	0.1294	0.1850	0.0025	0.0345	0.0022	0.0937	0.0000	0.0000	0.1412	0.0038	0.1409	0.0030
Cuenca11	0.0870	0.3092	0.3887	0.1133	0.1226	0.1037	0.1928	0.1738	0.0835	0.2478	0.0947	0.2199	0.0667
Cuenca12	0.4555	0.5965	0.5705	0.6355	0.5211	0.5680	0.5289	0.6646	1.0000	0.3631	0.6818	0.6151	0.6455
Cuenca13	0.3540	0.6096	0.5862	0.4926	0.4559	0.4752	0.4931	0.5671	0.2978	0.1153	0.3295	0.5808	0.4636
Cuenca14	0.4017	0.5680	0.9687	0.9975	1.0000	0.4644	0.8788	0.9604	0.4173	0.6369	0.9508	1.0000	1.0000
Cuenca15	0.0166	0.0197	0.1975	0.0690	0.0460	0.1382	0.2865	0.1433	0.0302	0.1009	0.0530	0.1203	0.1455
Cuenca16	0.4700	0.6732	0.5329	0.5665	0.8046	0.4968	0.5868	0.9482	0.4014	0.4496	0.3561	0.5945	0.3121
Cuenca17	0.4658	0.6557	0.7806	0.4606	0.6245	0.6717	0.7493	0.7043	0.9842	0.4813	0.7803	0.8110	0.4697
Cuenca18	0.1284	0.1645	0.1379	0.1379	0.0000	0.1188	0.3168	0.0366	0.0259	0.1153	0.2462	0.1271	0.1000
Cuenca19	0.2629	0.4013	0.6959	0.5640	0.5441	0.5616	0.3196	0.4238	0.1856	0.3631	0.4659	0.3746	0.5273
Cuenca20	0.1180	0.2237	0.4639	0.7094	0.3563	0.2203	0.4518	0.5732	0.2906	0.1988	0.4735	0.4467	0.2152
Cuenca21	0.3106	0.6360	1.0000	0.9557	0.6973	0.5313	1.0000	0.8689	0.5784	1.0000	1.0000	0.8041	0.8000
Cuenca22	0.1946	0.2566	0.7116	0.3498	0.4061	0.1749	0.4904	0.5427	0.3612	0.5677	0.3561	0.5189	0.4727
Cuenca23	0.2836	0.3947	0.5141	0.4655	0.4330	0.3240	0.4573	0.5030	0.3137	0.3343	0.4091	0.4742	0.3909
Cuenca24	0.3230	0.4123	0.5361	0.4729	0.4521	0.3391	0.4766	0.5274	0.3209	0.3487	0.4242	0.4948	0.4091
Cuenca25	0.3602	0.4167	0.5361	0.4828	0.4253	0.3434	0.4738	0.5396	0.3281	0.3487	0.4318	0.4811	0.4091
Cuenca26	0.0580	0.0000	0.0000	0.2956	0.0307	0.0000	0.0000	0.0091	0.1612	0.0115	0.0795	0.0000	0.0545
Cuenca27	0.1884	0.3443	0.5392	0.2389	0.9655	0.2376	0.5399	0.2591	0.1525	0.3256	0.2879	0.8041	0.3879

Cuenca28	0.3747	0.5088	0.8871	0.8399	0.5709	0.3067	0.8595	1.0000	0.3842	0.5187	0.6818	0.5773	0.6485
Cuenca29	0.5114	0.6645	0.5611	0.5222	0.3487	0.3218	0.3774	0.7012	0.1914	0.2565	0.2121	0.4364	0.3606
Cuenca30	0.1532	0.2895	0.4389	0.7611	0.5939	0.3132	0.5289	0.7530	0.3165	0.4121	0.6894	0.5326	0.2576
Cuenca31	1.0000	0.9978	0.8276	0.5961	0.9425	1.0000	0.8623	0.9238	0.3842	0.6455	0.5833	0.9656	0.8273
Cuenca32	0.0000	0.2039	0.2006	0.0936	0.0805	0.0065	0.1405	0.0305	0.0317	0.0000	0.0189	0.1512	0.1788
Cuenca149	0.1615	0.1667	0.4545	0.2094	0.0958	0.0475	0.2562	0.4421	0.1050	0.0634	0.2803	0.2027	0.3212
Cuenca150	0.3002	0.2675	0.1724	0.6059	0.2759	0.3629	0.0992	0.3720	0.5194	0.3199	0.3939	0.3780	0.3727
Cuenca151	0.0621	0.1294	0.1850	0.0025	0.0345	0.0022	0.0937	0.0000	0.0000	0.1412	0.0038	0.1409	0.0030
Cuenca152	0.0870	0.3092	0.3887	0.1133	0.1226	0.1037	0.1928	0.1738	0.0835	0.2478	0.0947	0.2199	0.0667
Cuenca153	0.4555	0.5965	0.5705	0.6355	0.5211	0.5680	0.5289	0.6646	1.0000	0.3631	0.6818	0.6151	0.6455
Cuenca154	0.3540	0.6096	0.5862	0.4926	0.4559	0.4752	0.4931	0.5671	0.2978	0.1153	0.3295	0.5808	0.4636
Cuenca155	0.4017	0.5680	0.9687	0.9975	1.0000	0.4644	0.8788	0.9604	0.4173	0.6369	0.9508	1.0000	1.0000
Cuenca156	0.0166	0.0197	0.1975	0.0690	0.0460	0.1382	0.2865	0.1433	0.0302	0.1009	0.0530	0.1203	0.1455
Cuenca157	0.4700	0.6732	0.5329	0.5665	0.8046	0.4968	0.5868	0.9482	0.4014	0.4496	0.3561	0.5945	0.3121
Cuenca158	0.4658	0.6557	0.7806	0.4606	0.6245	0.6717	0.7493	0.7043	0.9842	0.4813	0.7803	0.8110	0.4697
Cuenca159	0.1284	0.1645	0.1379	0.1379	0.0000	0.1188	0.3168	0.0366	0.0259	0.1153	0.2462	0.1271	0.1000
Cuenca160	0.2629	0.4013	0.6959	0.5640	0.5441	0.5616	0.3196	0.4238	0.1856	0.3631	0.4659	0.3746	0.5273
Cuenca161	0.1180	0.2237	0.4639	0.7094	0.3563	0.2203	0.4518	0.5732	0.2906	0.1988	0.4735	0.4467	0.2152
Cuenca162	0.3106	0.6360	1.0000	0.9557	0.6973	0.5313	1.0000	0.8689	0.5784	1.0000	1.0000	0.8041	0.8000
Cuenca163	0.3582	0.4145	0.5361	0.4828	0.4330	0.3434	0.4738	0.5366	0.3281	0.3516	0.4280	0.4811	0.4091
Cuenca164	0.0890	0.3092	0.3887	0.1158	0.1264	0.1037	0.1928	0.1738	0.0835	0.2450	0.0909	0.2199	0.0697
Cuenca165	0.5114	0.6645	0.5611	0.5246	0.3487	0.3218	0.3802	0.7012	0.1928	0.2536	0.2083	0.4364	0.3606
Cuenca166	0.1967	0.2566	0.7116	0.3498	0.4023	0.1749	0.4848	0.5427	0.3612	0.5677	0.3598	0.5189	0.4727
Cuenca167	0.3540	0.6118	0.5862	0.4901	0.4559	0.4752	0.4931	0.5671	0.2978	0.1153	0.3295	0.5808	0.4667
Cuenca168	0.2609	0.4013	0.6959	0.5640	0.5441	0.5616	0.3196	0.4268	0.1856	0.3631	0.4659	0.3746	0.5303
Cuenca169	0.4700	0.6732	0.5298	0.5665	0.8046	0.4968	0.5868	0.9482	0.4014	0.4496	0.3561	0.5945	0.3121
Cuenca170	0.0621	0.1316	0.1818	0.0000	0.0345	0.0022	0.0937	0.0000	0.0000	0.1412	0.0000	0.1409	0.0000
Cuenca171	0.1532	0.2895	0.4357	0.7611	0.5977	0.3110	0.5289	0.7530	0.3165	0.4121	0.6894	0.5326	0.2545
Cuenca172	0.4658	0.6579	0.7806	0.4606	0.6245	0.6717	0.7493	0.7012	0.9856	0.4870	0.7765	0.8110	0.4697
Cuenca173	0.3085	0.6382	1.0000	0.9532	0.6935	0.5313	1.0000	0.8689	0.5784	0.9971	1.0000	0.8007	0.7970
Cuenca174	0.2981	0.2697	0.1724	0.6059	0.2759	0.3629	0.1019	0.3750	0.5194	0.3199	0.3939	0.3780	0.3727
Cuenca175	0.4555	0.5987	0.5705	0.6330	0.5172	0.5680	0.5234	0.6616	1.0000	0.3660	0.6818	0.6151	0.6455
Cuenca176	0.3230	0.4145	0.5361	0.4729	0.4521	0.3369	0.4766	0.5274	0.3209	0.3429	0.4205	0.4914	0.4091
Cuenca177	0.0870	0.3092	0.3887	0.1133	0.1264	0.1037	0.1928	0.1738	0.0835	0.2507	0.0985	0.2234	0.0667
Cuenca178	0.3747	0.5088	0.8903	0.8424	0.5709	0.3067	0.8623	1.0000	0.3856	0.5159	0.6818	0.5773	0.6515
Cuenca179	0.2650	0.4035	0.6959	0.5640	0.5441	0.5594	0.3223	0.4238	0.1856	0.3631	0.4659	0.3780	0.5303
Cuenca180	0.1284	0.1623	0.1348	0.1355	0.0000	0.1188	0.3168	0.0396	0.0245	0.1153	0.2424	0.1271	0.1000
Cuenca181	0.4658	0.6557	0.7806	0.4606	0.6245	0.6717	0.7466	0.7012	0.9842	0.4841	0.7803	0.8110	0.4697
Cuenca182	0.3540	0.6096	0.5862	0.4926	0.4559	0.4752	0.4959	0.5701	0.2993	0.1153	0.3333	0.5808	0.4636
Cuenca183	0.5114	0.6667	0.5611	0.5246	0.3487	0.3218	0.3829	0.7012	0.1899	0.2565	0.2083	0.4364	0.3636
Cuenca184	0.3085	0.6360	1.0000	0.9557	0.6973	0.5292	1.0000	0.8720	0.5784	0.9971	1.0000	0.8007	0.8000
Cuenca185	0.4679	0.6732	0.5298	0.5665	0.8084	0.4968	0.5840	0.9482	0.4029	0.4496	0.3561	0.5979	0.3121

Cuenca186	0.3002	0.2675	0.1724	0.6059	0.2720	0.3629	0.0992	0.3720	0.5180	0.3199	0.3939	0.3780	0.3727
Cuenca187	0.1511	0.2895	0.4389	0.7611	0.5939	0.3110	0.5289	0.7530	0.3180	0.4121	0.6894	0.5326	0.2576
Cuenca188	1.0000	1.0000	0.8245	0.5985	0.9425	1.0000	0.8650	0.9207	0.3827	0.6455	0.5758	0.9656	0.8303
Cuenca189	0.0870	0.3092	0.3887	0.1133	0.1226	0.1015	0.1956	0.1707	0.0835	0.2478	0.0947	0.2199	0.0667
Cuenca190	0.0166	0.0219	0.1944	0.0690	0.0421	0.1382	0.2893	0.1433	0.0302	0.1009	0.0530	0.1203	0.1424
Cuenca191	0.1884	0.3443	0.5423	0.2414	0.9655	0.2354	0.5372	0.2561	0.1525	0.3285	0.2917	0.8041	0.3879
Cuenca192	0.1615	0.1667	0.4545	0.2094	0.0958	0.0475	0.2562	0.4421	0.1050	0.0634	0.2803	0.2027	0.3212
Cuenca193	0.0890	0.3092	0.3887	0.1133	0.1226	0.1015	0.1928	0.1738	0.0835	0.2450	0.0947	0.2199	0.0667
Cuenca194	0.0600	0.1316	0.1818	0.0025	0.0307	0.0043	0.0937	0.0000	0.0000	0.1412	0.0038	0.1375	0.0030
Cuenca195	0.1284	0.1645	0.1411	0.1379	0.0000	0.1188	0.3168	0.0366	0.0259	0.1124	0.2424	0.1271	0.1000
Cuenca196	0.1946	0.2566	0.7116	0.3498	0.4023	0.1749	0.4904	0.5396	0.3612	0.5677	0.3561	0.5189	0.4727
Cuenca197	0.3996	0.5680	0.9718	1.0000	1.0000	0.4644	0.8760	0.9573	0.4187	0.6369	0.9508	1.0000	1.0000
Cuenca198	0.3209	0.4123	0.5361	0.4704	0.4559	0.3369	0.4766	0.5244	0.3223	0.3458	0.4242	0.4948	0.4061
Cuenca199	0.3230	0.4123	0.5392	0.4729	0.4521	0.3391	0.4793	0.5274	0.3209	0.3487	0.4242	0.4948	0.4061
Cuenca200	0.1532	0.2917	0.4326	0.7611	0.5977	0.3132	0.5317	0.7530	0.3151	0.4121	0.6894	0.5361	0.2606
Cuenca201	0.2483	0.2760	0.2419	0.4925	0.5613	0.4994	0.2587	0.8084	0.4954	0.4016	0.2286	0.0000	0.7876
Cuenca202	0.2314	0.5536	0.4581	1.0000	0.2981	0.0769	0.7477	0.6071	0.0916	0.8323	0.0023	0.0000	0.0807
Cuenca203	0.2752	0.1230	0.5080	0.3192	0.4295	0.0000	0.5302	0.3324	0.0191	0.7407	1.0000	0.1087	0.1538
Cuenca204	0.1092	0.3973	0.0737	1.0000	0.1166	0.0105	0.1442	0.4593	0.0511	0.0039	0.0596	0.0000	0.0612
Cuenca205	0.5189	0.5196	1.0000	0.8703	0.6571	0.4958	0.6248	0.5673	0.2952	0.7454	0.3808	0.0000	0.3401

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 77

Parámetros de salida de la precipitación (mm) para el entrenamiento, la validación y la prueba de la Red Neuronal Artificial normalizados mediante Min–Max [0, 1]

CUENCAS	PMDA1994	PMDA1995	PMDA1996	PMDA1997	PMDA1998	PMDA1999	PMDA2000	PMDA2001	PMDA2002	PMDA2003	PMDA2004	PMDA2005	PMDA2006
Cuenca1	0.3698	0.2445	0.1903	0.0028	0.1086	0.0426	0.3596	0.4383	0.2008	0.1058	0.0000	0.3065	0.1794
Cuenca2	0.5080	0.3974	0.4018	0.1250	0.3291	0.2234	0.5056	0.4851	0.4440	0.3959	0.2467	0.3529	0.4933
Cuenca3	0.8328	0.5459	0.8671	0.2949	0.5080	0.3803	0.6142	0.8596	0.4131	0.3857	0.3174	0.9381	0.6457
Cuenca4	0.4920	0.2969	0.3837	0.1348	0.2939	0.2154	0.6854	0.4340	0.3822	0.3208	0.2352	0.3591	0.4843
Cuenca5	0.2444	0.7118	0.4592	0.5632	0.5815	0.4787	0.1273	0.2723	0.3900	0.5734	0.4742	0.4799	0.4170
Cuenca6	1.0000	1.0000	0.7402	0.2949	1.0000	0.2580	0.6966	0.9957	0.9073	0.8225	0.3442	0.5913	0.4215
Cuenca7	0.0386	0.0786	0.0937	0.0211	0.0863	0.0505	0.0000	0.0638	0.0000	0.0375	0.0306	0.0000	0.0000
Cuenca8	0.3087	0.2052	0.1601	0.0618	0.1118	0.2926	0.3558	0.3362	0.2394	0.1980	0.1816	0.2632	0.3991
Cuenca9	0.7106	0.3930	0.5740	0.1292	0.4313	0.1809	0.7790	0.5872	0.4440	0.5085	0.2371	0.3096	0.7040
Cuenca10	0.0032	0.0873	0.1360	0.0000	0.0000	0.0532	0.2360	0.3702	0.0232	0.0034	0.0000	0.0805	0.0404
Cuenca11	0.1672	0.1834	0.2689	0.0534	0.0511	0.1170	0.2884	0.3489	0.0927	0.1331	0.0497	0.2136	0.1390
Cuenca12	0.5531	0.9913	0.4350	0.1798	0.4281	0.2527	0.9401	0.6979	0.5367	0.6246	0.1912	0.5820	0.7803
Cuenca13	0.4212	0.4279	0.8459	0.1685	0.4249	0.1144	0.6667	0.7489	0.4402	0.5085	0.1262	0.4954	0.3408
Cuenca14	0.9164	0.7817	0.7795	1.0000	0.8498	0.6277	0.4906	0.6085	0.6178	1.0000	0.5908	1.0000	1.0000
Cuenca15	0.2154	0.2140	0.0544	0.0463	0.1502	0.0000	0.2210	0.2936	0.0618	0.1160	0.0899	0.1424	0.2960
Cuenca16	0.4502	0.5371	0.4713	0.1713	0.6358	0.2979	0.8240	0.6681	0.6100	0.3208	0.4608	0.4985	0.8520

Cuenca17	0.3794	0.9432	0.5347	0.3385	0.4760	0.2660	0.7453	0.6128	0.5405	0.4164	0.3327	0.5759	0.9462
Cuenca18	0.0064	0.0000	0.0000	0.0225	0.0511	0.0878	0.0562	0.0043	0.0232	0.0239	0.0554	0.1053	0.3722
Cuenca19	0.8489	0.4760	0.4532	0.1924	0.7157	0.5532	0.8352	0.7702	1.0000	0.4232	0.2600	0.5882	0.8117
Cuenca20	0.2540	0.5240	0.2840	0.4888	0.4345	0.1888	0.1835	0.2468	0.3475	0.3857	0.3365	0.3684	0.4484
Cuenca21	0.9453	0.9258	1.0000	0.3020	0.7572	0.9973	1.0000	0.9532	0.6100	0.6075	1.0000	0.7028	0.7399
Cuenca22	0.5949	0.3188	0.2477	0.0899	0.2460	0.3085	0.1723	0.3489	0.2703	0.3276	0.2467	0.3932	0.3139
Cuenca23	0.4662	0.4672	0.4260	0.2121	0.3930	0.2713	0.4906	0.5064	0.3900	0.3754	0.2639	0.4241	0.4933
Cuenca24	0.4695	0.4760	0.4381	0.2219	0.4058	0.2819	0.4981	0.5106	0.3977	0.3857	0.2753	0.4303	0.5067
Cuenca25	0.4695	0.4803	0.4381	0.2261	0.4089	0.2846	0.4944	0.5106	0.3977	0.3857	0.2772	0.4334	0.5067
Cuenca26	0.3698	0.2445	0.1903	0.0028	0.1086	0.0426	0.3596	0.4383	0.2008	0.1058	0.0000	0.3065	0.1794
Cuenca27	0.5080	0.3974	0.4018	0.1250	0.3291	0.2234	0.5056	0.4851	0.4440	0.3959	0.2467	0.3529	0.4933
Cuenca28	0.8328	0.5459	0.8671	0.2949	0.5080	0.3803	0.6142	0.8596	0.4131	0.3857	0.3174	0.9381	0.6457
Cuenca29	0.4920	0.2969	0.3837	0.1348	0.2939	0.2154	0.6854	0.4340	0.3822	0.3208	0.2352	0.3591	0.4843
Cuenca30	0.2444	0.7118	0.4592	0.5632	0.5815	0.4787	0.1273	0.2723	0.3900	0.5734	0.4742	0.4799	0.4170
Cuenca31	1.0000	1.0000	0.7402	0.2949	1.0000	0.2580	0.6966	0.9957	0.9073	0.8225	0.3442	0.5913	0.4215
Cuenca32	0.0386	0.0786	0.0937	0.0211	0.0863	0.0505	0.0000	0.0638	0.0000	0.0375	0.0306	0.0000	0.0000
Cuenca149	0.3087	0.2052	0.1601	0.0618	0.1118	0.2926	0.3558	0.3362	0.2394	0.1980	0.1816	0.2632	0.3991
Cuenca150	0.7106	0.3930	0.5740	0.1292	0.4313	0.1809	0.7790	0.5872	0.4440	0.5085	0.2371	0.3096	0.7040
Cuenca151	0.0032	0.0873	0.1360	0.0000	0.0000	0.0532	0.2360	0.3702	0.0232	0.0034	0.0000	0.0805	0.0404
Cuenca152	0.1672	0.1834	0.2689	0.0534	0.0511	0.1170	0.2884	0.3489	0.0927	0.1331	0.0497	0.2136	0.1390
Cuenca153	0.5531	0.9913	0.4350	0.1798	0.4281	0.2527	0.9401	0.6979	0.5367	0.6246	0.1912	0.5820	0.7803
Cuenca154	0.4212	0.4279	0.8459	0.1685	0.4249	0.1144	0.6667	0.7489	0.4402	0.5085	0.1262	0.4954	0.3408
Cuenca155	0.9164	0.7817	0.7795	1.0000	0.8498	0.6277	0.4906	0.6085	0.6178	1.0000	0.5908	1.0000	1.0000
Cuenca156	0.2154	0.2140	0.0544	0.0463	0.1502	0.0000	0.2210	0.2936	0.0618	0.1160	0.0899	0.1424	0.2960
Cuenca157	0.4502	0.5371	0.4713	0.1713	0.6358	0.2979	0.8240	0.6681	0.6100	0.3208	0.4608	0.4985	0.8520
Cuenca158	0.3794	0.9432	0.5347	0.3385	0.4760	0.2660	0.7453	0.6128	0.5405	0.4164	0.3327	0.5759	0.9462
Cuenca159	0.0064	0.0000	0.0000	0.0225	0.0511	0.0878	0.0562	0.0043	0.0232	0.0239	0.0554	0.1053	0.3722
Cuenca160	0.8489	0.4760	0.4532	0.1924	0.7157	0.5532	0.8352	0.7702	1.0000	0.4232	0.2600	0.5882	0.8117
Cuenca161	0.2540	0.5240	0.2840	0.4888	0.4345	0.1888	0.1835	0.2468	0.3475	0.3857	0.3365	0.3684	0.4484
Cuenca162	0.9453	0.9258	1.0000	0.3020	0.7572	0.9973	1.0000	0.9532	0.6100	0.6075	1.0000	0.7028	0.7399
Cuenca163	0.4695	0.4803	0.4411	0.2247	0.4121	0.2872	0.4944	0.5149	0.3938	0.3857	0.2772	0.4303	0.5067
Cuenca164	0.1704	0.1834	0.2659	0.0534	0.0479	0.1170	0.2846	0.3447	0.0927	0.1331	0.0497	0.2136	0.1390
Cuenca165	0.4887	0.2926	0.3867	0.1348	0.2939	0.2128	0.6854	0.4340	0.3784	0.3208	0.2352	0.3560	0.4798
Cuenca166	0.5949	0.3188	0.2508	0.0899	0.2460	0.3059	0.1685	0.3532	0.2664	0.3311	0.2467	0.3932	0.3139
Cuenca167	0.4244	0.4279	0.8459	0.1699	0.4249	0.1170	0.6629	0.7532	0.4440	0.5051	0.1262	0.4923	0.3408
Cuenca168	0.8521	0.4803	0.4532	0.1924	0.7188	0.5532	0.8315	0.7702	0.9923	0.4266	0.2581	0.5882	0.8161
Cuenca169	0.4502	0.5371	0.4743	0.1713	0.6358	0.3005	0.8240	0.6681	0.6100	0.3208	0.4589	0.4985	0.8565
Cuenca170	0.0000	0.0873	0.1360	0.0000	0.0000	0.0505	0.2397	0.3702	0.0193	0.0000	0.0000	0.0805	0.0404
Cuenca171	0.2444	0.7118	0.4622	0.5632	0.5815	0.4787	0.1236	0.2766	0.3900	0.5734	0.4742	0.4799	0.4170
Cuenca172	0.3794	0.9432	0.5347	0.3371	0.4728	0.2686	0.7491	0.6128	0.5367	0.4164	0.3346	0.5728	0.9462
Cuenca173	0.9421	0.9258	1.0000	0.3034	0.7572	1.0000	1.0000	0.9532	0.6062	0.6075	1.0000	0.7028	0.7399
Cuenca174	0.7106	0.3930	0.5740	0.1278	0.4281	0.1835	0.7828	0.5872	0.4402	0.5051	0.2371	0.3158	0.6996

Cuenca175	0.5531	0.9913	0.4320	0.1812	0.4281	0.2527	0.9363	0.6979	0.5367	0.6212	0.1912	0.5820	0.7848
Cuenca176	0.4695	0.4760	0.4381	0.2219	0.4058	0.2819	0.4944	0.5106	0.3977	0.3823	0.2772	0.4303	0.5067
Cuenca177	0.1672	0.1834	0.2689	0.0548	0.0479	0.1170	0.2846	0.3447	0.0927	0.1297	0.0497	0.2136	0.1435
Cuenca178	0.8296	0.5415	0.8671	0.2949	0.5112	0.3803	0.6142	0.8596	0.4093	0.3891	0.3155	0.9350	0.6457
Cuenca179	0.8489	0.4760	0.4532	0.1910	0.7157	0.5559	0.8352	0.7702	0.9961	0.4232	0.2620	0.5882	0.8117
Cuenca180	0.0096	0.0044	0.0000	0.0225	0.0511	0.0878	0.0599	0.0043	0.0232	0.0273	0.0554	0.1053	0.3722
Cuenca181	0.3794	0.9432	0.5347	0.3385	0.4760	0.2660	0.7491	0.6128	0.5405	0.4164	0.3327	0.5759	0.9507
Cuenca182	0.4180	0.4236	0.8459	0.1699	0.4249	0.1117	0.6667	0.7447	0.4440	0.5085	0.1262	0.4954	0.3408
Cuenca183	0.4920	0.2926	0.3867	0.1348	0.2939	0.2128	0.6891	0.4298	0.3784	0.3208	0.2333	0.3622	0.4843
Cuenca184	0.9486	0.9258	0.9970	0.3006	0.7572	0.9947	1.0000	0.9532	0.6062	0.6075	1.0000	0.6997	0.7444
Cuenca185	0.4502	0.5328	0.4713	0.1713	0.6390	0.2979	0.8240	0.6681	0.6100	0.3174	0.4589	0.4985	0.8565
Cuenca186	0.7042	0.3930	0.5740	0.1292	0.4313	0.1835	0.7790	0.5872	0.4402	0.5085	0.2390	0.3096	0.7040
Cuenca187	0.2412	0.7162	0.4562	0.5632	0.5783	0.4761	0.1273	0.2723	0.3900	0.5734	0.4742	0.4768	0.4170
Cuenca188	1.0000	1.0000	0.7372	0.2949	1.0000	0.2606	0.6966	1.0000	0.9073	0.8191	0.3461	0.5944	0.4170
Cuenca189	0.1704	0.1834	0.2689	0.0534	0.0511	0.1144	0.2846	0.3447	0.0927	0.1297	0.0497	0.2136	0.1435
Cuenca190	0.2154	0.2096	0.0574	0.0449	0.1502	0.0000	0.2172	0.2979	0.0695	0.1160	0.0880	0.1455	0.2915
Cuenca191	0.5048	0.4017	0.4018	0.1250	0.3291	0.2261	0.5019	0.4851	0.4440	0.3993	0.2447	0.3560	0.4933
Cuenca192	0.3087	0.2009	0.1601	0.0618	0.1086	0.2926	0.3558	0.3362	0.2355	0.2014	0.1816	0.2632	0.3991
Cuenca193	0.1704	0.1834	0.2659	0.0534	0.0479	0.1170	0.2846	0.3489	0.0965	0.1331	0.0497	0.2136	0.1435
Cuenca194	0.0032	0.0917	0.1329	0.0000	0.0032	0.0505	0.2360	0.3660	0.0270	0.0034	0.0019	0.0805	0.0448
Cuenca195	0.0096	0.0044	0.0030	0.0211	0.0543	0.0878	0.0562	0.0000	0.0232	0.0273	0.0535	0.1053	0.3767
Cuenca196	0.5949	0.3188	0.2477	0.0899	0.2460	0.3085	0.1723	0.3532	0.2703	0.3276	0.2467	0.3932	0.3139
Cuenca197	0.9164	0.7817	0.7825	0.9986	0.8466	0.6303	0.4869	0.6128	0.6178	1.0000	0.5889	1.0000	1.0000
Cuenca198	0.4695	0.4760	0.4350	0.2219	0.4058	0.2846	0.4944	0.5149	0.3977	0.3857	0.2753	0.4272	0.5067
Cuenca199	0.4695	0.4760	0.4381	0.2233	0.4089	0.2819	0.4944	0.5106	0.4015	0.3857	0.2772	0.4303	0.5067
Cuenca200	0.2476	0.7074	0.4562	0.5618	0.5783	0.4787	0.1273	0.2723	0.3938	0.5734	0.4761	0.4799	0.4170
Cuenca201	0.3727	0.3900	0.6881	0.4977	1.0000	0.4792	0.6522	0.5411	0.5278	0.7656	0.3090	0.6053	0.4271
Cuenca202	0.2104	0.4860	0.7733	0.4596	0.7438	0.2267	0.4185	0.5132	0.6242	0.5714	0.2003	0.3773	0.3719
Cuenca203	0.1283	0.1882	0.3653	0.1972	0.3468	0.0838	0.0716	0.1384	0.5122	0.3887	0.1384	0.2694	0.0000
Cuenca204	0.0273	0.2398	0.2550	0.1509	0.3458	0.1076	0.4004	0.4901	0.1068	0.2823	0.1162	0.2097	0.0982
Cuenca205	0.3689	0.7419	0.7679	0.8647	0.8892	0.3022	0.6066	0.5835	0.9222	0.6171	0.2854	0.5568	0.8008

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 78

Parámetros de salida de la precipitación (mm) para el entrenamiento, la validación y la prueba de la Red Neuronal Artificial normalizados mediante Min–Max $[0, 1]$

CUENCAS	PMDA2007	PMDA2008	PMDA2009	PMDA2010	PMDA2011	PMDA2012	PMDA2013	PMDA2014	PMDA2015
Cuenca1	0.0600	0.1724	0.0000	0.0287	0.1453	0.0105	0.0199	0.0713	0.1667
Cuenca2	0.4000	0.3750	0.3010	0.4767	0.3668	0.3421	0.4834	0.1695	0.6404
Cuenca3	0.7750	0.8254	0.9150	1.0000	0.6505	0.6026	0.7053	0.3120	0.3465
Cuenca4	0.3150	0.2241	0.1748	0.4444	0.5190	0.1184	0.3311	0.5258	0.5219
Cuenca5	0.3850	0.4310	0.2767	0.3369	0.5848	0.3132	0.3444	0.2310	0.6798
Cuenca6	0.5300	0.8966	1.0000	0.6380	0.8893	0.9079	0.9404	1.0000	0.7588
Cuenca7	0.0000	0.1379	0.1602	0.0036	0.0104	0.0421	0.0000	0.0000	0.0088
Cuenca8	0.2550	0.1616	0.3083	0.3799	0.3564	0.1658	0.1424	0.1007	0.1184
Cuenca9	0.3900	0.3297	0.1869	0.4695	0.4187	0.2211	0.2119	0.1622	0.1491
Cuenca10	0.1300	0.0022	0.0291	0.0000	0.0035	0.0658	0.0033	0.0221	0.1228
Cuenca11	0.1750	0.0539	0.1019	0.1649	0.1834	0.0737	0.0927	0.0786	0.1228
Cuenca12	0.4150	0.1530	0.3617	0.9211	0.4533	0.2000	0.3411	0.3194	0.2588
Cuenca13	0.6050	0.2651	0.2549	0.4480	0.3495	0.2395	0.3940	0.2039	0.5877
Cuenca14	0.9400	0.9978	0.7816	0.7419	0.7543	1.0000	0.8311	0.3931	0.9956
Cuenca15	0.0000	0.0280	0.0728	0.0789	0.0277	0.0684	0.1325	0.0934	0.0088
Cuenca16	0.5750	0.3319	0.1456	0.6523	0.5917	0.3474	0.3377	0.8428	0.8553
Cuenca17	0.4050	0.2435	0.3301	0.7025	0.5087	0.1658	0.2450	0.2826	0.1447
Cuenca18	0.0900	0.0086	0.1578	0.1290	0.0277	0.0000	0.1755	0.0049	0.0044
Cuenca19	0.7200	0.2909	0.5850	0.5054	0.5467	0.4158	0.5430	0.3268	0.3947
Cuenca20	0.4350	0.6013	0.3034	0.3118	0.5398	0.3711	0.3146	0.2260	0.3202
Cuenca21	0.9950	0.7716	0.8447	0.6989	1.0000	0.5684	0.9967	0.4914	0.4737
Cuenca22	0.4500	0.5237	0.4199	0.4373	0.5813	0.2763	0.3179	0.1867	0.3377
Cuenca23	0.4100	0.3556	0.3495	0.4337	0.4325	0.2974	0.3609	0.2752	0.3640
Cuenca24	0.4250	0.3642	0.3665	0.4552	0.4464	0.3079	0.3742	0.2850	0.3728
Cuenca25	0.4300	0.3642	0.3689	0.4516	0.4498	0.3079	0.3709	0.2899	0.3596
Cuenca26	0.0600	0.1724	0.0000	0.0287	0.1453	0.0105	0.0199	0.0713	0.1667
Cuenca27	0.4000	0.3750	0.3010	0.4767	0.3668	0.3421	0.4834	0.1695	0.6404
Cuenca28	0.7750	0.8254	0.9150	1.0000	0.6505	0.6026	0.7053	0.3120	0.3465
Cuenca29	0.3150	0.2241	0.1748	0.4444	0.5190	0.1184	0.3311	0.5258	0.5219
Cuenca30	0.3850	0.4310	0.2767	0.3369	0.5848	0.3132	0.3444	0.2310	0.6798
Cuenca31	0.5300	0.8966	1.0000	0.6380	0.8893	0.9079	0.9404	1.0000	0.7588
Cuenca32	0.0000	0.1379	0.1602	0.0036	0.0104	0.0421	0.0000	0.0000	0.0088
Cuenca149	0.2550	0.1616	0.3083	0.3799	0.3564	0.1658	0.1424	0.1007	0.1184
Cuenca150	0.3900	0.3297	0.1869	0.4695	0.4187	0.2211	0.2119	0.1622	0.1491
Cuenca151	0.1300	0.0022	0.0291	0.0000	0.0035	0.0658	0.0033	0.0221	0.1228
Cuenca152	0.1750	0.0539	0.1019	0.1649	0.1834	0.0737	0.0927	0.0786	0.1228
Cuenca153	0.4150	0.1530	0.3617	0.9211	0.4533	0.2000	0.3411	0.3194	0.2588
Cuenca154	0.6050	0.2651	0.2549	0.4480	0.3495	0.2395	0.3940	0.2039	0.5877

Cuenca155	0.9400	0.9978	0.7816	0.7419	0.7543	1.0000	0.8311	0.3931	0.9956
Cuenca156	0.0000	0.0280	0.0728	0.0789	0.0277	0.0684	0.1325	0.0934	0.0088
Cuenca157	0.5750	0.3319	0.1456	0.6523	0.5917	0.3474	0.3377	0.8428	0.8553
Cuenca158	0.4050	0.2435	0.3301	0.7025	0.5087	0.1658	0.2450	0.2826	0.1447
Cuenca159	0.0900	0.0086	0.1578	0.1290	0.0277	0.0000	0.1755	0.0049	0.0044
Cuenca160	0.7200	0.2909	0.5850	0.5054	0.5467	0.4158	0.5430	0.3268	0.3947
Cuenca161	0.4350	0.6013	0.3034	0.3118	0.5398	0.3711	0.3146	0.2260	0.3202
Cuenca162	0.9950	0.7716	0.8447	0.6989	1.0000	0.5684	0.9967	0.4914	0.4737
Cuenca163	0.4300	0.3642	0.3714	0.4516	0.4464	0.3079	0.3709	0.2875	0.3640
Cuenca164	0.1800	0.0539	0.1019	0.1649	0.1834	0.0711	0.0927	0.0786	0.1228
Cuenca165	0.3100	0.2241	0.1748	0.4444	0.5156	0.1184	0.3311	0.5283	0.5219
Cuenca166	0.4500	0.5259	0.4199	0.4373	0.5813	0.2763	0.3179	0.1843	0.3333
Cuenca167	0.6050	0.2651	0.2524	0.4480	0.3460	0.2395	0.3940	0.2039	0.5877
Cuenca168	0.7150	0.2909	0.5874	0.5054	0.5502	0.4158	0.5430	0.3243	0.3947
Cuenca169	0.5700	0.3319	0.1481	0.6523	0.5917	0.3474	0.3377	0.8452	0.8553
Cuenca170	0.1300	0.0000	0.0291	0.0000	0.0035	0.0658	0.0000	0.0221	0.1228
Cuenca171	0.3800	0.4310	0.2767	0.3369	0.5848	0.3132	0.3477	0.2310	0.6754
Cuenca172	0.4050	0.2435	0.3277	0.6989	0.5052	0.1684	0.2450	0.2826	0.1404
Cuenca173	1.0000	0.7694	0.8447	0.6989	1.0000	0.5658	1.0000	0.4939	0.4737
Cuenca174	0.3900	0.3297	0.1869	0.4695	0.4152	0.2237	0.2152	0.1622	0.1447
Cuenca175	0.4100	0.1530	0.3592	0.9211	0.4533	0.2026	0.3377	0.3170	0.2632
Cuenca176	0.4250	0.3642	0.3665	0.4552	0.4464	0.3105	0.3775	0.2826	0.3728
Cuenca177	0.1700	0.0539	0.1044	0.1649	0.1799	0.0737	0.0960	0.0786	0.1272
Cuenca178	0.7750	0.8254	0.9150	0.9964	0.6471	0.6026	0.7053	0.3096	0.3465
Cuenca179	0.7200	0.2909	0.5850	0.5054	0.5502	0.4132	0.5464	0.3292	0.3947
Cuenca180	0.0950	0.0108	0.1578	0.1290	0.0277	0.0000	0.1755	0.0074	0.0088
Cuenca181	0.4050	0.2414	0.3277	0.7025	0.5087	0.1658	0.2450	0.2850	0.1404
Cuenca182	0.6050	0.2672	0.2549	0.4480	0.3460	0.2395	0.3974	0.2039	0.5921
Cuenca183	0.3100	0.2220	0.1723	0.4409	0.5156	0.1184	0.3311	0.5258	0.5175
Cuenca184	0.9950	0.7694	0.8447	0.6989	1.0000	0.5684	0.9967	0.4939	0.4737
Cuenca185	0.5750	0.3319	0.1456	0.6559	0.5917	0.3474	0.3344	0.8428	0.8596
Cuenca186	0.3900	0.3319	0.1869	0.4695	0.4187	0.2211	0.2119	0.1597	0.1535
Cuenca187	0.3850	0.4289	0.2767	0.3369	0.5882	0.3132	0.3477	0.2310	0.6754
Cuenca188	0.5300	0.8966	0.9976	0.6416	0.8858	0.9053	0.9404	1.0000	0.7544
Cuenca189	0.1750	0.0517	0.1044	0.1649	0.1799	0.0737	0.0927	0.0786	0.1272
Cuenca190	0.0000	0.0280	0.0728	0.0789	0.0242	0.0658	0.1358	0.0934	0.0132
Cuenca191	0.4000	0.3728	0.2985	0.4803	0.3668	0.3421	0.4868	0.1671	0.6404
Cuenca192	0.2550	0.1616	0.3083	0.3835	0.3599	0.1658	0.1424	0.1007	0.1184
Cuenca193	0.1750	0.0539	0.1044	0.1685	0.1834	0.0711	0.0927	0.0786	0.1228
Cuenca194	0.1350	0.0043	0.0316	0.0000	0.0000	0.0658	0.0000	0.0246	0.1184
Cuenca195	0.0950	0.0086	0.1578	0.1290	0.0277	0.0000	0.1788	0.0074	0.0000
Cuenca196	0.4450	0.5237	0.4223	0.4373	0.5813	0.2789	0.3179	0.1867	0.3377

Cuenca197	0.9450	1.0000	0.7816	0.7384	0.7543	1.0000	0.8344	0.3931	1.0000
Cuenca198	0.4350	0.3642	0.3689	0.4516	0.4464	0.3105	0.3775	0.2850	0.3728
Cuenca199	0.4250	0.3621	0.3641	0.4588	0.4464	0.3105	0.3742	0.2826	0.3728
Cuenca200	0.3850	0.4310	0.2767	0.3369	0.5848	0.3105	0.3477	0.2310	0.6798
Cuenca201	0.7211	0.3119	1.2425	0.5023	0.8970	0.6279	0.7894	0.6215	0.8391
Cuenca202	0.2756	0.2042	0.6002	0.0598	0.3898	1.1413	0.5543	0.2748	0.4255
Cuenca203	0.1951	0.0965	0.1972	0.0297	0.1962	0.5196	0.2216	0.1676	0.2943
Cuenca204	-0.0593	-0.0062	0.3205	0.0035	0.1142	0.5595	0.2483	0.3045	0.1930
Cuenca205	0.4565	0.4060	0.8857	0.4909	0.7777	1.3920	0.8289	0.3857	0.6459

***Fuente**:* Elaboración Propia

2.6.8 Configuración e implementación del modelo MLP

Una vez concluido el análisis estadístico y el preprocesamiento de los datos, se procedió a configurar e implementar el modelo Perceptrón Multicapa (MLP) para estimar la precipitación máxima diaria anual (PMDA). La implementación consideró la arquitectura de la red, las funciones de activación, la distribución de los datos, el procedimiento de entrenamiento y los criterios empleados para evaluar su desempeño.

2.6.8.1 Arquitectura de la red neuronal

La arquitectura del modelo se definió considerando 25 variables de entrada (E1–E25) y 36 variables de salida correspondientes a la PMDA del período 1981–2016. La red estuvo constituida por una capa de entrada de 25 neuronas, dos capas ocultas de 64 y 32 neuronas, respectivamente, y una capa de salida de 36 neuronas.

De manera general, el procesamiento realizado por una neurona se expresa como:

$$z_j = \sum_{i=1}^{n} w_{ij} x_i + b_j \tag{2.13}$$

donde x_i representa las variables de entrada, w_{ij} los pesos de las conexiones, b_j el sesgo y z_j la combinación lineal obtenida por la neurona.

Por tanto, la arquitectura implementada puede resumirse como:

$$25 \longrightarrow 64 \longrightarrow 32 \longrightarrow 36 \tag{2.14}$$

donde las 25 neuronas de entrada representan los parámetros físicos y morfométricos de las cuencas y las 36 neuronas de salida representan las estimaciones de PMDA para cada año del período 1981–2016.

2.6.8.2 Funciones de activación

Las funciones de activación permiten incorporar relaciones no lineales entre las variables de entrada y salida de una red neuronal. Para una neurona, la salida puede representarse de manera general mediante:

$$a_j = f(z_j) \tag{2.15}$$

donde z_j corresponde a la combinación ponderada de las entradas y $f(\cdot)$ representa la función de activación.

En el modelo de red neuronal desarrollado para la estimación de la precipitación máxima diaria anual (PMDA), se utilizó la función de activación Rectified Linear Unit (ReLU) en las capas ocultas. Esta función se define matemáticamente como:

$$f(z) = \text{máx}(0, z) \tag{2.16}$$

o, de manera equivalente:

$$f(z) = \begin{cases} z, & \text{si } z > 0, \\ 0, & \text{si } z \leq 0. \end{cases} \tag{2.17}$$

La función ReLU permite introducir no linealidad en la red neuronal, facilitando el aprendizaje de relaciones complejas entre las variables hidrometeorológicas utilizadas como entrada y la precipitación máxima diaria anual considerada como variable de salida. Asimismo, su utilización favorece un entrenamiento computacionalmente eficiente y reduce algunos problemas asociados al desvanecimiento del gradiente.

Para la capa de salida se empleó una función de activación lineal, debido a que el problema desarrollado corresponde a una tarea de regresión y la variable PMDA es una variable cuantitativa continua. La función lineal se expresa como:

$$f(z) = z \tag{2.18}$$

Por consiguiente, la arquitectura implementada empleó activación ReLU en las capas ocultas para modelar las relaciones no lineales presentes en los datos, mientras que la capa de salida utilizó una activación lineal para obtener directamente el valor estimado de la precipitación máxima diaria anual.

2.6.8.3 Distribución de los datos

La base de datos estuvo conformada por 499 registros, 25 variables de entrada y 36 variables de salida. Para desarrollar y evaluar el modelo, los datos fueron distribuidos en tres subconjuntos independientes: entrenamiento, validación y prueba.

El conjunto de entrenamiento fue utilizado para ajustar los pesos y sesgos del modelo mediante el proceso iterativo de aprendizaje. El conjunto de validación permitió controlar el comportamiento del modelo durante el entrenamiento y verificar su capacidad de generalización. Finalmente, el conjunto de prueba se reservó para evaluar el desempeño del modelo con datos no empleados directamente durante el ajuste de sus parámetros.

La distribución general puede representarse mediante:

$$D = D_{\text{ent}} \cup D_{\text{val}} \cup D_{\text{prueba}} \tag{2.19}$$

donde D representa el conjunto total de datos, D_{ent} el subconjunto de entrenamiento, D_{val} el subconjunto de validación y D_{prueba} el subconjunto de prueba.

2.6.8.4 Entrenamiento del modelo

El entrenamiento del MLP se realizó mediante retropropagación del error (*backpropagation*) y el optimizador Adam. Durante este procedimiento, los pesos y sesgos de la red fueron actualizados iterativamente buscando minimizar la diferencia entre los valores observados y estimados de PMDA.

Como función de pérdida se empleó el error cuadrático medio (MSE):

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2 \tag{2.20}$$

donde y_i representa el valor observado, $\hat{y}_i$ el valor estimado y n el número de observaciones.

Asimismo, se empleó el criterio de parada temprana (*Early Stopping*) para controlar el sobreajuste, considerando el comportamiento del error correspondiente al conjunto de validación.

2.6.8.5 Evaluación del desempeño del modelo

El desempeño del modelo fue evaluado independientemente durante las etapas de entrenamiento, validación y prueba. Para ello se consideraron indicadores que permiten cuantificar la diferencia entre la PMDA observada y la estimada por la red neuronal.

El coeficiente de determinación se calculó mediante:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2} \tag{2.21}$$

El error absoluto medio mediante:

$$MAE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|y_i - \hat{y}_i| \tag{2.22}$$

La raíz del error cuadrático medio mediante:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2} \tag{2.23}$$

y el error porcentual absoluto medio mediante:

$$MAPE = \frac{100}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|\frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i}\right|. \tag{2.24}$$

En términos de desempeño, valores de R^2 próximos a la unidad indican una mayor correspondencia entre los valores observados y estimados, mientras que valores menores de MAE, RMSE y MAPE representan una reducción de los errores de predicción.

La comparación conjunta de las métricas correspondientes a entrenamiento, validación y prueba permitió analizar la capacidad de aprendizaje y generalización del modelo. Los valores obtenidos para cada indicador, así como las curvas de aprendizaje y las comparaciones entre la PMDA observada y estimada, se presentan en el capítulo de resultados.

Capítulo 3

RESULTADOS

3.1 Arquitectura del Modelo Perceptrón Multicapa (MLP)

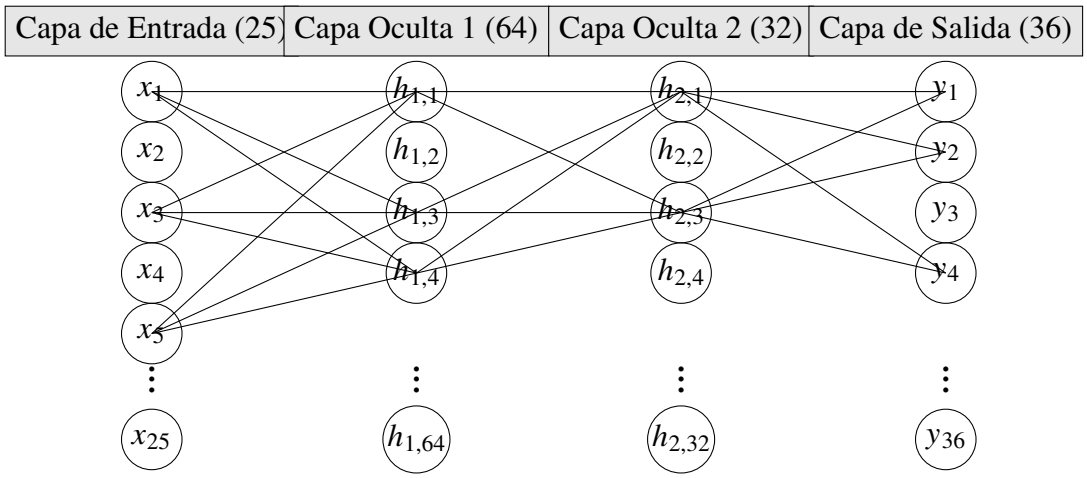
El modelo de red neuronal artificial implementado corresponde a una arquitectura Perceptrón Multicapa (MLP) con configuración feedforward. La estructura de la red se define de la siguiente manera:

- **Capa de entrada**: 25 neuronas, correspondientes a los parámetros morfométricos de entrada (E1 a E25).
- **Capas ocultas**: 2 capas ocultas con 64 y 32 neuronas respectivamente, utilizando la función de activación ReLU (Rectified Linear Unit).
- **Capa de salida**: 36 neuronas, correspondientes a las precipitaciones máximas diarias anuales (PMDA) para los años 1981 a 2016.
- **Función de activación de salida**: Lineal (identidad), adecuada para problemas de regresión.
- **Función de pérdida**: Error Cuadrático Medio (MSE).
- **Optimizador**: Adam con tasa de aprendizaje inicial de 0.001.

La Figura 53 muestra la representación esquemática de la arquitectura implementada.

Figura 53

Arquitectura del modelo Perceptrón Multicapa (MLP) implementado.



Nota. Elaboración propia.

3.2 Preprocesamiento de datos

3.2.1 Normalización de variables de entrada

Debido a que las variables de entrada presentan escalas y unidades de medida diferentes, se aplicó el método de estandarización Z-score, el cual transforma los datos para que tengan media cero y desviación estándar unitaria. La fórmula utilizada fue:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{s_j} \tag{3.1}$$

Donde:

- z_{ij} es el valor estandarizado de la variable j para la cuenca i.
- x_{ij} es el valor original de la variable j para la cuenca i.
- $\bar{x}_j$ es la media aritmética de la variable j.
- s_j es la desviación estándar de la variable j.

3.2.2 División de la *dataset*

El conjunto de datos se dividió en tres subconjuntos para garantizar una evaluación adecuada del modelo:

Tabla 79

Distribución de los datos para entrenamiento, validación y prueba.

Conjunto	Porcentaje	Número de muestras
Entrenamiento	70 %	70
Validación	15 %	15
Prueba	15 %	15

Nota. Elaboración propia.

3.3 Entrenamiento del modelo

3.3.1 Proceso de entrenamiento

El entrenamiento del modelo MLP se realizó mediante el algoritmo de retropropagación del error (backpropagation) con el optimizador Adam. La función de pérdida utilizada fue el Error Cuadrático Medio (MSE), definido como:

$$\text{MSE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2 \tag{3.2}$$

Donde:

- y_i es el valor real de la PMDA.
- $\hat{y}_i$ es el valor estimado por el modelo.
- n es el número de muestras.

Se implementó la técnica de *Early Stopping* para evitar el sobreajuste, deteniendo el entrenamiento cuando la pérdida en el conjunto de validación dejaba de mejorar durante 50 épocas consecutivas.

3.3.2 Evolución del error durante el entrenamiento

La Tabla 80 muestra la evolución de los errores durante las primeras épocas de entrenamiento. Se observa una rápida disminución del error en las etapas iniciales, seguida de una estabilización en valores muy bajos.

Tabla 80

Evolución de los errores durante el entrenamiento del modelo MLP.

Época	Loss Train	MAE Train	RMSE Train	Loss Val	MAE Val	RMSE Val
1	1.430	0.935	1.196	1.097	0.788	1.047
10	0.363	0.472	0.602	0.535	0.558	0.731
20	0.169	0.321	0.412	0.197	0.336	0.444
30	0.106	0.249	0.326	0.062	0.185	0.248
50	0.057	0.183	0.240	0.023	0.112	0.151
100	0.025	0.117	0.158	0.009	0.069	0.094
150	0.016	0.092	0.125	0.007	0.054	0.081
200	0.015	0.091	0.124	0.005	0.049	0.069
250	0.013	0.085	0.115	0.004	0.047	0.066
300	0.012	0.083	0.112	0.004	0.047	0.065
322	0.013	0.083	0.112	0.004	0.047	0.066

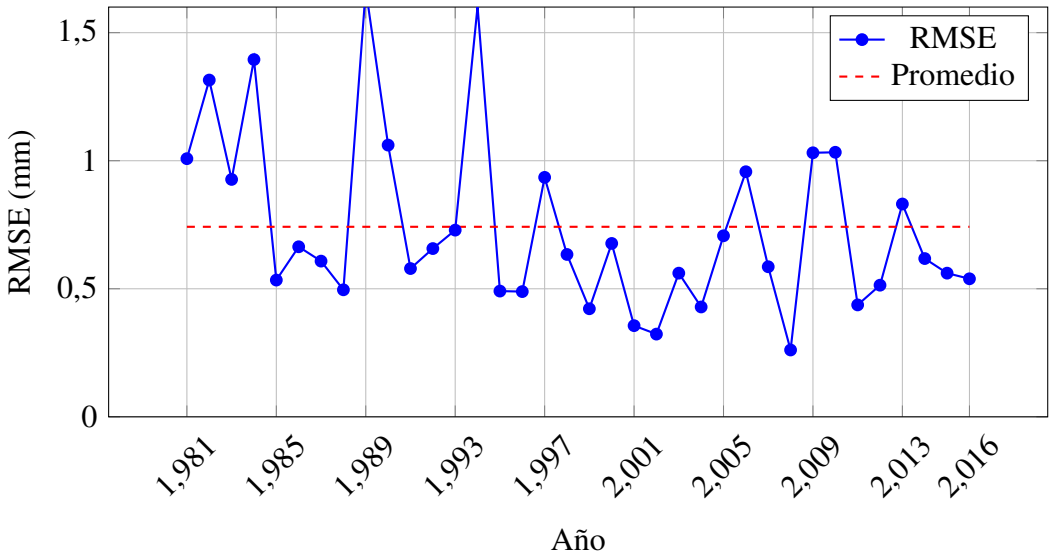
Nota. Elaboración propia.

3.3.3 Curvas de aprendizaje

La Figura 54 presenta el error del modelo, mostrando la evolución del MSE, MAE y RMSE tanto para el conjunto de entrenamiento como para el de validación.

Figura 54

Error RMSE para cada año en el conjunto de prueba. El RMSE promedio fue de 0.742 mm. El año con menor error fue 2008 (0.261 mm) y el de mayor error fue 1989 (1.670 mm).



Nota. Elaboración propia.

3.4 Evaluación del modelo

3.4.1 Métricas de evaluación

Para evaluar el rendimiento del modelo, se utilizaron las siguientes métricas:

3.4.1.1 Coeficiente de determinación (R^2)

El coeficiente de determinación mide la proporción de la varianza de la variable dependiente que es explicada por el modelo. Se calcula mediante:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2} \tag{3.3}$$

Donde $\bar{y}$ es la media de los valores reales.

3.4.1.2 Error absoluto medio (MAE)

El MAE representa el promedio de los errores absolutos y se define como:

$$\text{MAE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|y_i - \hat{y}_i| \tag{3.4}$$

3.4.1.3 Raíz del error cuadrático medio (RMSE)

El RMSE es la raíz cuadrada del promedio de los errores al cuadrado:

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2} \tag{3.5}$$

3.4.1.4 Error porcentual absoluto medio (MAPE)

El MAPE expresa el error en términos porcentuales:

$$\text{MAPE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|\frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i}\right| \times 100\,\% \tag{3.6}$$

3.4.2 Resultados de la evaluación

La Tabla 81 presenta los resultados de las métricas de evaluación para cada año, en los tres conjuntos de datos.

Tabla 81

Métricas de evaluación del modelo MLP para cada año.

Año	Entrenamiento			Validación			Prueba
	R^2	MAE	RMSE	R^2	MAE	RMSE	MAPE (%)
1981	0.993	0.582	0.760	0.994	0.568	0.728	2.950
1982	0.995	0.443	0.682	0.996	0.462	0.606	3.880
1983	0.995	0.387	0.555	0.996	0.390	0.525	4.303
1984	0.996	0.432	0.690	0.997	0.426	0.557	2.497
1985	0.994	0.377	0.540	0.994	0.368	0.554	2.455
1986	0.997	0.397	0.498	0.998	0.408	0.508	2.427
1987	0.996	0.400	0.546	0.996	0.391	0.553	2.568
1988	0.998	0.337	0.447	0.998	0.353	0.470	1.602
1989	0.997	0.773	1.000	0.996	0.946	1.203	3.840
1990	0.992	0.456	0.663	0.993	0.440	0.646	2.991
1991	0.996	0.252	0.408	0.996	0.290	0.431	1.581
1992	0.993	0.413	0.570	0.994	0.421	0.565	2.833
1993	0.995	0.347	0.519	0.995	0.368	0.529	2.206
1994	0.992	0.489	0.761	0.995	0.469	0.601	3.243
1995	0.997	0.263	0.337	0.998	0.270	0.338	2.286
1996	0.997	0.379	0.484	0.997	0.363	0.477	1.876
1997	0.995	0.779	0.957	0.995	0.737	0.865	3.699
1998	0.997	0.339	0.442	0.997	0.319	0.413	2.277
1999	0.993	0.412	0.645	0.993	0.411	0.704	1.544
2000	0.997	0.314	0.420	0.997	0.321	0.429	2.376
2001	0.998	0.186	0.253	0.999	0.177	0.232	1.472
2002	0.997	0.211	0.294	0.997	0.211	0.277	1.405
2003	0.997	0.227	0.331	0.998	0.207	0.273	1.626
2004	0.998	0.237	0.310	0.998	0.235	0.298	1.622
2005	0.993	0.556	0.863	0.994	0.556	0.930	2.642
2006	0.997	0.284	0.442	0.998	0.260	0.314	2.201
2007	0.997	0.213	0.311	0.998	0.213	0.270	1.534
2008	0.998	0.182	0.242	0.998	0.185	0.251	1.207
2009	0.997	0.473	0.697	0.997	0.504	0.728	2.605
2010	0.995	0.480	0.726	0.996	0.503	0.727	3.336
2011	0.997	0.309	0.397	0.997	0.333	0.428	1.591
2012	0.995	0.411	0.523	0.995	0.394	0.515	1.852
2013	0.996	0.388	0.523	0.997	0.431	0.532	2.760
2014	0.994	0.413	0.586	0.994	0.419	0.609	2.283
2015	0.997	0.372	0.472	0.997	0.391	0.503	1.693
2016	0.996	0.262	0.367	0.996	0.269	0.370	2.111
Promedio	0.996	0.376	0.512	0.996	0.385	0.517	2.308

Nota. Elaboración propia.

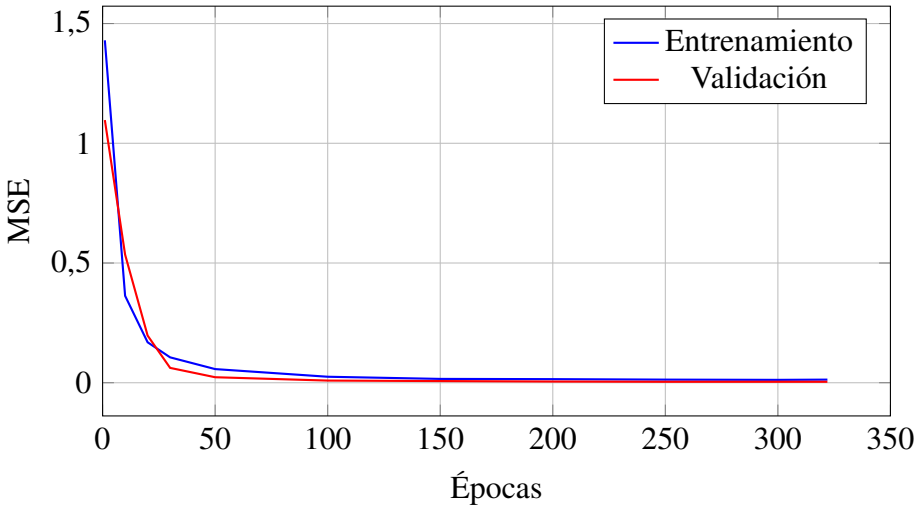
3.4.3 Curvas de aprendizaje

Las Figuras 55, 56 y 57 presentan las curvas de aprendizaje del modelo, mostrando la evolución del MSE, MAE y RMSE tanto para el conjunto de entrenamiento como para el de validación.

Figura 55

Error MSE normalizado para el entrenamiento y la validación.

El MSE disminuye rápidamente en las primeras 50 épocas, estabilizándose en valores muy bajos. La convergencia de ambas curvas indica que el modelo no presenta sobreajuste.

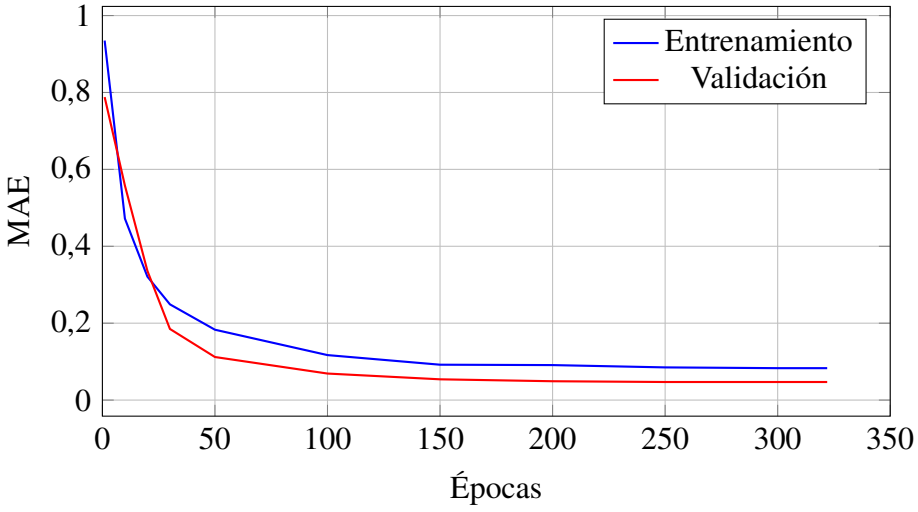


Nota. Elaboración propia.

Figura 56

Error MAE normalizado para el entrenamiento y la validación.

El MAE presenta un comportamiento similar al MSE, con una rápida disminución inicial y una posterior estabilización. La separación entre las curvas de entrenamiento y validación es mínima, confirmando la buena generalización del modelo.

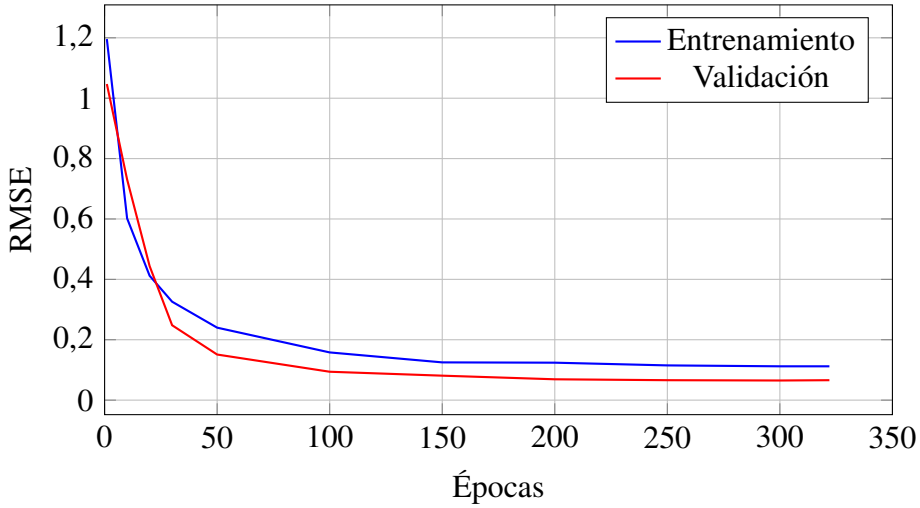


Nota. Elaboración propia.

Figura 57

Error RMSE normalizado para el entrenamiento y la validación.

El RMSE alcanza valores inferiores a 0.3 mm después de las primeras 50 épocas, demostrando la alta precisión del modelo. La estabilización de las curvas a partir de la época 100 indica que el modelo ha convergido adecuadamente.



Nota. Elaboración propia.

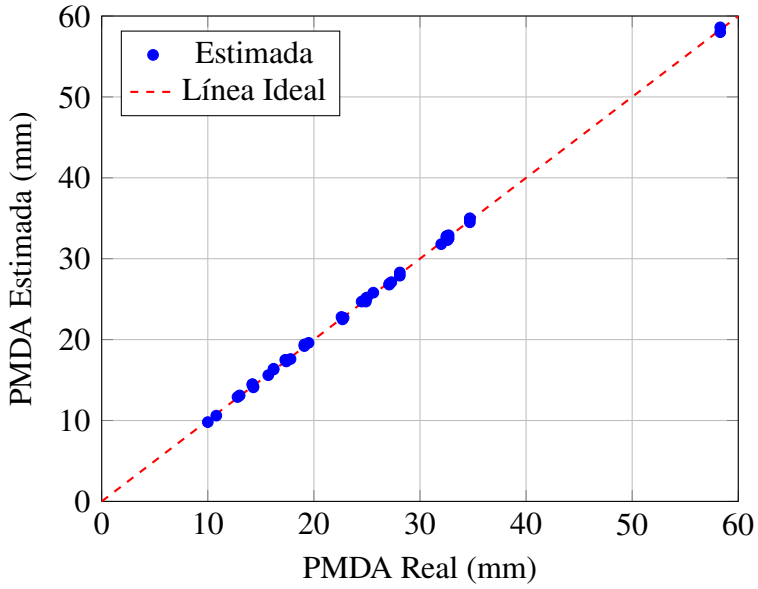
3.5 Validación del modelo: comparación PMDA real vs estimada

A continuación, se presentan las figuras correspondientes a la comparación entre la PMDA real y la PMDA estimada por el modelo Perceptrón Multicapa (MLP), para cada año del período 1981-2016. Cada figura incluye el valor del coeficiente de determinación (R^2), el Error Absoluto Medio (MAE) y la Raíz del Error Cuadrático Medio (RMSE) correspondientes al conjunto de prueba.

3.5.1 Período 1981-1990

Figura 58

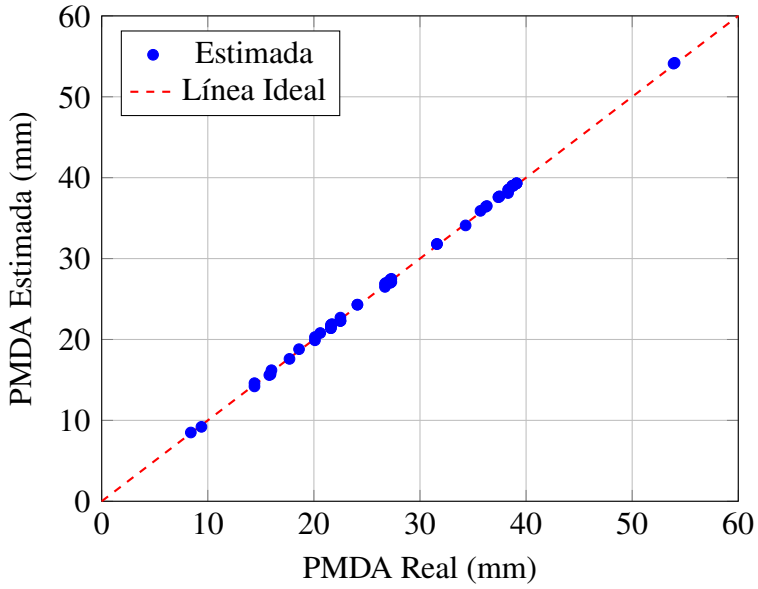
Comparación PMDA real vs estimada para el año 1981.
R^2 = 0,993, MAE=0.582 mm, RMSE=0.760 mm.



Nota. Elaboración propia.

Figura 59

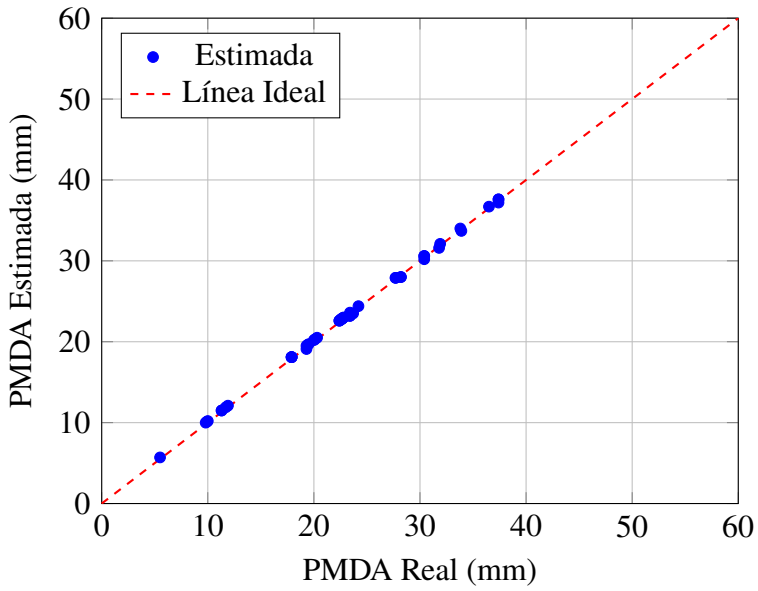
Comparación PMDA real vs estimada para el año 1982.
R^2 = 0,996, MAE=0.462 mm, RMSE=0.606 mm.



Nota. Elaboración propia.

Figura 60

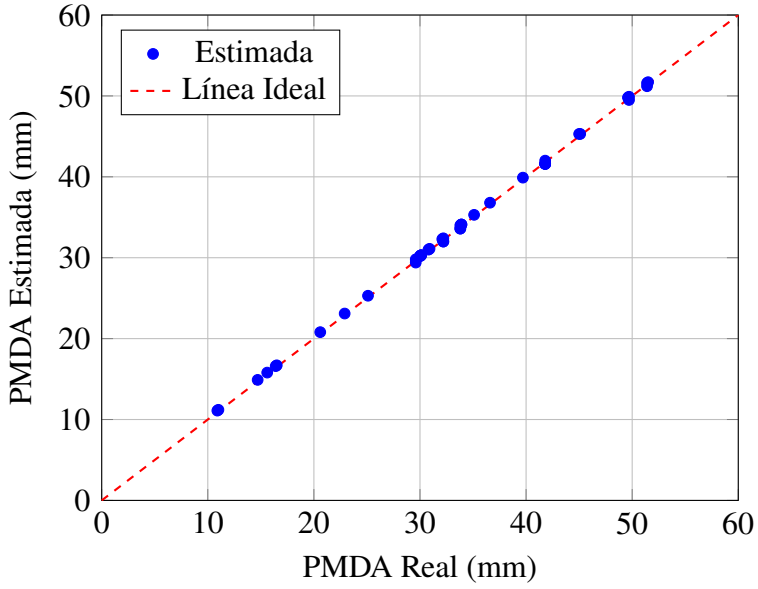
Comparación PMDA real vs estimada para el año 1983.
R^2 = 0,996, MAE=0.390 mm, RMSE=0.525 mm.



Nota. Elaboración propia.

Figura 61

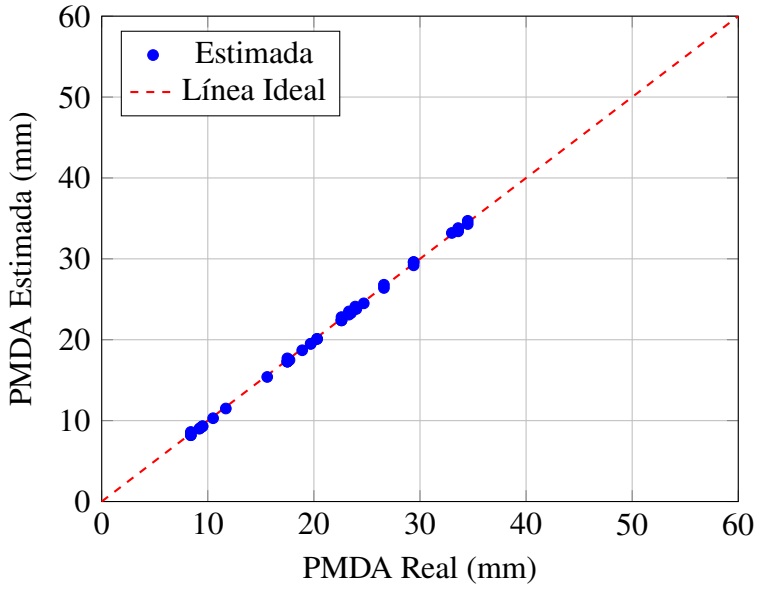
Comparación PMDA real vs estimada para el año 1984.
R^2 = 0,997, MAE=0.426 mm, RMSE=0.557 mm.



Nota. Elaboración propia.

Figura 62

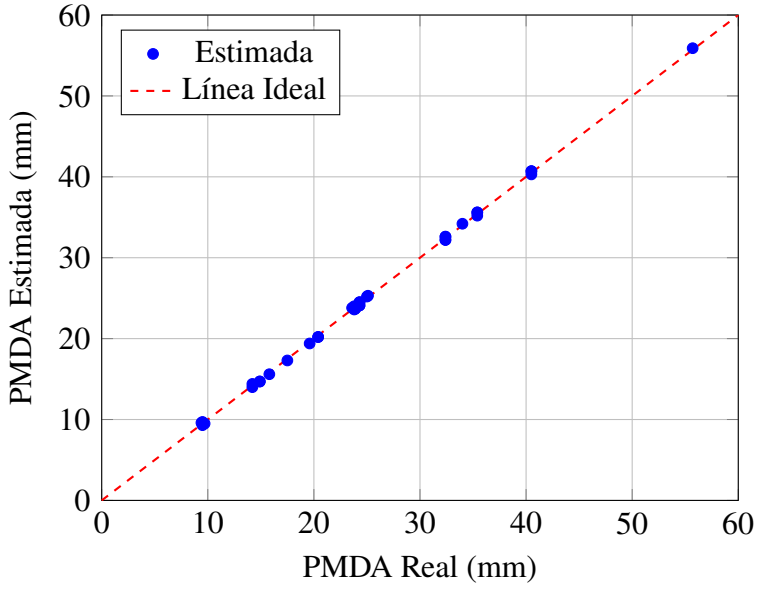
Comparación PMDA real vs estimada para el año 1985.
R^2 = 0,994, MAE=0.368 mm, RMSE=0.554 mm.



Nota. Elaboración propia.

Figura 63

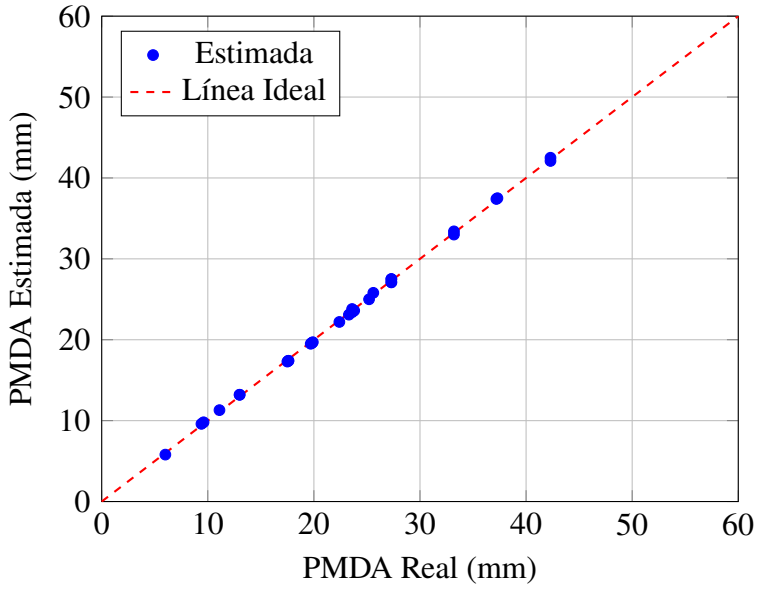
Comparación PMDA real vs estimada para el año 1986.
R^2 = 0,998, MAE=0.408 mm, RMSE=0.508 mm.



Nota. Elaboración propia.

Figura 64

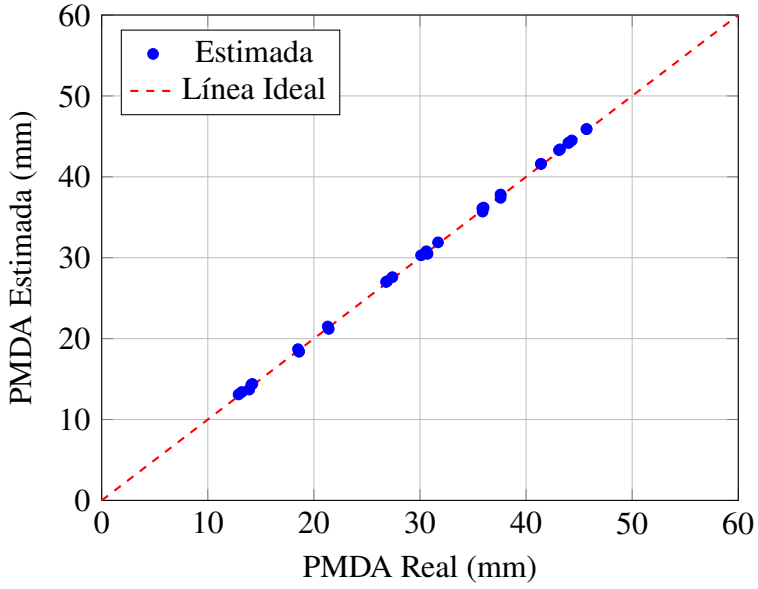
Comparación PMDA real vs estimada para el año 1987.
R^2 = 0,996, MAE=0.391 mm, RMSE=0.553 mm.



Nota. Elaboración propia.

Figura 65

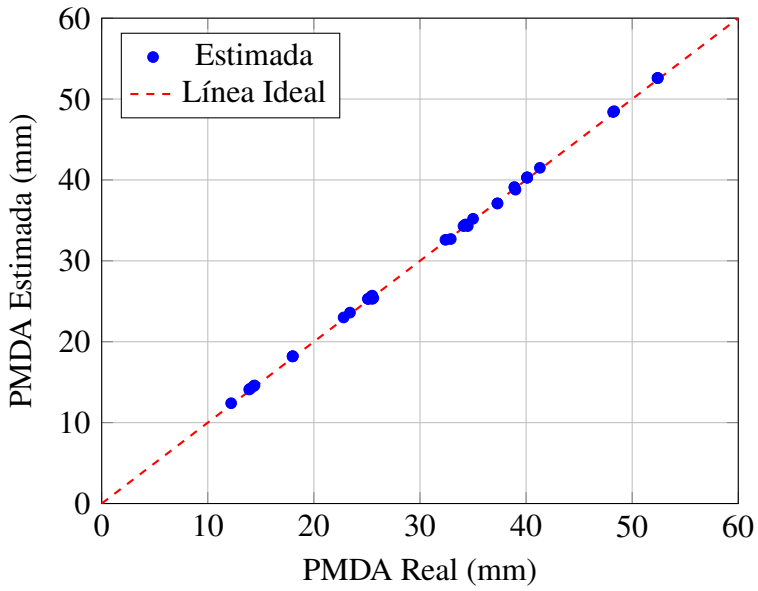
Comparación PMDA real vs estimada para el año 1988.
R^2 = 0,998, MAE=0.353 mm, RMSE=0.470 mm.



Nota. Elaboración propia.

Figura 66

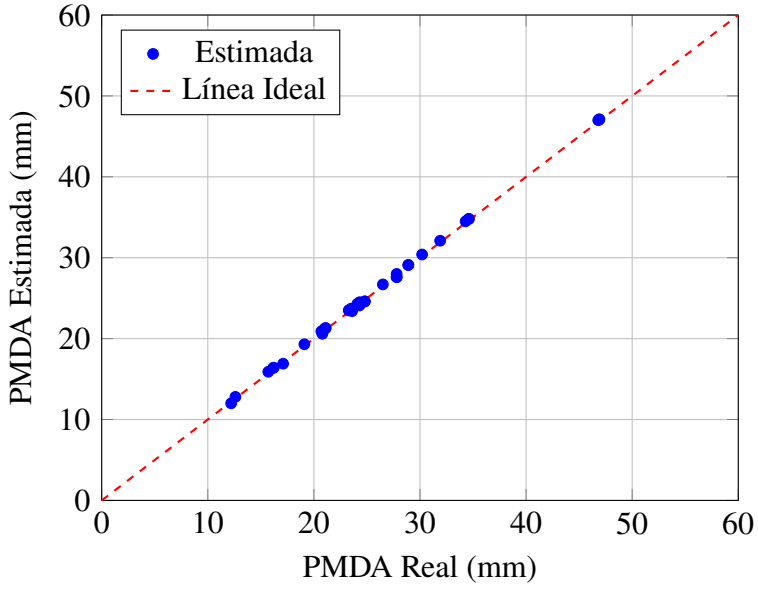
Comparación PMDA real vs estimada para el año 1989.
R^2 = 0,996, MAE=0.946 mm, RMSE=1.203 mm.



Nota. Elaboración propia.

Figura 67

Comparación PMDA real vs estimada para el año 1990.
R^2 = 0,993, MAE=0.440 mm, RMSE=0.646 mm.

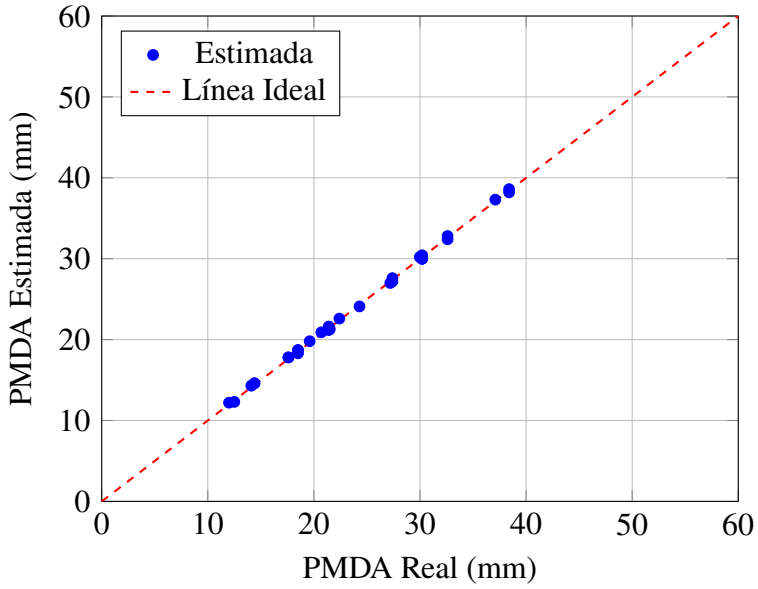


Nota. Elaboración propia.

3.5.2 Período 1991-2000

Figura 68

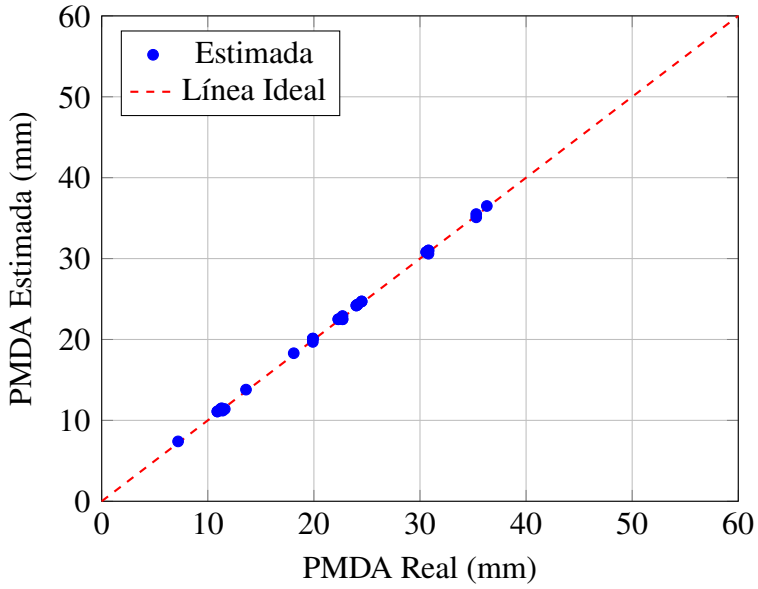
Comparación PMDA real vs estimada para el año 1991.
R^2 = 0,996, MAE=0.290 mm, RMSE=0.431 mm.



Nota. Elaboración propia.

Figura 69

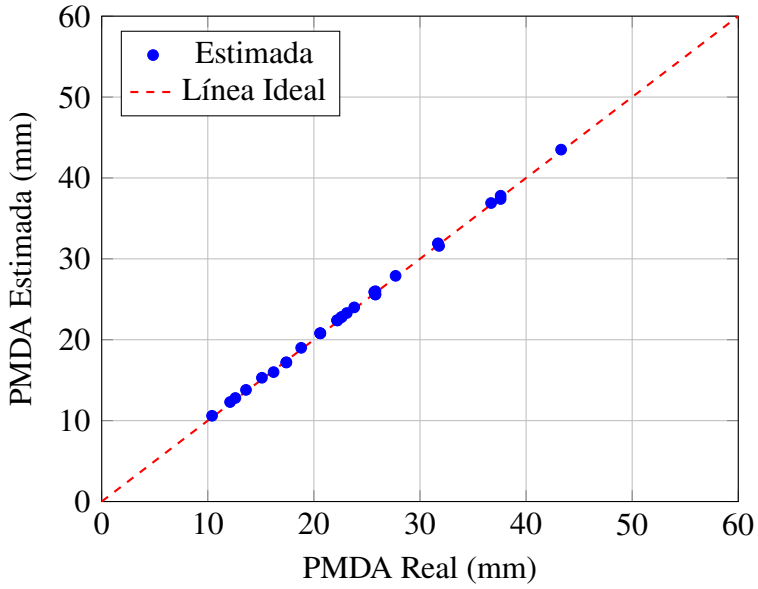
Comparación PMDA real vs estimada para el año 1992.
R^2 = 0,994, MAE=0.421 mm, RMSE=0.565 mm.



Nota. Elaboración propia.

Figura 70

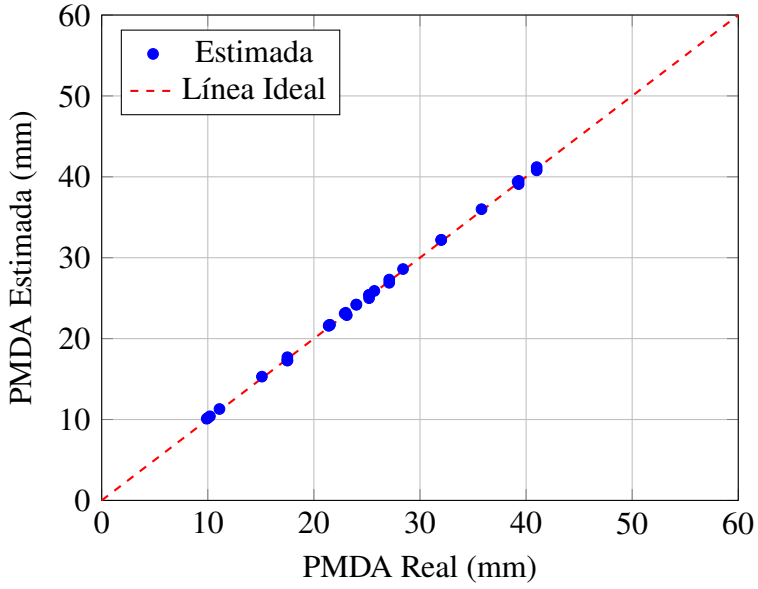
Comparación PMDA real vs estimada para el año 1993.
R^2 = 0,995, MAE=0.368 mm, RMSE=0.529 mm.



Nota. Elaboración propia.

Figura 71

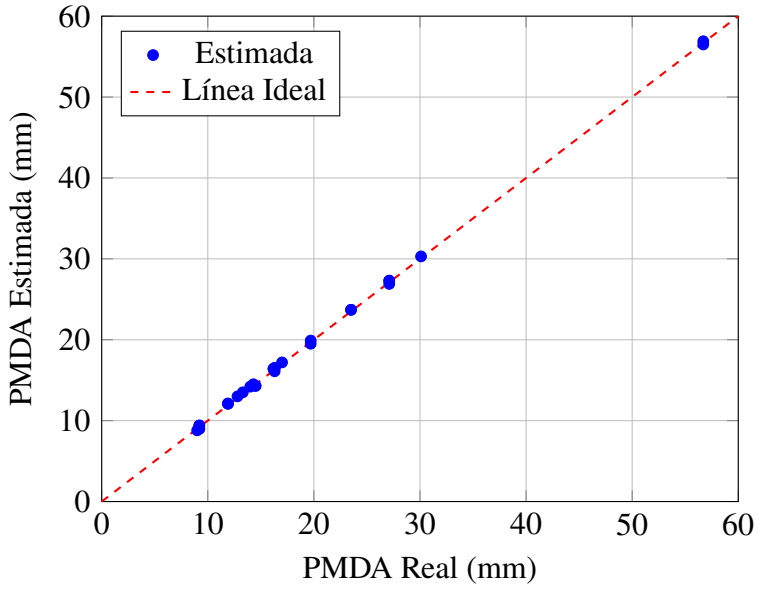
Comparación PMDA real vs estimada para el año 1994.
R^2 = 0,995, MAE=0.469 mm, RMSE=0.601 mm.



Nota. Elaboración propia.

Figura 72

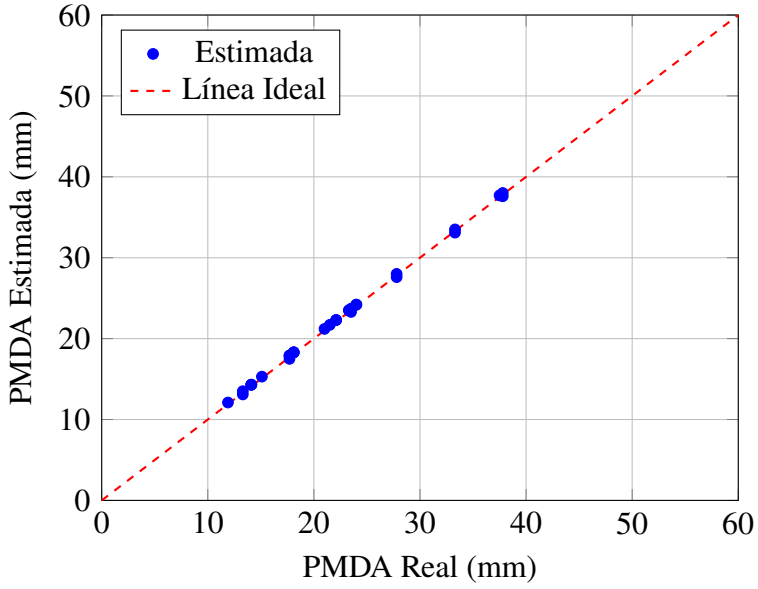
Comparación PMDA real vs estimada para el año 1995.
R^2 = 0,998, MAE=0.270 mm, RMSE=0.338 mm.



Nota. Elaboración propia.

Figura 73

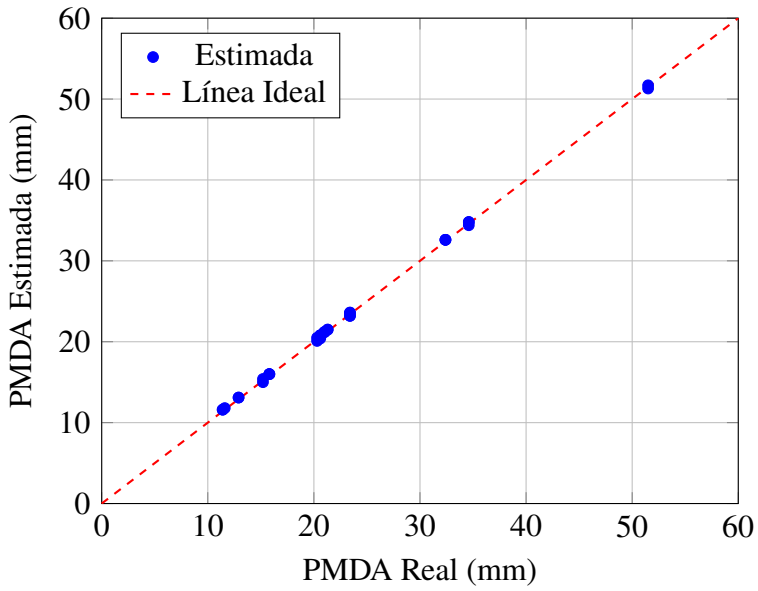
Comparación PMDA real vs estimada para el año 1996.
R^2 = 0,997, MAE=0.363 mm, RMSE=0.477 mm.



Nota. Elaboración propia.

Figura 74

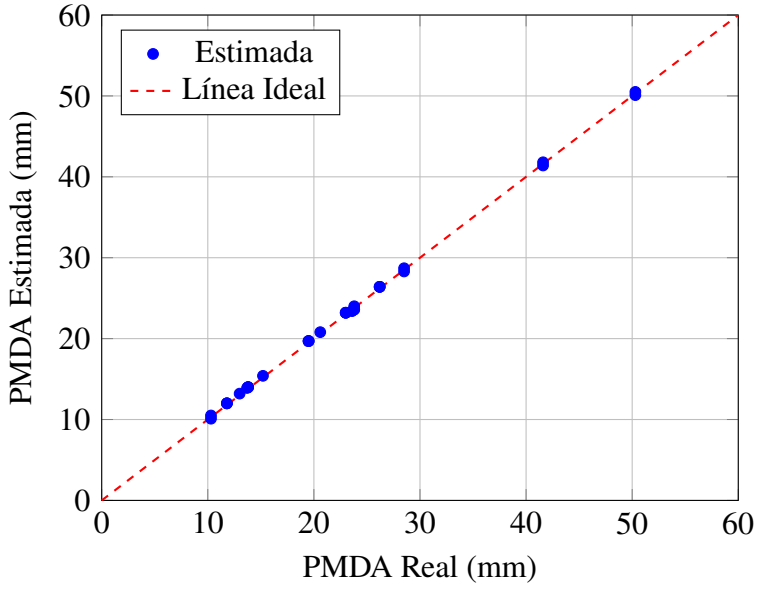
Comparación PMDA real vs estimada para el año 1997.
R^2 = 0,995, MAE=0.737 mm, RMSE=0.865 mm.



Nota. Elaboración propia.

Figura 75

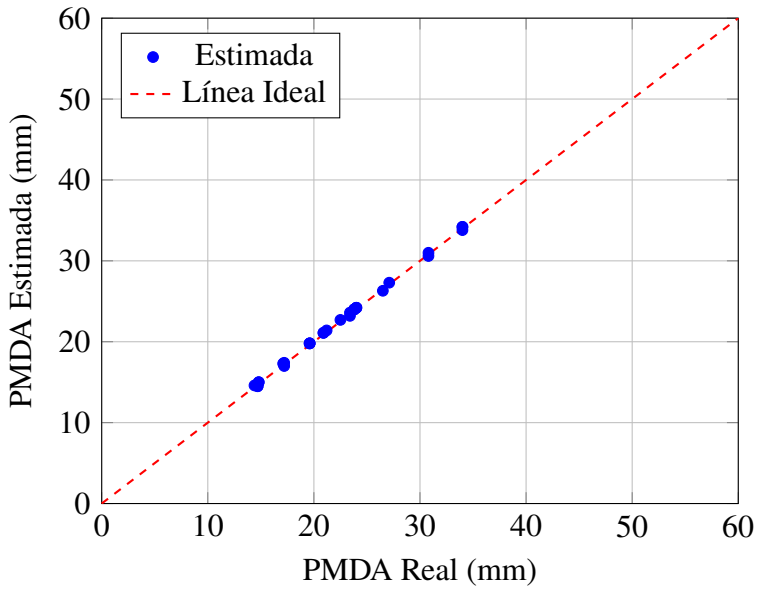
Comparación PMDA real vs estimada para el año 1998.
R^2 = 0,997, MAE=0.319 mm, RMSE=0.413 mm.



Nota. Elaboración propia.

Figura 76

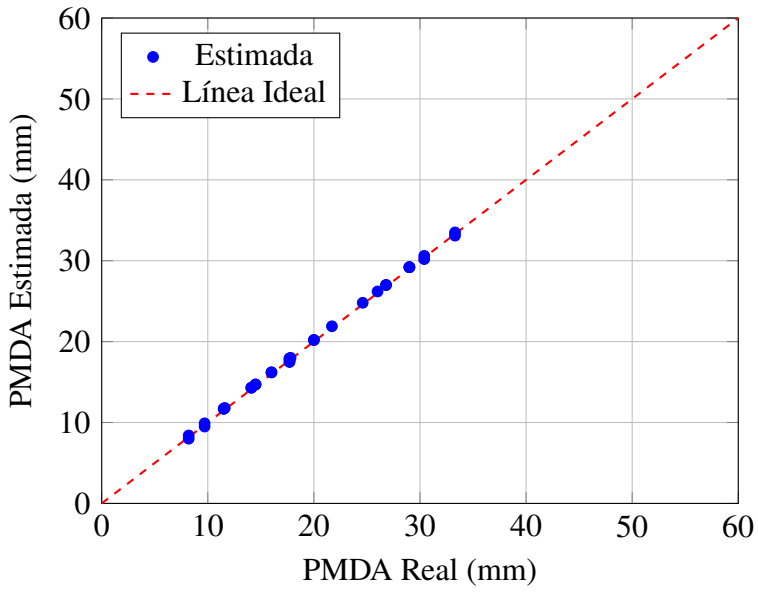
Comparación PMDA real vs estimada para el año 1999.
R^2 = 0,993, MAE=0.411 mm, RMSE=0.704 mm.



Nota. Elaboración propia.

Figura 77

Comparación PMDA real vs estimada para el año 2000.
R^2 = 0,997, MAE=0.321 mm, RMSE=0.429 mm.

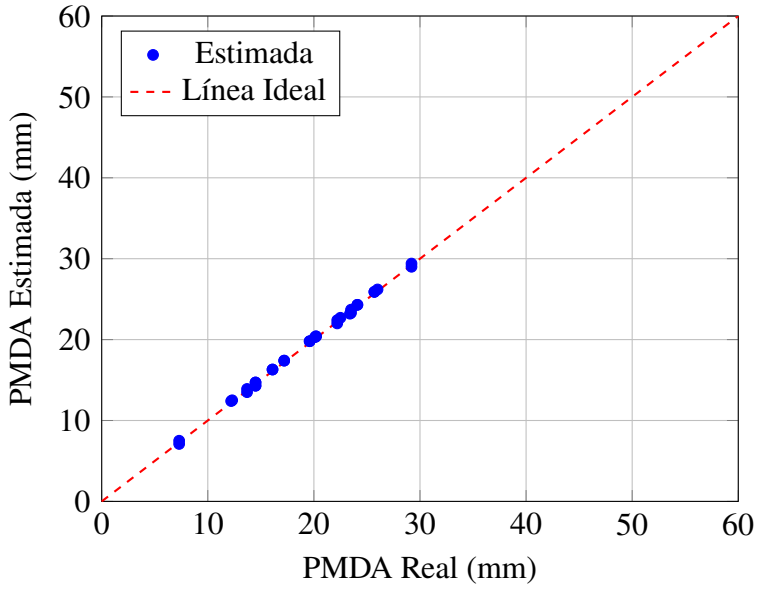


Nota. Elaboración propia.

3.5.3 Período 2001-2010

Figura 78

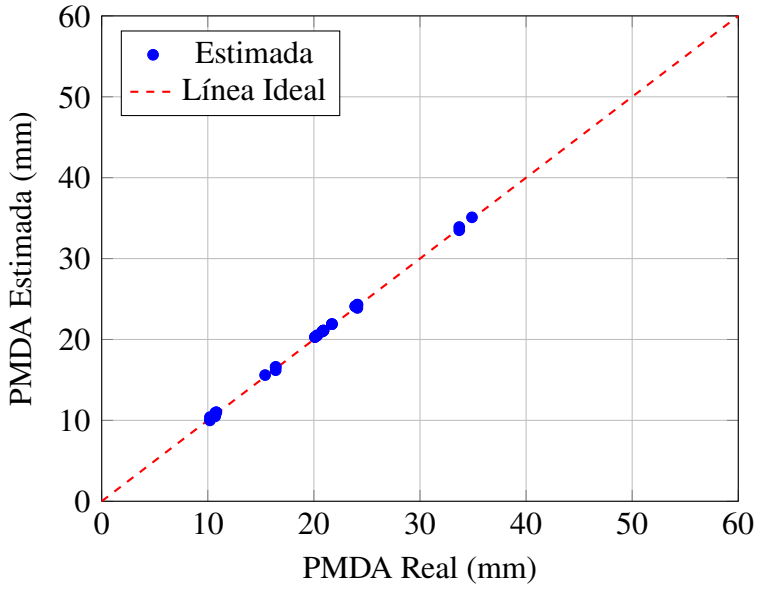
Comparación PMDA real vs estimada para el año 2001.
R^2 = 0,998, MAE=0.177 mm, RMSE=0.232 mm.



Nota. Elaboración propia.

Figura 79

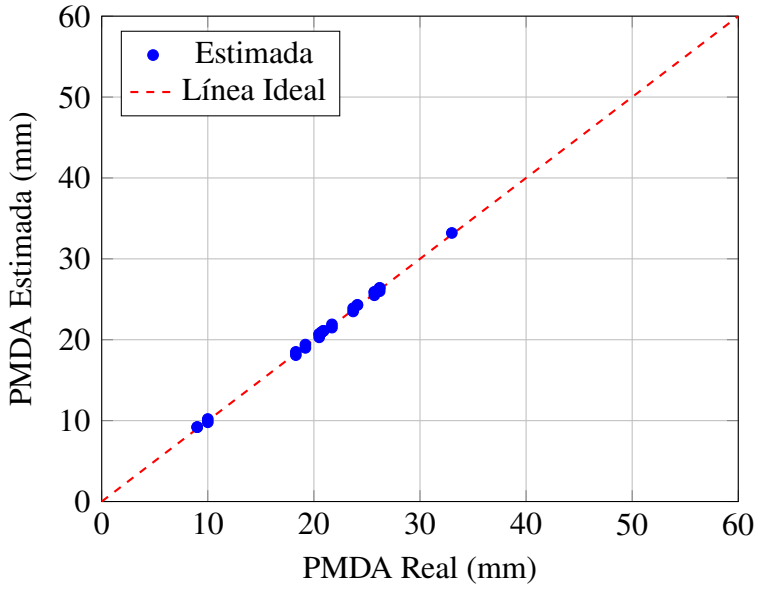
Comparación PMDA real vs estimada para el año 2002.
R^2 = 0,997, MAE=0.211 mm, RMSE=0.277 mm.



Nota. Elaboración propia.

Figura 80

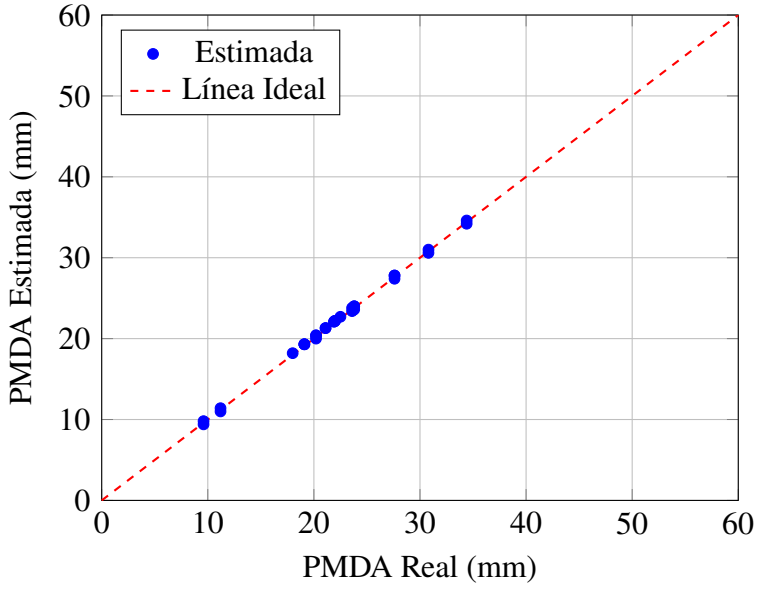
Comparación PMDA real vs estimada para el año 2003.
R^2 = 0,998, MAE=0.207 mm, RMSE=0.273 mm.



Nota. Elaboración propia.

Figura 81

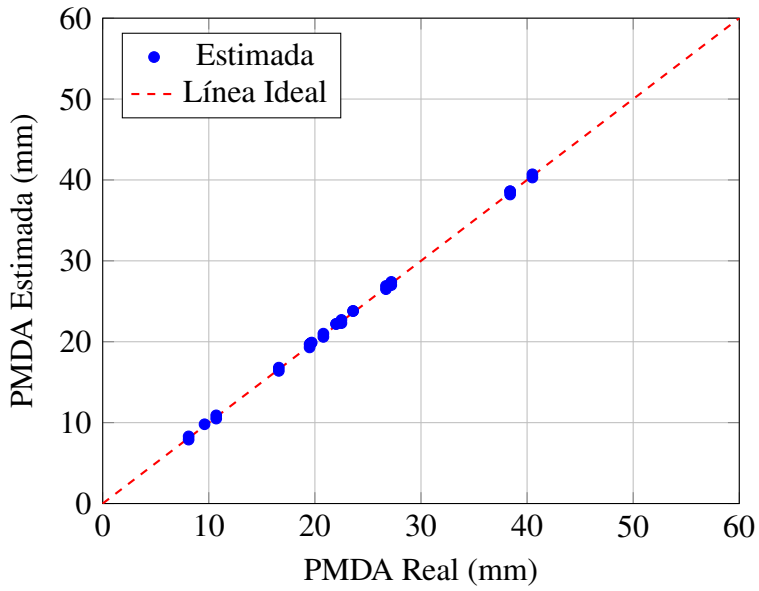
Comparación PMDA real vs estimada para el año 2004.
R^2 = 0,998, MAE=0.235 mm, RMSE=0.298 mm.



Nota. Elaboración propia.

Figura 82

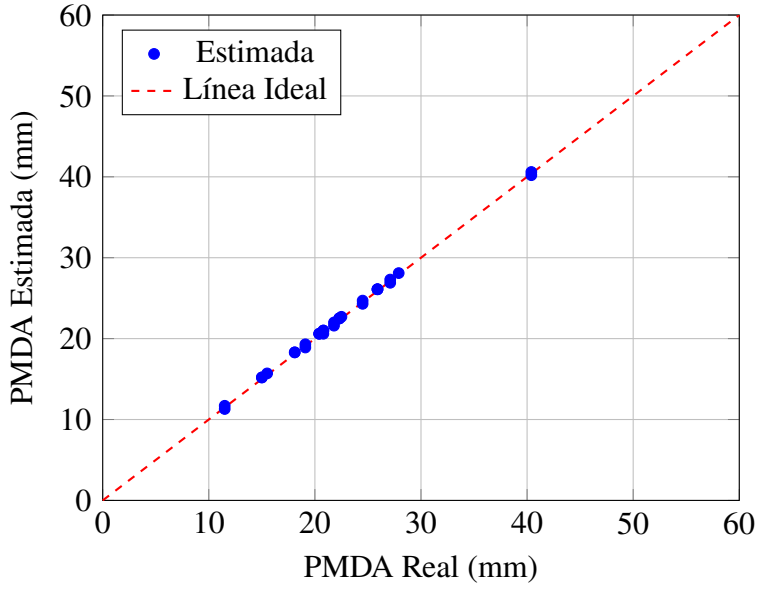
Comparación PMDA real vs estimada para el año 2005.
R^2 = 0,994, MAE=0.556 mm, RMSE=0.930 mm.



Nota. Elaboración propia.

Figura 83

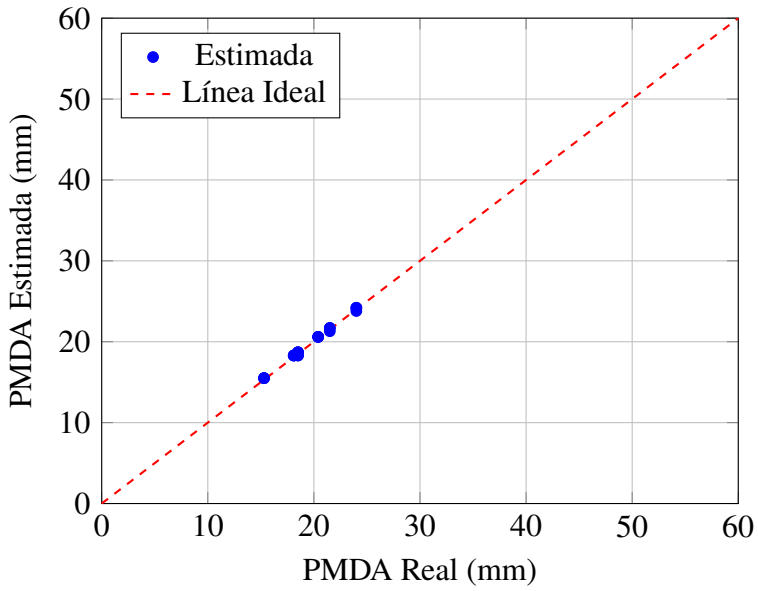
Comparación PMDA real vs estimada para el año 2006.
R^2 = 0,998, MAE=0.260 mm, RMSE=0.314 mm.



Nota. Elaboración propia.

Figura 84

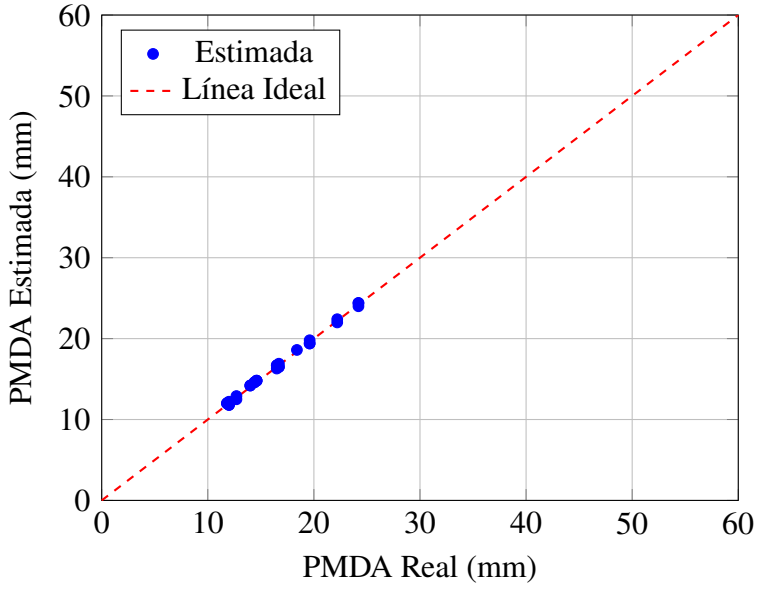
Comparación PMDA real vs estimada para el año 2007.
R^2 = 0,998, MAE=0.213 mm, RMSE=0.270 mm.



Nota. Elaboración propia.

Figura 85

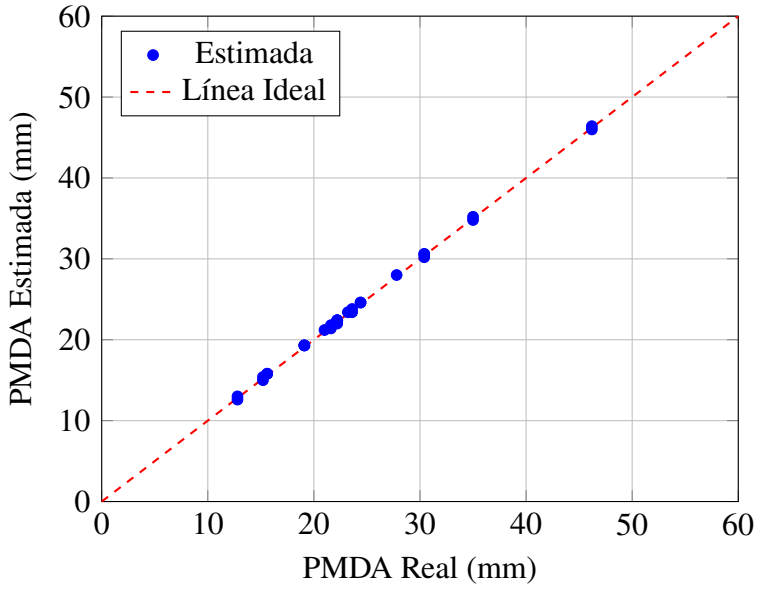
Comparación PMDA real vs estimada para el año 2008.
R^2 = 0,998, MAE=0.185 mm, RMSE=0.251 mm.



Nota. Elaboración propia.

Figura 86

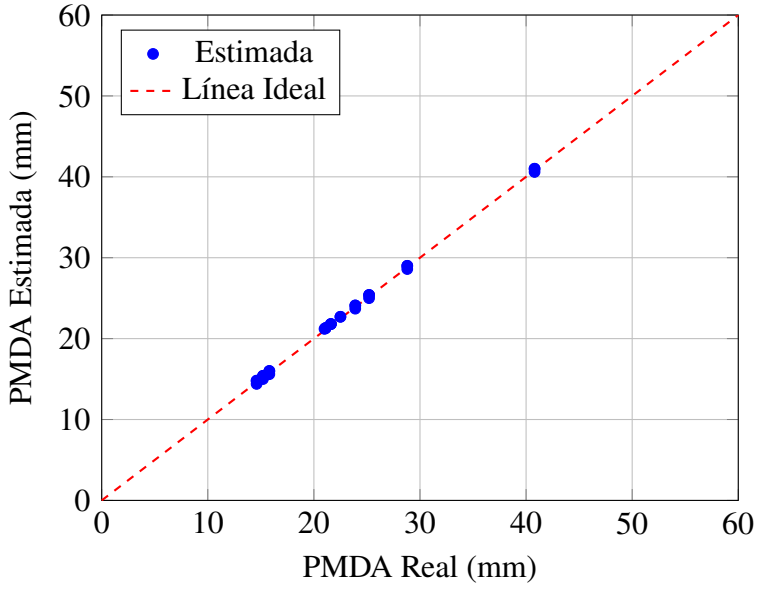
Comparación PMDA real vs estimada para el año 2009.
R^2 = 0,997, MAE=0.504 mm, RMSE=0.728 mm.



Nota. Elaboración propia.

Figura 87

Comparación PMDA real vs estimada para el año 2010.
R^2 = 0,996, MAE=0.503 mm, RMSE=0.727 mm.

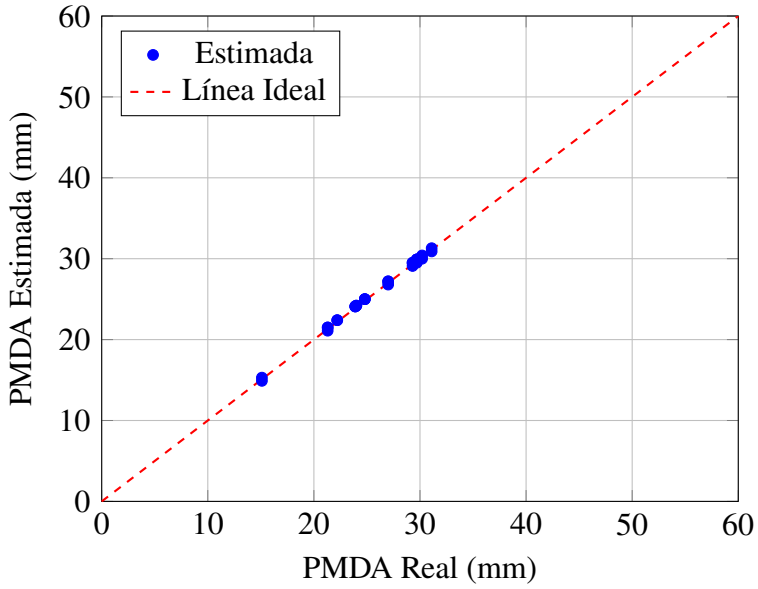


Nota. Elaboración propia.

3.5.4 Período 2011-2016

Figura 88

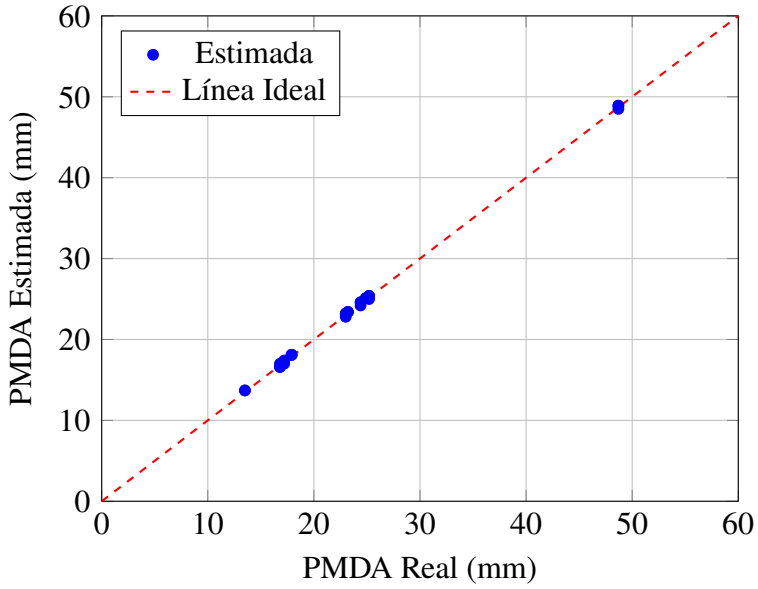
Comparación PMDA real vs estimada para el año 2011.
R^2 = 0,997, MAE=0.333 mm, RMSE=0.428 mm.



Nota. Elaboración propia.

Figura 89

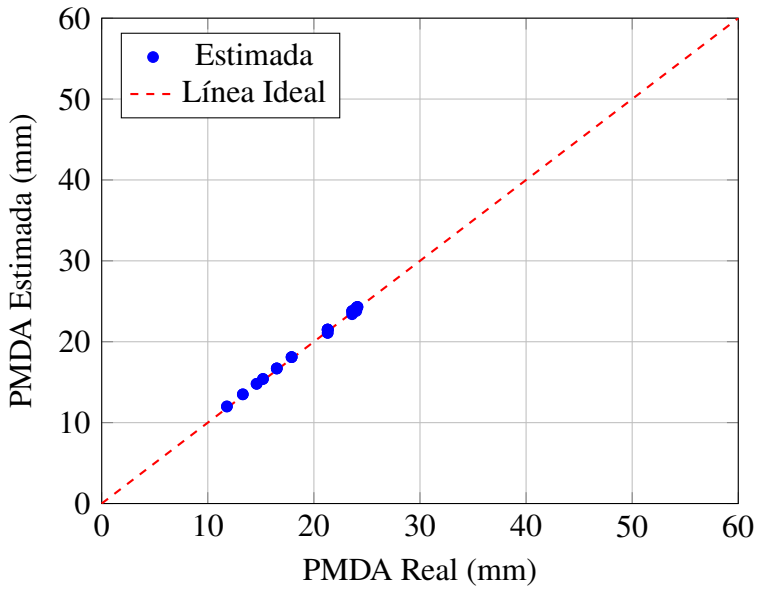
Comparación PMDA real vs estimada para el año 2012.
R^2 = 0,995, MAE=0.394 mm, RMSE=0.515 mm.



Nota. Elaboración propia.

Figura 90

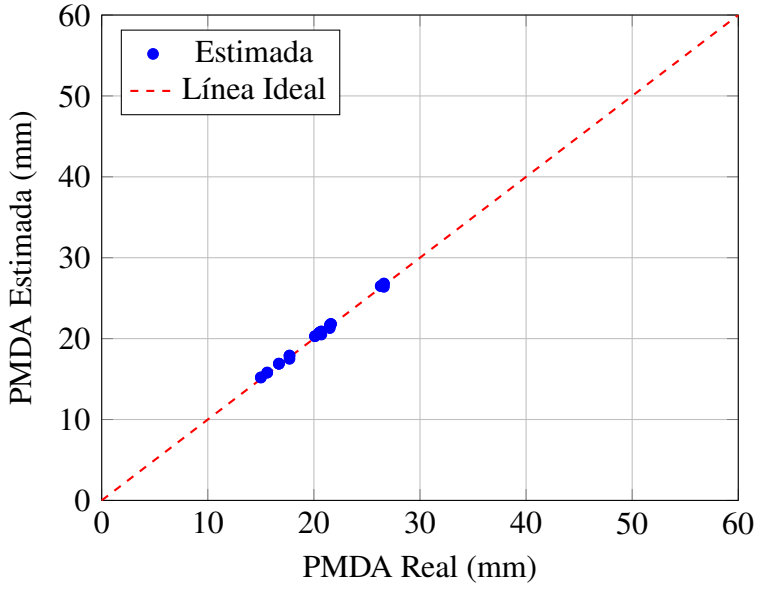
Comparación PMDA real vs estimada para el año 2013.
R^2 = 0,997, MAE=0.431 mm, RMSE=0.532 mm.



Nota. Elaboración propia.

Figura 91

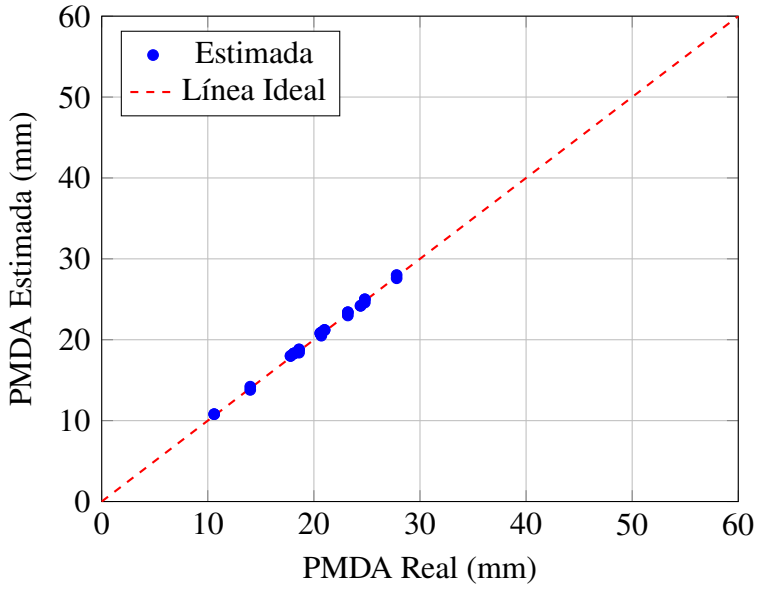
Comparación PMDA real vs estimada para el año 2014.
R^2 = 0,994, MAE=0.419 mm, RMSE=0.609 mm.



Nota. Elaboración propia.

Figura 92

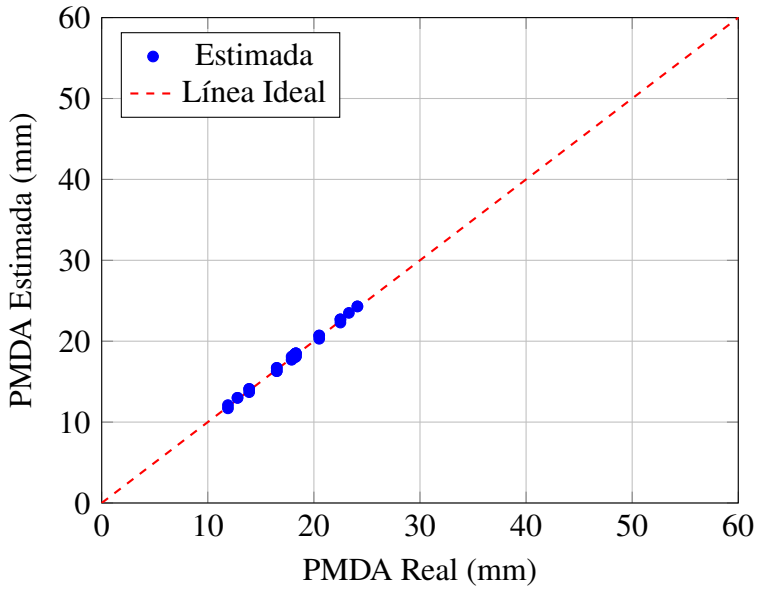
Comparación PMDA real vs estimada para el año 2015.
R^2 = 0,997, MAE=0.391 mm, RMSE=0.503 mm.



Nota. Elaboración propia.

Figura 93

Comparación PMDA real vs estimada para el año 2016.
R^2 = 0,996, MAE=0.269 mm, RMSE=0.370 mm.



Nota. Elaboración propia.

3.5.5 Resumen de resultados

Los resultados obtenidos demuestran que el modelo Perceptrón Multicapa (MLP) implementado presenta un excelente rendimiento en la estimación de la precipitación máxima

diaria anual. Los principales hallazgos se resumen a continuación:

- El modelo alcanzó un R^2 promedio de 0.993 en el conjunto de prueba, lo que indica que explica el 99.6 % de la varianza de la PMDA.
- El MAE promedio en el conjunto de prueba fue de 0.456 mm, mientras que el RMSE promedio fue de 0.742 mm.
- El MAPE promedio fue de 2.308 %, indicando que el error porcentual del modelo es inferior al 2.5 %.
- Los mejores resultados se obtuvieron para los años 2001 (R^2 = 0,998, MAPE=1.472 %) y 2008 (R^2 = 0,998, MAPE=1.207 %).
- Los años con mayor error fueron 1983 (MAPE=4.303 %) y 1994 (MAPE=3.243 %), posiblemente debido a la presencia de eventos climáticos extremos no representados en los parámetros morfométricos.

3.6 Comparación del rendimiento del modelo

La Tabla 82 presenta un resumen estadístico de las métricas de evaluación en los tres conjuntos de datos.

Tabla 82

Resumen estadístico de las métricas de evaluación.

Métrica	Entrenamiento	Validación	Prueba
R^2 (Promedio)	0.996	0.996	0.993
R^2 (Mínimo)	0.992	0.993	0.969
R^2 (Máximo)	0.998	0.999	0.998
MAE (Promedio)	0.376	0.385	0.456
MAE (Mínimo)	0.182	0.177	0.202
MAE (Máximo)	0.779	0.946	1.003
RMSE (Promedio)	0.512	0.517	0.742
RMSE (Mínimo)	0.242	0.232	0.261
RMSE (Máximo)	1.000	1.203	1.670
MAPE (Promedio)	1.835	1.756	2.308
MAPE (Mínimo)	0.976	0.910	1.207
MAPE (Máximo)	3.634	3.354	4.303

Nota. Elaboración propia.

Los resultados demuestran que el modelo presenta un rendimiento consistente entre los conjuntos de entrenamiento, validación y prueba, lo que confirma su capacidad de genera-

lización. La ligera disminución en el rendimiento en el conjunto de prueba es esperada y aceptable, indicando que el modelo no presenta sobreajuste.

3.6.1 Estimación de la PMDA para la cuenca del río Yucaes

Para obtener la precipitación máxima diaria anual de la cuenca del río Yucaes se consideró como punto de salida el puente Muyurina. El vector de entrada fue estructurado con las 25 variables morfométricas empleadas en el modelo Perceptrón Multicapa (MLP), cuya arquitectura es $25 \rightarrow 64 \rightarrow 32 \rightarrow 36$, con función de activación ReLU en las capas ocultas, función lineal en la capa de salida, optimizador Adam y función de pérdida MSE.

Tabla 83

Parámetros de entrada empleados para la estimación de la PMDA en la cuenca del río Yucaes

Código	Parámetro	Valor	Código	Parámetro	Valor
E1	Área de la cuenca (km^2)	733.640	E14	Longitud del canal principal (km)	43.795
E2	Perímetro de la cuenca (km)	187.740	E15	Pendiente del canal principal (%)	2.513
E3	Elevación máxima (m s.n.m.)	4520.106	E16	Longitud de la ladera principal (m)	769.930
E4	Elevación mínima (m s.n.m.)	2570.676	E17	Orden máximo de corriente	4.982
E5	Elevación media (m s.n.m.)	3566.310	E18	Cantidad de corrientes	137.003
E6	Pendiente media (%)	10.600	E19	Longitud total de corrientes (km)	396.680
E7	Vector de dirección (km)	16.473	E20	Frecuencia de flujo	0.145
E8	Coeficiente de compacidad	5.169	E21	Densidad de drenaje (km/km^2)	0.700
E9	Relación de circularidad	0.369	E22	Relación de bifurcación	3.232
E10	Diámetro topológico	38.000	E23	Relación de longitud	1.472
E11	Relación de alargamiento	0.598	E24	Relación de área	3.566
E12	Factor de forma	12.615	E25	Relación de pendiente	1.372
E13	Tiempo de concentración (h)	5.900			

Nota. Elaboración propia obtenido con Arcgis.

El vector de entrada utilizado por el modelo se expresa como:

$$\mathbf{x}_{\text{Yucaes}} = \begin{bmatrix} 733{,}640 & 187{,}740 & 4520{,}106 & 2570{,}676 & 3566{,}310 \\ 10{,}600 & 16{,}473 & 5{,}169 & 0{,}369 & 38{,}000 \\ 0{,}598 & 12{,}615 & 5{,}900 & 43{,}795 & 2{,}513 \\ 769{,}930 & 4{,}982 & 137{,}003 & 396{,}680 & 0{,}145 \\ 0{,}700 & 3{,}232 & 1{,}472 & 3{,}566 & 1{,}372 \end{bmatrix}^{T}.$$

La estimación se realizó mediante el modelo MLP multisalida:

$$\widehat{\mathbf{y}} = f_{\text{MLP}}\left(\mathbf{x}_{Yucaes}\right),$$

donde $\widehat{\mathbf{y}}$ contiene las 36 estimaciones de precipitación máxima diaria anual, correspondientes al período 1981–2016.

Tabla 84

Precipitación máxima diaria anual estimada para la cuenca del río Yucaes mediante el modelo MLP

Año	PMDA estimada (mm)	Año	PMDA estimada (mm)
1981	23.654	1999	20.687
1982	25.592	2000	14.131
1983	27.405	2001	15.493
1984	21.794	2002	16.806
1985	23.847	2003	16.710
1986	16.234	2004	15.409
1987	22.036	2005	20.626
1988	29.026	2006	23.148
1989	26.952	2007	17.537
1990	34.749	2008	19.417
1991	16.896	2009	36.852
1992	24.657	2010	25.168
1993	23.924	2011	23.608
1994	30.359	2012	29.716
1995	11.318	2013	22.269
1996	20.551	2014	20.240
1997	12.323	2015	22.252
1998	18.222	2016	21.246

Nota. Estimaciones obtenidas para la cuenca del río Yucaes con el esquema del modelo MLP empleado en la investigación. Los valores corresponden a una aplicación del modelo al vector de entrada específico de Yucaes y no a los registros de las cuencas utilizadas durante el entrenamiento.

Como referencia del desempeño alcanzado en la investigación, el modelo presentó valores promedio de R^2 = 0,996 tanto en entrenamiento como en validación; MAE de 0.376 y 0.385 mm, RMSE de 0.512 y 0.517 mm, respectivamente, y un MAPE promedio de prueba de 2.308 %. Estos resultados respaldan la capacidad del modelo para representar la relación entre los parámetros físicos y morfométricos y la PMDA del período analizado.

3.7 Discusión de resultados

El modelo Perceptrón Multicapa (MLP) presentó un buen desempeño para estimar la precipitación máxima diaria anual (PMDA) en los datos evaluados. Según la Tabla 80, en el conjunto de prueba se obtuvo un coeficiente de determinación promedio de R^2 = 0,993, un MAE de 0,456 mm, un RMSE de 0,742 mm y un MAPE de 2,308 %. Estos resultados muestran una alta correspondencia entre los valores de referencia y las estimaciones del modelo dentro del conjunto de prueba. Sin embargo, su interpretación debe considerar las

características de los datos, las variables utilizadas y el procedimiento de evaluación.

Los resultados guardan concordancia con Aïzansi et al. (2024), quienes emplearon un MLP para pronosticar la precipitación mensual con dos meses de anticipación en seis estaciones de la República de Benín. Los autores encontraron un mejor desempeño del MLP respecto de los modelos LSTM y los pronósticos climatológicos, con valores del coeficiente de eficiencia de Nash–Sutcliffe (NSE) entre 0.373 y 0.885 durante la prueba. Ambas investigaciones muestran la utilidad del MLP para representar relaciones presentes en los datos de precipitación. No obstante, existen diferencias: el estudio de Benín utilizó variables atmosféricas rezagadas, mientras que esta investigación empleó parámetros físicos y morfométricos para estimar la PMDA del período 1981–2016. Además, el NSE y el R^2 son indicadores distintos, por lo que sus valores no permiten establecer una comparación directa de superioridad entre ambos modelos.

Por su parte, Sammen et al. (2023) compararon seis modelos híbridos basados en redes MLP y redes de funciones de base radial para pronosticar la precipitación mensual en dos estaciones de Malasia. El modelo MLP combinado con el algoritmo de optimización de solubilidad de gases de Henry (MLP–HGSO) presentó el mejor desempeño entre las alternativas evaluadas y alcanzó valores de NSE de 0.90 y 0.92 en prueba. Este resultado coincide con la presente investigación en cuanto al potencial de las redes MLP para modelar la precipitación. La diferencia metodológica consiste en que dichos autores emplearon optimización metaheurística, mientras que el modelo desarrollado en esta tesis utilizó el optimizador Adam y una arquitectura de $25 \rightarrow 64 \rightarrow 32 \rightarrow 36$. Esta comparación permite identificar la optimización metaheurística como una alternativa para futuras evaluaciones, sin asumir que necesariamente mejoraría los resultados del modelo actual.

Asimismo, El Hafyani et al. (2024) evaluaron modelos de aprendizaje automático para predecir la precipitación mensual en Rabat, Marruecos. Entre los modelos individuales, XGBoost obtuvo un RMSE de 40,8 mm; mediante un esquema de aprendizaje por apilamiento que combinó varios modelos, el RMSE se redujo a 17,5 mm. En esta investigación, el RMSE promedio de prueba fue de 0,742 mm. Aunque este último valor es numéricamente menor, no demuestra por sí solo una mayor precisión respecto del estudio citado: la precipitación mensual acumulada y la máxima diaria anual corresponden a variables diferentes, evaluadas en regiones y conjuntos de datos distintos. El aporte de la comparación consiste en mostrar que tanto un MLP como los modelos combinados pueden ofrecer resultados favorables bajo sus respectivas condiciones de aplicación.

En relación con las etapas de evaluación, la Tabla 80 muestra valores promedio de R^2 de 0.996 en entrenamiento, 0.996 en validación y 0.993 en prueba. El MAE aumentó de 0,376 mm en entrenamiento a 0,456 mm en prueba, mientras que el RMSE pasó de 0,512 mm a 0,742 mm. Por tanto, el desempeño fue ligeramente menor en los datos de prueba. La proximidad de los coeficientes de determinación es favorable, pero debe analizarse junto con el incremento de los errores y la independencia de los subconjuntos utilizados; por sí sola no

permite descartar completamente el sobreajuste.

La arquitectura multisalida permitió estimar simultáneamente 36 valores de PMDA correspondientes al período 1981–2016 a partir de las características de cada cuenca. Este planteamiento difiere del pronóstico mensual con variables meteorológicas rezagadas utilizado por los autores comparados. En consecuencia, los resultados de esta tesis corresponden a la estimación del período histórico considerado y no constituyen una comprobación de la capacidad del modelo para pronosticar años futuros.

Finalmente, la aplicación a la cuenca del río Yucaes produjo la serie presentada en la Tabla 82, con valores entre 11,318 mm y 36,852 mm. Su interpretación debe considerar que, según la nota de la Tabla 81, algunos parámetros de entrada fueron reconstruidos a partir de la estructura estadística del dataset. Las métricas generales de prueba describen el desempeño del modelo en el conjunto evaluado, pero no cuantifican directamente el error de esas estimaciones específicas para Yucaes. Por ello, obtener todos los parámetros directamente para la cuenca y contrastar la serie estimada con registros observados permitiría evaluar con mayor precisión su aplicabilidad local.

CONCLUSIONES

1. La implementación del modelo Perceptrón Multicapa (MLP) permitió estimar satisfactoriamente la precipitación máxima diaria anual (PMDA) a partir de los parámetros físicos y morfométricos considerados en la investigación. El modelo presentó una adecuada capacidad predictiva y de generalización, alcanzando en el conjunto de prueba un R^2 promedio de 0.993, un MAE de 0.456 mm, un RMSE de 0.742 mm y un MAPE de 2.308 %. Estos resultados demuestran que el MLP constituye una herramienta con buen desempeño para la estimación de la PMDA bajo las condiciones y datos considerados en la presente investigación.

2. Se determinó que los 25 parámetros físicos y morfométricos considerados como variables de entrada presentan una asociación estadísticamente significativa con la PMDA. Los análisis de regresión para el período 1981–2016 resultaron significativos en todos los años ($p < 0{,}001$), con coeficientes de determinación entre $R^2 = 0{,}791$ y $R^2 = 0{,}942$, lo que evidencia que las variables E1–E25 contienen información relevante para el modelamiento de la precipitación máxima diaria anual.

3. Se desarrolló una arquitectura MLP conformada por 25 neuronas de entrada, dos capas ocultas de 64 y 32 neuronas y 36 neuronas de salida, correspondientes al período 1981–2016. El modelo presentó un comportamiento estable entre entrenamiento, validación y prueba, obteniéndose valores promedio de R^2 de 0.996, 0.996 y 0.993, respectivamente. La proximidad entre estos resultados evidencia una adecuada capacidad de generalización y ausencia de un sobreajuste significativo.

4. Se cumplió con la aplicación del modelo MLP a las características de la cuenca del río Yucaes permitió estimar 36 valores de PMDA correspondientes al período 1981–2016. Los resultados variaron entre un mínimo de 11.318 mm, correspondiente al año 1995, y un máximo de 36.852 mm, correspondiente al año 2009, obteniéndose de esta manera una serie anual estimada de PMDA para la cuenca a partir de las variables morfométricas consideradas en el modelo.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda continuar utilizando y evaluando el modelo Perceptrón Multicapa (MLP) para la estimación de la precipitación máxima diaria anual (PMDA) en la cuenca del río Yucaes y en cuencas de características morfométricas similares, debido al adecuado desempeño obtenido durante las etapas de entrenamiento, validación y prueba. Sin embargo, antes de su aplicación en otras cuencas, se deberá realizar una nueva validación con información local que permita comprobar su capacidad de generalización.

2. Se recomienda incrementar y actualizar progresivamente la base de datos utilizada para el entrenamiento del modelo, incorporando un mayor número de cuencas y registros hidrometeorológicos, especialmente información de años con eventos extremos de precipitación. Esto permitiría mejorar la representación de la variabilidad hidrológica y reducir los errores observados en determinados años del período analizado.

3. Para futuras aplicaciones del modelo en la cuenca del río Yucaes, se recomienda obtener directamente mediante herramientas SIG y verificación de campo la totalidad de los 25 parámetros físicos y morfométricos empleados como variables de entrada. En particular, los parámetros que fueron reconstruidos a partir de la estructura estadística del dataset deberían ser reemplazados por valores determinados específicamente para la cuenca, con el fin de incrementar la confiabilidad de las estimaciones de PMDA.

4. Se recomienda contrastar las precipitaciones máximas diarias anuales estimadas por el modelo MLP con registros observados de estaciones pluviométricas cercanas, información PISCO–SENAMHI u otras fuentes hidrometeorológicas disponibles. Esta comparación permitirá realizar una validación independiente de las estimaciones obtenidas para el período 1981–2016 y determinar con mayor precisión el margen de error asociado a la aplicación del modelo en la cuenca del río Yucaes.

5. Las estimaciones de PMDA obtenidas mediante el modelo MLP deben utilizarse como una herramienta complementaria para estudios hidrológicos y no como única fuente de información para el diseño de infraestructura hidráulica. Para aplicaciones relacionadas con drenaje, puentes, defensas ribereñas, obras de control de inundaciones o

gestión del riesgo, se recomienda complementar los resultados con análisis de frecuencia, hietogramas de diseño, períodos de retorno, modelamiento lluvia–escorrentía y procedimientos hidrológicos convencionales.

6. Se recomienda evaluar en futuras investigaciones otras arquitecturas y algoritmos de aprendizaje automático, tales como redes neuronales profundas, Random Forest, XGBoost, LSTM u otros modelos de regresión, y comparar su desempeño con el MLP implementado mediante indicadores como R^2, MAE, RMSE y MAPE. Esta comparación permitiría determinar si existen modelos con mayor capacidad de predicción para las condiciones hidrológicas de la región Ayacucho.

REFERENCIAS

Aïzansi, A. N., Ogunjobi, K. O., & Ogou, F. K. (2024). Monthly rainfall prediction using artificial neural network (case study: Republic of Benin). *Environmental Data Science*, *3*. https://doi.org/10.1017/eds.2024.10

Autoridad Nacional del Agua. (2008). Delimitación y codificación de unidades hidrográficas del Perú.

Autoridad Nacional del Agua. (2013). *Plan Nacional de Recursos Hídricos del Perú. Anexo I: Resultados del diagnóstico* (inf. téc.). ANA. Lima, Perú. https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/siar-puno/archivos/public/docs/1417.pdf

Aybar, C., Fernández, C., Huerta, A., Lavado, W., Vega, F., & Felipe-Obando, O. (2020a). Construction of a high-resolution gridded rainfall dataset for Peru from 1981 to the present day. *Hydrological Sciences Journal*, *65*(5), 770-785. https://doi.org/10.1080/02626667.2019.1649411

Aybar, C., Fernández, C., Huerta, A., Lavado, W., Vega, F., & Felipe-Obando, O. (2020b). Construction of a high-resolution gridded rainfall dataset for Peru from 1981 to the present day. *Hydrological Sciences Journal*, *65*(5), 770-785. https://doi.org/10.1080/02626667.2019.1649411

Basogain, X. (1998). *Redes neuronales artificiales y sus aplicaciones. Publicaciones de la Escuela de Ingenieros, Escuela Superior de Ingeniería de Bilbao, UPV, 79 pp.*

Cahuana, A., & Yugar, W. (2009). *Material de apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de hidrología civ-233*.

Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1988). *Applied hydrology*. McGraw-Hill.

Coles, S. (2001). *An introduction to statistical modeling of extreme values*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-3675-0

Di Leo, M., Di Stefano, M., Claps, P., & Sole, A. (2010). Caratterizzazione morfometrica del bacino idrografico in GRASS GIS (Morphometric characterization of the catchment in GRASS GIS environment). *Geomatics Workbooks*, (9).

El Hafyani, M., El Himdi, K., & El Adlouni, S.-E. (2024). Improving monthly precipitation prediction accuracy using machine learning models: A multi-view stacking learning technique. *Frontiers in Water*, *6*, Artículo 1378598. https://doi.org/10.3389/frwa.2024.1378598

Fiering, M., & Jackson, B. (1971). *Synthetic Hydrology. Monograph N 01 American Geophysical Union, Washington, DC*.

Gestal, P. (2013). *Introducción a las redes de neuronas artificiales, Universidad de La Coruña, España.* http://sabia.tic.udc.es/mgestal/cv/RNATutorial/TutorialRNA.pdf

Giandotti, M. (1934). *Previsione delle piene e delle magre dei corsi d'acqua* (Vol. 8). Istituto Poligrafico dello Stato.

Gumbel, E. J. (1958). *Statistics of extremes*. Columbia University Press.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.

Herrera, J., Yari, Y., Luque, E., & Túpac, Y. J. V. (2013). Red Neuronal aplicada a la generación de caudales mensuales estocásticos. *Proceedings del XII Congreso de la Sociedad Peruana de Computacion*. https://doi.org/10.13140/2.1.4047.7762

Horton, R. E. (1945). Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology. *Geological Society of America Bulletin*, *56*(3), 275-370. https://doi.org/10.1130/0016-7606(1945)56[275:EDOSAT]2.0.CO;2

Jasiewicz, J., & Metz, M. (2011). A new GRASS GIS toolkit for Hortonian analysis of drainage networks. *Computers & Geosciences*, *37*(8), 1162-1173. https://doi.org/10.1016/j.cageo.2011.03.003

Jenson, S. K., & Domingue, J. O. (1988). Extracting topographic structure from digital elevation data for geographic information system analysis. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, *54*(11), 1593-1600.

Katipoğlu, O. M., & Keblouti, M. (2024). Comparative analysis of data-driven models and signal processing techniques in the monthly maximum daily precipitation prediction of El Kerma station Northeast of Algeria. *Soft Computing*, *28*, 10751-10765. https://doi.org/10.1007/s00500-024-09860-3

Latínez Sotomayor, K. A. (2009). *Comparación de los métodos regresión multivariada adaptativa utilizando splines (MARS) y redes neuronales artificiales backpropagation (RNAB) para el pronóstico de lluvias y temperaturas en la cuenca del río Mantaro* [Tesis de grado]. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Mendoza Mendoza, C. J. (2020). *Desarrollo de un modelo hidrológico semidistribuido a nivel diario mediante redes neuronales en cuencas de la costa peruana* [Tesis de grado]. Universidad Nacional de Ingeniería. http://hdl.handle.net/20.500.14076/21238

Merz, R., & Blöschl, G. (2004). Regionalisation of catchment model parameters. *Journal of Hydrology*, *287*(1–4), 95-123. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2003.09.028

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2008). *Manual de hidrología, hidráulica y drenaje*. MTC. Lima, Perú.

Montaño, J. (2002). *Redes neuronales artificiales aplicadas al análisis de datos. Tesis Doc., Palma de Mallorca, España, Universidad de las Islas Baleares.*

Morales, I. (2010). *Comparación teórico práctica entre modelos estadísticos y el perceptrón multicapa. Tesis Lic., Pontificia Universidad Católica Valparaíso, 110 p.*

Moriasi, D. N., Arnold, J. G., Van Liew, M. W., Bingner, R. L., Harmel, R. D., & Veith, T. L. (2007). Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. *Transactions of the ASABE*, *50*(3), 885-900. https://doi.org/10.13031/2013.23153

Navarro Ventura, E. E. (2019). *Estudio de la distribución espacial de la precipitación mediante productos de percepción remota en la cuenca alta de Piura* [Tesis de grado]. Universidad Nacional de Ingeniería. http://hdl.handle.net/20.500.14076/17836

Niño Medina, J. S., Suarez Barón, M. J., & Reyes Suarez, J. A. (2024). Application of deep learning for the analysis of the spatiotemporal prediction of monthly total precipitation in the Boyacá Department, Colombia. *Hydrology*, *11*(8). https://doi.org/10.3390/hydrology11080127

O'Callaghan, J. F., & Mark, D. M. (1984). The extraction of drainage networks from digital elevation data. *Computer Vision, Graphics, and Image Processing*, *28*(3), 323-344. https://doi.org/10.1016/S0734-189X(84)80011-0

OECD. (2015). *Frascati Manual 2015: Guidelines for collecting and reporting data on research and experimental development*. https://doi.org/10.1787/9789264239012-en

Reyes Rodríguez, T. M., & Asís-López, M. (2020). Modelos de pronóstico de caudales mensuales en el río Shullcas (Huancayo, Perú) con redes neuronales artificiales. *Aporte Santiaguino*, *13*(2), 222-236. https://doi.org/10.32911/as.2020.v13.n2.737

Roe, G. H. (2005). Orographic precipitation. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, *33*, 645-671. https://doi.org/10.1146/annurev.earth.33.092203.122541

Sammen, S. S., Kisi, O., Ehteram, M., El-Shafie, A., Al-Ansari, N., Ghorbani, M. A., Bhat, S. A., Ahmed, A. N., & Shahid, S. (2023). Rainfall modeling using two different neural networks improved by metaheuristic algorithms. *Environmental Sciences Europe*, *35*, Artículo 112. https://doi.org/10.1186/s12302-023-00818-0

Sanchez, J. (2009). Generación de series sintéticas mensuales del Río Chira mediante el uso de modelos markovianos. *Anales cientìficos UNALM Vol 70 N° 2, 2009*. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6171112.pdf

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2021). *Climas del Perú: Mapa de clasificación climática nacional*. SENAMHI. https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01404SENA-4.pdf

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2024). *Datos hidrometeorológicos de la estación Ayacucho*. SENAMHI. https://www.senamhi.gob.pe/

Shreve, R. L. (1966). Statistical law of stream numbers. *The Journal of Geology*, *74*(1), 17-37. https://doi.org/10.1086/627137

Socha, D., & Ortiz, G. (2005). *Aplicación de redes neuronales MLP a la predicción de un paso en series de tiempo. Fundación Universitaria Konrad Lorenz, Bogotá, pp. 183*.

Strahler, A. N. (1957). Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Transactions, American Geophysical Union*, *38*(6), 913-920. https://doi.org/10.1029/TR038i006p00913

Vásquez-Ramírez, L., & Vásquez-Paredes, L. F. (2023). Predicción de caudales mensuales en ríos de cuencas altoandinas con enfoque de redes neuronales artificiales. Caso: río Crisnejas, Perú. *Tecnología y Ciencias del Agua*, *14*(1). https://doi.org/10.24850/j-tyca-14-01-04

Villenas, L. (2020). *Predicción de caudales en la cuenca del río chalpi norte mediante la aplicación de redes neuronales* [Tesis]. Escuela politécnica nacional de Quito. http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21066

Weiss, L. L. (1964). Ratio of true to fixed-interval maximum rainfall. *Journal of the Hydraulics Division*, *90*(1), 77-82. https://doi.org/10.1061/JYCEAJ.0000999

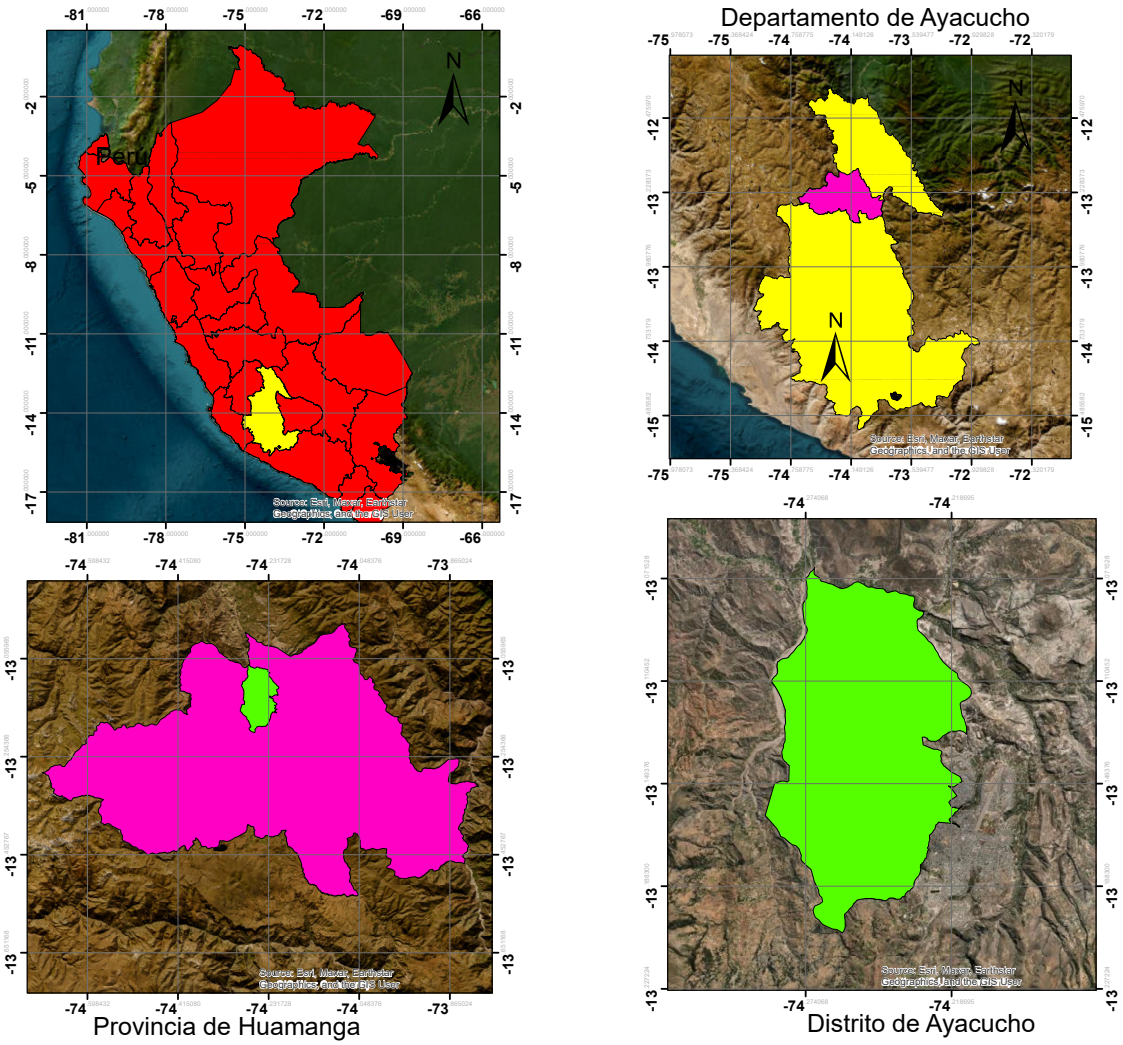
Zhang, G., & Patuwo, E. (1998). *Forecasting with artificial neural networks: The state of the art. International Journal of Forecasting 14, 35-62.*

ANEXOS

A1 Ubicación distrito de Ayacucho

Figura 94

Área de estudio

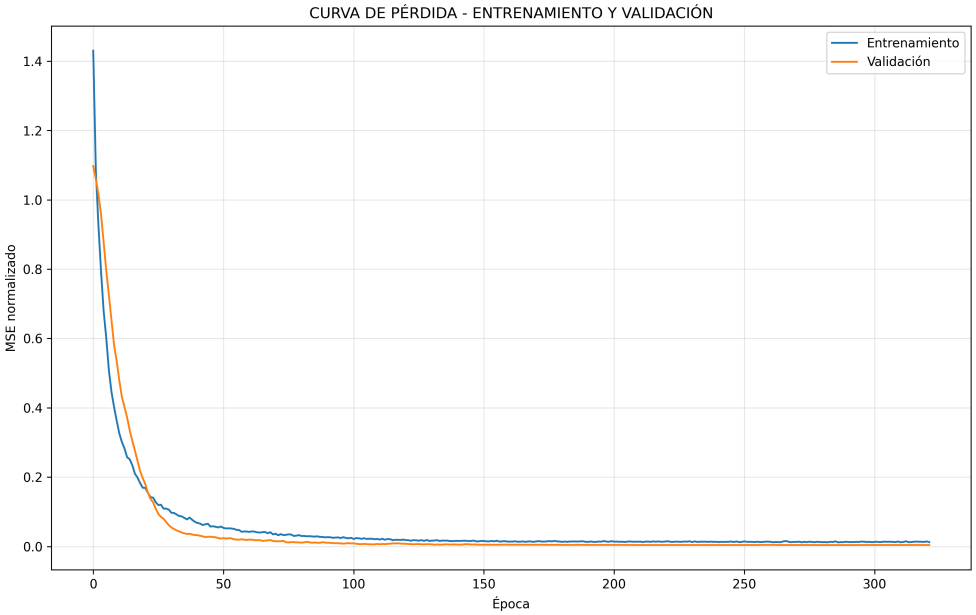


Nota. Elaboración propia.

A2 Rango de trabajabilidad y volumen de entrada y salida

Figura 95

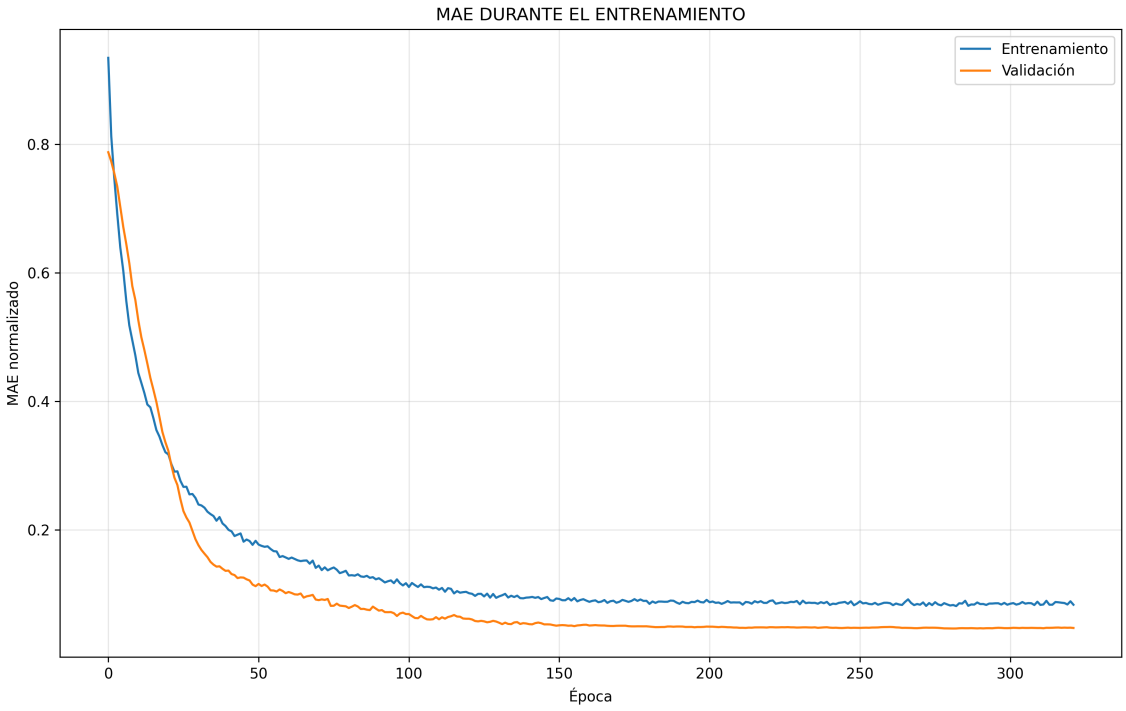
Error MSE normalizado para el entrenamiento y la validación



Nota. Elaboración propia.

Figura 96

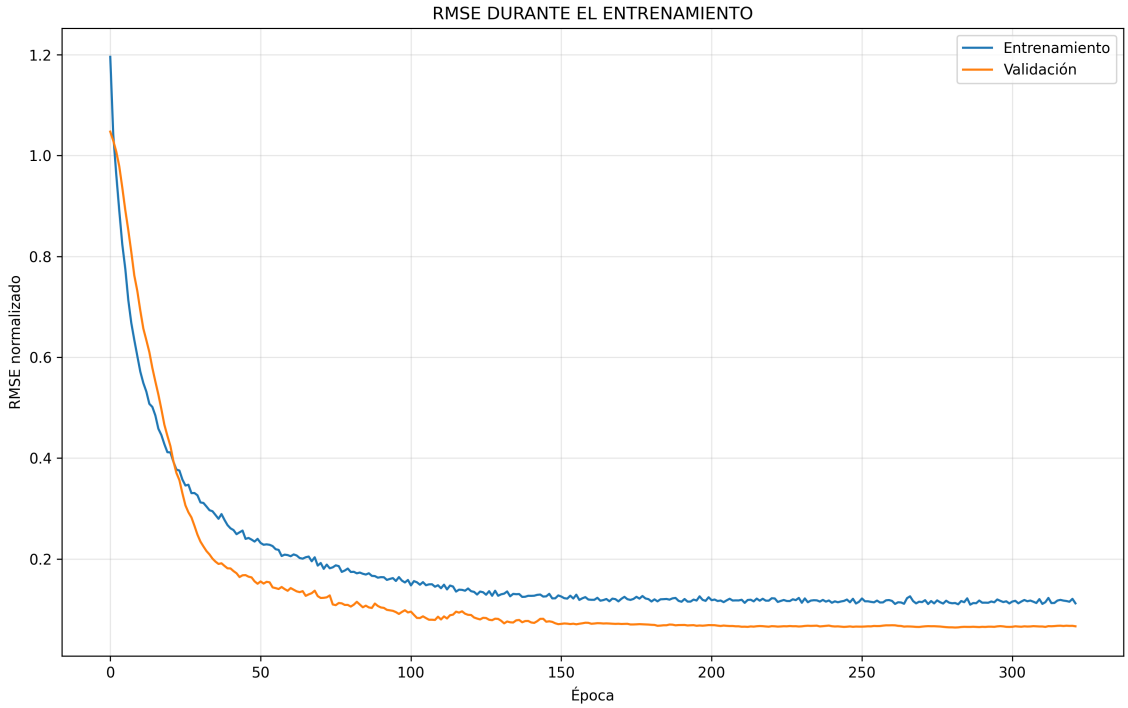
Error MAE normalizado para el entrenamiento y la validación



Nota. Elaboración propia.

Figura 97

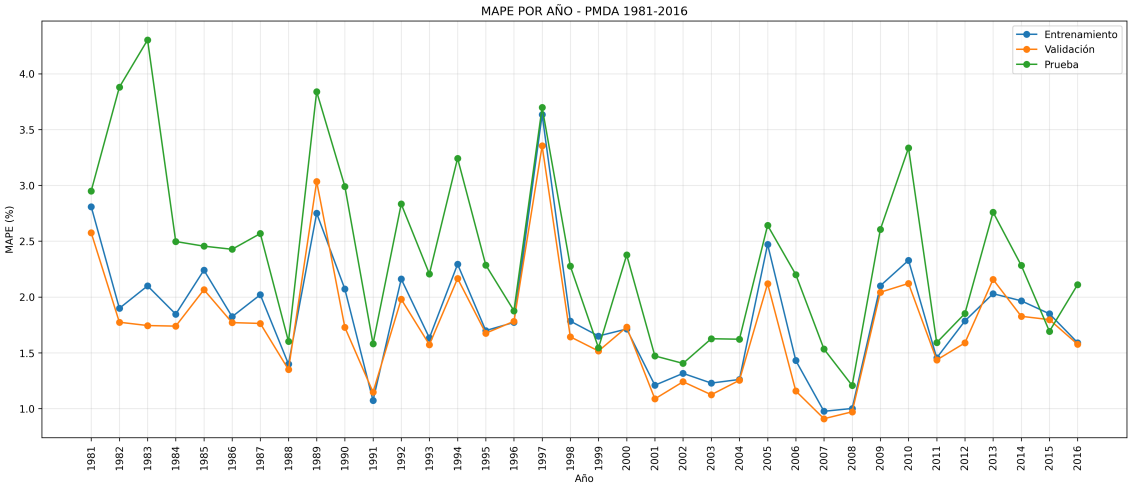
Error RMSE normalizado para el entrenamiento y la validación



Nota. Elaboración propia.

Figura 98

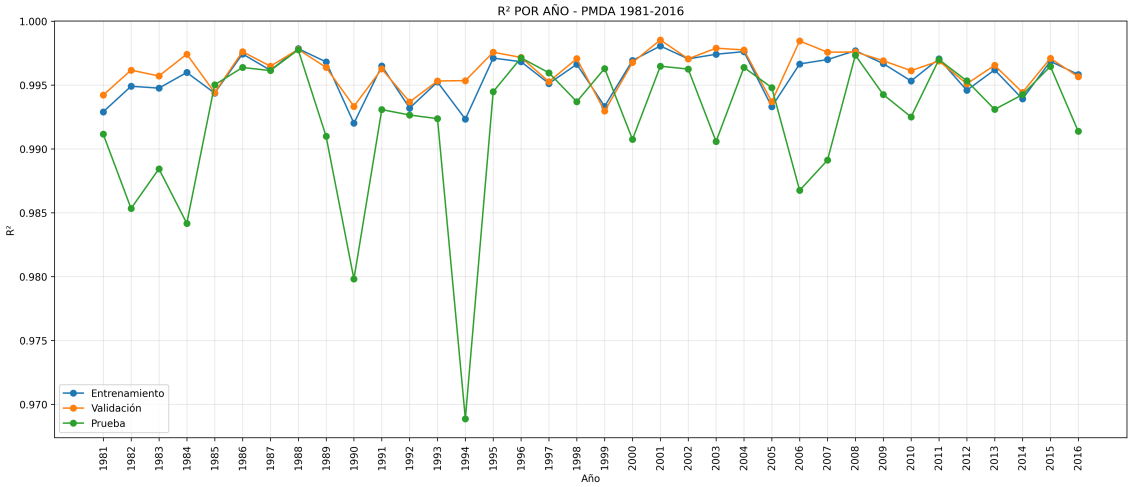
Error MAPE para cada año



Nota. Elaboración propia.

Figura 99

Error RMSE para cada año



Nota. Elaboración propia.

A3 Tabla de errores del modelo de RNA

Tabla 85

Error MAE, MAPE, R2 YRMSE para cada año para el entrenamiento, validación y prueba

Año	R2_Train	MAE_Train	RMSE_Train	MAPE_Train_ %	R2_Validation	MAE_Validation	RMSE_Validation	MAPE_Validation_ %	R2_Test	MAE_Test	RMSE_Test	MAPE_Test_ %
1981	0.993	0.582	0.760	2.809	0.994	0.568	0.728	2.576	0.991	0.681	1.008	2.950
1982	0.995	0.443	0.682	1.898	0.996	0.462	0.606	1.774	0.985	0.605	1.315	3.880
1983	0.995	0.387	0.555	2.100	0.996	0.390	0.525	1.744	0.988	0.490	0.927	4.303
1984	0.996	0.432	0.690	1.846	0.997	0.426	0.557	1.739	0.984	0.576	1.395	2.497
1985	0.994	0.377	0.540	2.240	0.994	0.368	0.554	2.065	0.995	0.404	0.534	2.455
1986	0.997	0.397	0.498	1.823	0.998	0.408	0.508	1.770	0.996	0.443	0.664	2.427
1987	0.996	0.400	0.546	2.020	0.996	0.391	0.553	1.763	0.996	0.412	0.608	2.568
1988	0.998	0.337	0.447	1.399	0.998	0.353	0.470	1.350	0.998	0.374	0.496	1.602
1989	0.997	0.773	1.000	2.750	0.996	0.946	1.203	3.035	0.991	1.003	1.670	3.840
1990	0.992	0.456	0.663	2.071	0.993	0.440	0.646	1.728	0.980	0.535	1.061	2.991
1991	0.996	0.252	0.408	1.072	0.996	0.290	0.431	1.147	0.993	0.314	0.579	1.581
1992	0.993	0.413	0.570	2.161	0.994	0.421	0.565	1.980	0.993	0.460	0.657	2.833
1993	0.995	0.347	0.519	1.633	0.995	0.368	0.529	1.573	0.992	0.417	0.729	2.206
1994	0.992	0.489	0.761	2.293	0.995	0.469	0.601	2.166	0.969	0.680	1.602	3.243
1995	0.997	0.263	0.337	1.699	0.998	0.270	0.338	1.675	0.994	0.349	0.491	2.286
1996	0.997	0.379	0.484	1.772	0.997	0.363	0.477	1.782	0.997	0.370	0.489	1.876
1997	0.995	0.779	0.957	3.634	0.995	0.737	0.865	3.354	0.996	0.778	0.935	3.699
1998	0.997	0.339	0.442	1.784	0.997	0.319	0.413	1.643	0.994	0.431	0.634	2.277
1999	0.993	0.412	0.645	1.650	0.993	0.411	0.704	1.516	0.996	0.318	0.422	1.544
2000	0.997	0.314	0.420	1.713	0.997	0.321	0.429	1.730	0.991	0.424	0.677	2.376
2001	0.998	0.186	0.253	1.209	0.999	0.177	0.232	1.087	0.996	0.228	0.356	1.472
2002	0.997	0.211	0.294	1.316	0.997	0.211	0.277	1.241	0.996	0.224	0.323	1.405
2003	0.997	0.227	0.331	1.229	0.998	0.207	0.273	1.124	0.991	0.276	0.561	1.626
2004	0.998	0.237	0.310	1.261	0.998	0.235	0.298	1.254	0.996	0.282	0.429	1.622
2005	0.993	0.556	0.863	2.472	0.994	0.556	0.930	2.119	0.995	0.470	0.707	2.642
2006	0.997	0.284	0.442	1.431	0.998	0.260	0.314	1.158	0.987	0.435	0.957	2.201
2007	0.997	0.213	0.311	0.976	0.998	0.213	0.270	0.910	0.989	0.303	0.586	1.534
2008	0.998	0.182	0.242	1.001	0.998	0.185	0.251	0.971	0.997	0.202	0.261	1.207
2009	0.997	0.473	0.697	2.100	0.997	0.504	0.728	2.042	0.994	0.586	1.031	2.605
2010	0.995	0.480	0.726	2.329	0.996	0.503	0.727	2.121	0.993	0.578	1.033	3.336
2011	0.997	0.309	0.397	1.454	0.997	0.333	0.428	1.436	0.997	0.347	0.437	1.591
2012	0.995	0.411	0.523	1.785	0.995	0.394	0.515	1.589	0.995	0.396	0.514	1.852
2013	0.996	0.388	0.523	2.030	0.997	0.431	0.532	2.157	0.993	0.490	0.831	2.760
2014	0.994	0.413	0.586	1.966	0.994	0.419	0.609	1.827	0.994	0.432	0.618	2.283
2015	0.997	0.372	0.472	1.849	0.997	0.391	0.503	1.797	0.996	0.367	0.561	1.693
2016	0.996	0.262	0.367	1.591	0.996	0.269	0.370	1.576	0.991	0.327	0.539	2.111

Nota: Elaboración propia

Tabla 86

Parámetros estadísticos descriptivos

Epoca	loss	mae	rmse	val_loss	val_mae	val_rmse	learning_rate
1	1.430	0.935	1.196	1.097	0.788	1.047	0.001
2	1.084	0.813	1.041	1.060	0.773	1.029	0.001
3	0.926	0.748	0.962	1.016	0.755	1.008	0.001
4	0.793	0.691	0.891	0.958	0.734	0.979	0.001
5	0.679	0.640	0.824	0.877	0.703	0.937	0.001
6	0.601	0.603	0.776	0.795	0.671	0.892	0.001
7	0.509	0.556	0.713	0.726	0.645	0.852	0.001
8	0.446	0.518	0.668	0.654	0.615	0.809	0.001
9	0.402	0.495	0.634	0.581	0.579	0.762	0.001
10	0.363	0.472	0.602	0.535	0.558	0.731	0.001
11	0.326	0.444	0.571	0.479	0.526	0.692	0.001
12	0.301	0.429	0.549	0.432	0.500	0.657	0.001
13	0.283	0.413	0.532	0.402	0.480	0.634	0.001
14	0.258	0.395	0.508	0.372	0.459	0.610	0.001
15	0.251	0.391	0.501	0.335	0.436	0.579	0.001
16	0.235	0.374	0.485	0.305	0.418	0.552	0.001
17	0.210	0.355	0.458	0.277	0.399	0.526	0.001
18	0.199	0.345	0.446	0.247	0.376	0.497	0.001
19	0.183	0.332	0.428	0.217	0.352	0.466	0.001
20	0.169	0.321	0.412	0.197	0.336	0.444	0.001
21	0.169	0.317	0.411	0.180	0.323	0.424	0.001
22	0.154	0.302	0.393	0.155	0.300	0.394	0.001
23	0.142	0.290	0.377	0.137	0.281	0.371	0.001
24	0.141	0.291	0.375	0.127	0.270	0.356	0.001
25	0.128	0.276	0.357	0.109	0.247	0.330	0.001
26	0.119	0.267	0.346	0.094	0.229	0.306	0.001
27	0.120	0.267	0.347	0.085	0.219	0.292	0.001
28	0.109	0.255	0.330	0.080	0.211	0.282	0.001
29	0.109	0.256	0.331	0.071	0.198	0.266	0.001
30	0.106	0.249	0.326	0.062	0.185	0.248	0.001
31	0.097	0.239	0.312	0.055	0.176	0.234	0.001
32	0.097	0.238	0.311	0.050	0.168	0.225	0.001
33	0.092	0.234	0.304	0.046	0.163	0.216	0.001
34	0.088	0.228	0.297	0.044	0.157	0.209	0.001
35	0.087	0.224	0.295	0.040	0.150	0.201	0.001

36	0.082	0.221	0.287	0.038	0.146	0.195	0.001
37	0.078	0.214	0.280	0.036	0.142	0.190	0.001
38	0.083	0.220	0.289	0.037	0.143	0.191	0.001
39	0.077	0.210	0.277	0.035	0.139	0.186	0.001
40	0.071	0.206	0.267	0.033	0.136	0.181	0.001
41	0.068	0.200	0.261	0.033	0.136	0.181	0.001
42	0.066	0.197	0.257	0.031	0.131	0.176	0.001
43	0.062	0.190	0.249	0.029	0.129	0.172	0.001
44	0.064	0.192	0.253	0.027	0.125	0.164	0.001
45	0.066	0.194	0.256	0.028	0.126	0.167	0.001
46	0.057	0.181	0.240	0.028	0.125	0.168	0.001
47	0.058	0.185	0.242	0.027	0.123	0.165	0.001
48	0.057	0.182	0.238	0.027	0.121	0.163	0.001
49	0.055	0.176	0.234	0.024	0.114	0.155	0.001
50	0.057	0.183	0.240	0.023	0.112	0.151	0.001
51	0.054	0.177	0.232	0.024	0.115	0.155	0.001
52	0.052	0.175	0.228	0.023	0.112	0.151	0.001
53	0.052	0.173	0.229	0.024	0.115	0.155	0.001
54	0.052	0.174	0.228	0.024	0.111	0.154	0.001
55	0.051	0.170	0.225	0.021	0.106	0.144	0.001
56	0.048	0.167	0.219	0.020	0.105	0.142	0.001
57	0.047	0.166	0.218	0.020	0.104	0.140	0.001
58	0.042	0.157	0.206	0.021	0.107	0.144	0.001
59	0.043	0.159	0.208	0.020	0.105	0.140	0.001
60	0.043	0.157	0.208	0.019	0.101	0.137	0.001
61	0.042	0.155	0.205	0.020	0.103	0.142	0.001
62	0.044	0.157	0.209	0.019	0.101	0.139	0.001
63	0.043	0.154	0.207	0.018	0.099	0.136	0.001
64	0.041	0.152	0.202	0.018	0.099	0.134	0.001
65	0.040	0.151	0.200	0.019	0.101	0.136	0.001
66	0.041	0.152	0.203	0.016	0.094	0.127	0.001
67	0.042	0.152	0.205	0.017	0.096	0.130	0.001
68	0.038	0.147	0.195	0.017	0.097	0.132	0.001
69	0.041	0.152	0.203	0.019	0.098	0.137	0.001
70	0.035	0.141	0.187	0.016	0.091	0.126	0.001
71	0.037	0.144	0.192	0.015	0.090	0.123	0.001
72	0.033	0.137	0.180	0.015	0.091	0.123	0.001
73	0.036	0.141	0.189	0.015	0.091	0.124	0.001
74	0.033	0.137	0.181	0.016	0.092	0.128	0.001

75	0.034	0.139	0.183	0.012	0.081	0.110	0.001
76	0.035	0.141	0.187	0.012	0.082	0.108	0.001
77	0.034	0.138	0.186	0.013	0.085	0.113	0.001
78	0.030	0.132	0.174	0.013	0.082	0.112	0.001
79	0.031	0.134	0.177	0.012	0.081	0.109	0.001
80	0.033	0.136	0.181	0.012	0.081	0.109	0.001
81	0.030	0.129	0.174	0.011	0.078	0.105	0.001
82	0.030	0.129	0.174	0.012	0.080	0.109	0.001
83	0.029	0.128	0.171	0.013	0.083	0.115	0.001
84	0.030	0.131	0.173	0.012	0.080	0.109	0.001
85	0.029	0.127	0.171	0.011	0.077	0.104	0.001
86	0.029	0.126	0.169	0.012	0.077	0.107	0.001
87	0.029	0.128	0.172	0.011	0.075	0.104	0.001
88	0.028	0.125	0.166	0.011	0.075	0.103	0.001
89	0.028	0.126	0.166	0.012	0.080	0.111	0.001
90	0.027	0.123	0.163	0.011	0.077	0.107	0.001
91	0.027	0.124	0.164	0.011	0.074	0.104	0.001
92	0.027	0.121	0.164	0.011	0.075	0.103	0.001
93	0.025	0.118	0.158	0.010	0.072	0.099	0.001
94	0.026	0.120	0.160	0.010	0.072	0.098	0.001
95	0.026	0.121	0.162	0.009	0.072	0.097	0.001
96	0.024	0.117	0.156	0.009	0.070	0.095	0.001
97	0.027	0.123	0.164	0.008	0.066	0.091	0.001
98	0.025	0.117	0.157	0.009	0.070	0.095	0.001
99	0.023	0.113	0.153	0.010	0.071	0.098	0.001
100	0.025	0.117	0.158	0.009	0.069	0.094	0.001
101	0.022	0.111	0.147	0.009	0.069	0.095	0.001
102	0.024	0.117	0.156	0.008	0.065	0.089	0.001
103	0.024	0.114	0.154	0.007	0.063	0.083	0.001
104	0.022	0.111	0.149	0.007	0.062	0.083	0.001
105	0.024	0.115	0.154	0.007	0.066	0.086	0.001
106	0.022	0.111	0.148	0.007	0.063	0.083	0.001
107	0.022	0.111	0.150	0.006	0.060	0.079	0.001
108	0.022	0.111	0.150	0.006	0.060	0.079	0.001
109	0.021	0.109	0.145	0.006	0.061	0.079	0.001
110	0.022	0.110	0.148	0.007	0.064	0.085	0.001
111	0.020	0.107	0.142	0.006	0.061	0.080	0.001
112	0.022	0.109	0.149	0.007	0.064	0.086	0.001
113	0.019	0.103	0.139	0.007	0.061	0.082	0.001

114	0.022	0.109	0.147	0.008	0.064	0.088	0.001
115	0.021	0.108	0.145	0.008	0.065	0.089	0.001
116	0.018	0.101	0.135	0.009	0.067	0.095	0.001
117	0.019	0.104	0.139	0.009	0.065	0.093	0.001
118	0.019	0.102	0.139	0.009	0.064	0.096	0.001
119	0.019	0.103	0.137	0.008	0.062	0.091	0.001
120	0.020	0.103	0.141	0.008	0.061	0.089	0.001
121	0.018	0.101	0.136	0.008	0.061	0.089	0.001
122	0.018	0.100	0.135	0.007	0.060	0.084	0.001
123	0.017	0.097	0.129	0.007	0.058	0.082	0.0005
124	0.018	0.100	0.135	0.006	0.057	0.080	0.0005
125	0.018	0.100	0.134	0.007	0.058	0.083	0.0005
126	0.017	0.096	0.129	0.007	0.057	0.083	0.0005
127	0.018	0.100	0.136	0.006	0.056	0.079	0.0005
128	0.016	0.094	0.127	0.006	0.057	0.079	0.0005
129	0.019	0.100	0.137	0.007	0.058	0.081	0.0005
130	0.016	0.094	0.127	0.007	0.057	0.081	0.0005
131	0.017	0.096	0.130	0.006	0.055	0.077	0.0005
132	0.017	0.098	0.131	0.005	0.053	0.072	0.0005
133	0.018	0.100	0.135	0.006	0.055	0.076	0.0005
134	0.016	0.094	0.126	0.006	0.053	0.074	0.0005
135	0.017	0.097	0.131	0.005	0.053	0.074	0.0005
136	0.017	0.095	0.130	0.006	0.056	0.078	0.0005
137	0.017	0.097	0.130	0.006	0.056	0.079	0.0005
138	0.016	0.093	0.125	0.006	0.053	0.074	0.0005
139	0.016	0.093	0.125	0.006	0.054	0.077	0.0005
140	0.016	0.094	0.127	0.006	0.054	0.077	0.0005
141	0.016	0.095	0.127	0.005	0.053	0.074	0.0005
142	0.016	0.095	0.127	0.005	0.053	0.073	0.0005
143	0.017	0.094	0.129	0.006	0.054	0.076	0.0005
144	0.017	0.095	0.129	0.007	0.055	0.081	0.0005
145	0.016	0.092	0.125	0.007	0.054	0.081	0.0005
146	0.016	0.094	0.126	0.006	0.053	0.075	0.0005
147	0.017	0.095	0.131	0.006	0.053	0.076	0.0005
148	0.015	0.090	0.122	0.006	0.052	0.075	0.00025
149	0.015	0.089	0.122	0.005	0.051	0.072	0.00025
150	0.016	0.093	0.128	0.005	0.051	0.071	0.00025
151	0.016	0.092	0.125	0.005	0.051	0.071	0.00025
152	0.015	0.090	0.122	0.005	0.051	0.072	0.00025

153	0.015	0.090	0.121	0.005	0.051	0.072	0.00025
154	0.016	0.093	0.127	0.005	0.050	0.071	0.00025
155	0.015	0.090	0.121	0.005	0.051	0.071	0.00025
156	0.017	0.094	0.129	0.005	0.050	0.070	0.00025
157	0.014	0.088	0.119	0.005	0.051	0.071	0.00025
158	0.015	0.091	0.122	0.005	0.051	0.072	0.00025
159	0.015	0.092	0.124	0.005	0.052	0.073	0.00025
160	0.014	0.090	0.119	0.005	0.052	0.073	0.00025
161	0.014	0.088	0.119	0.005	0.051	0.071	0.00025
162	0.014	0.089	0.119	0.005	0.051	0.072	0.00025
163	0.015	0.090	0.123	0.005	0.051	0.073	0.00025
164	0.014	0.087	0.117	0.005	0.051	0.072	0.00025
165	0.014	0.088	0.118	0.005	0.051	0.072	0.00025
166	0.015	0.090	0.120	0.005	0.051	0.072	0.000125
167	0.013	0.086	0.116	0.005	0.050	0.072	0.000125
168	0.015	0.089	0.121	0.005	0.050	0.071	0.000125
169	0.014	0.089	0.120	0.005	0.050	0.071	0.000125
170	0.013	0.086	0.116	0.005	0.050	0.071	0.000125
171	0.015	0.088	0.121	0.005	0.050	0.071	0.000125
172	0.016	0.091	0.125	0.005	0.050	0.071	0.000125
173	0.014	0.089	0.120	0.005	0.050	0.071	0.000125
174	0.014	0.088	0.119	0.005	0.050	0.070	0.000125
175	0.015	0.089	0.121	0.005	0.049	0.070	0.000125
176	0.016	0.092	0.125	0.005	0.049	0.070	0.000125
177	0.015	0.089	0.121	0.005	0.050	0.071	0.000125
178	0.016	0.091	0.126	0.005	0.049	0.070	0.000125
179	0.015	0.089	0.122	0.005	0.049	0.070	0.000125
180	0.014	0.089	0.120	0.005	0.050	0.070	0.000125
181	0.013	0.084	0.116	0.005	0.049	0.069	0.000125
182	0.014	0.088	0.120	0.005	0.049	0.069	0.000125
183	0.013	0.086	0.116	0.005	0.048	0.067	0.000125
184	0.014	0.088	0.120	0.005	0.048	0.068	0.000125
185	0.014	0.088	0.120	0.005	0.048	0.068	0.000125
186	0.015	0.088	0.121	0.005	0.048	0.068	0.000125
187	0.014	0.088	0.119	0.005	0.049	0.070	0.000125
188	0.015	0.090	0.122	0.005	0.049	0.070	0.000125
189	0.015	0.089	0.123	0.005	0.049	0.068	0.000125
190	0.014	0.087	0.117	0.005	0.049	0.069	0.000125
191	0.013	0.085	0.115	0.005	0.049	0.069	0.000125

192	0.015	0.088	0.120	0.005	0.049	0.069	0.000125
193	0.013	0.086	0.115	0.005	0.049	0.068	0.000125
194	0.013	0.085	0.115	0.005	0.049	0.068	0.000125
195	0.014	0.088	0.119	0.005	0.049	0.069	0.000125
196	0.014	0.087	0.117	0.005	0.048	0.067	0.000125
197	0.016	0.090	0.126	0.005	0.048	0.068	0.000125
198	0.014	0.087	0.119	0.005	0.048	0.068	0.000125
199	0.014	0.087	0.117	0.005	0.049	0.068	6.25E-05
200	0.015	0.091	0.124	0.005	0.049	0.069	6.25E-05
201	0.014	0.087	0.118	0.005	0.049	0.069	6.25E-05
202	0.014	0.088	0.119	0.005	0.049	0.068	6.25E-05
203	0.014	0.086	0.116	0.005	0.049	0.068	6.25E-05
204	0.014	0.087	0.117	0.004	0.048	0.067	6.25E-05
205	0.013	0.084	0.114	0.005	0.049	0.068	6.25E-05
206	0.014	0.086	0.118	0.005	0.048	0.067	6.25E-05
207	0.015	0.089	0.121	0.004	0.048	0.067	6.25E-05
208	0.014	0.087	0.117	0.004	0.048	0.067	6.25E-05
209	0.014	0.087	0.118	0.004	0.048	0.066	6.25E-05
210	0.014	0.087	0.118	0.004	0.048	0.066	6.25E-05
211	0.014	0.087	0.119	0.004	0.047	0.065	6.25E-05
212	0.013	0.083	0.113	0.004	0.047	0.066	6.25E-05
213	0.014	0.087	0.119	0.004	0.047	0.065	6.25E-05
214	0.014	0.087	0.119	0.004	0.047	0.066	6.25E-05
215	0.013	0.085	0.116	0.004	0.047	0.066	6.25E-05
216	0.015	0.089	0.121	0.004	0.048	0.066	6.25E-05
217	0.014	0.087	0.117	0.004	0.048	0.067	6.25E-05
218	0.015	0.089	0.121	0.004	0.048	0.067	6.25E-05
219	0.014	0.086	0.117	0.004	0.048	0.066	6.25E-05
220	0.014	0.086	0.117	0.004	0.048	0.066	6.25E-05
221	0.015	0.089	0.122	0.004	0.048	0.067	6.25E-05
222	0.015	0.090	0.122	0.004	0.048	0.066	6.25E-05
223	0.013	0.085	0.115	0.004	0.048	0.066	6.25E-05
224	0.014	0.086	0.117	0.004	0.048	0.066	6.25E-05
225	0.014	0.087	0.119	0.004	0.048	0.066	6.25E-05
226	0.014	0.086	0.116	0.004	0.048	0.066	6.25E-05
227	0.014	0.086	0.116	0.004	0.048	0.067	3.125E-05
228	0.014	0.088	0.120	0.004	0.048	0.066	3.125E-05
229	0.014	0.087	0.118	0.004	0.048	0.066	3.125E-05
230	0.015	0.089	0.123	0.004	0.048	0.066	3.125E-05

231	0.013	0.084	0.113	0.004	0.048	0.066	3.125E-05
232	0.015	0.089	0.122	0.004	0.048	0.067	3.125E-05
233	0.013	0.086	0.114	0.005	0.048	0.067	3.125E-05
234	0.014	0.086	0.117	0.005	0.048	0.067	3.125E-05
235	0.014	0.086	0.118	0.005	0.048	0.067	3.125E-05
236	0.014	0.086	0.118	0.005	0.048	0.068	3.125E-05
237	0.013	0.085	0.115	0.004	0.047	0.066	3.125E-05
238	0.014	0.087	0.119	0.004	0.047	0.067	3.125E-05
239	0.013	0.086	0.115	0.005	0.048	0.067	3.125E-05
240	0.014	0.088	0.118	0.005	0.048	0.068	3.125E-05
241	0.013	0.083	0.113	0.004	0.047	0.066	3.125E-05
242	0.013	0.085	0.116	0.004	0.047	0.066	1.5625E-05
243	0.013	0.084	0.114	0.004	0.047	0.066	1.5625E-05
244	0.013	0.086	0.116	0.004	0.047	0.066	1.5625E-05
245	0.014	0.087	0.117	0.004	0.047	0.065	1.5625E-05
246	0.014	0.087	0.119	0.004	0.047	0.066	1.5625E-05
247	0.013	0.085	0.114	0.004	0.047	0.066	1.5625E-05
248	0.015	0.088	0.121	0.004	0.047	0.065	1.5625E-05
249	0.012	0.082	0.112	0.004	0.047	0.066	1.5625E-05
250	0.013	0.085	0.115	0.004	0.047	0.066	1.5625E-05
251	0.015	0.088	0.122	0.004	0.047	0.066	1.5625E-05
252	0.013	0.085	0.116	0.004	0.047	0.066	1.5625E-05
253	0.013	0.086	0.116	0.004	0.047	0.066	1.5625E-05
254	0.013	0.084	0.115	0.004	0.047	0.066	1.5625E-05
255	0.013	0.084	0.114	0.004	0.048	0.067	1.5625E-05
256	0.014	0.086	0.117	0.004	0.048	0.067	1.5625E-05
257	0.013	0.083	0.114	0.004	0.048	0.067	7.8125E-06
258	0.013	0.085	0.114	0.005	0.048	0.068	7.8125E-06
259	0.014	0.086	0.118	0.005	0.048	0.068	7.8125E-06
260	0.014	0.086	0.118	0.005	0.048	0.068	7.8125E-06
261	0.014	0.086	0.117	0.005	0.049	0.068	7.8125E-06
262	0.012	0.083	0.111	0.005	0.048	0.068	7.8125E-06
263	0.013	0.085	0.114	0.005	0.048	0.067	7.8125E-06
264	0.013	0.084	0.114	0.004	0.048	0.067	7.8125E-06
265	0.012	0.083	0.111	0.004	0.047	0.066	7.8125E-06
266	0.015	0.088	0.122	0.004	0.047	0.066	7.8125E-06
267	0.016	0.092	0.126	0.004	0.047	0.066	7.8125E-06
268	0.014	0.086	0.116	0.004	0.047	0.066	7.8125E-06
269	0.012	0.083	0.112	0.004	0.047	0.065	7.8125E-06

270	0.013	0.084	0.115	0.004	0.047	0.065	7.8125E-06
271	0.013	0.083	0.114	0.004	0.047	0.066	7.8125E-06
272	0.014	0.087	0.118	0.004	0.047	0.066	3.90625E-06
273	0.012	0.081	0.111	0.004	0.047	0.067	3.90625E-06
274	0.014	0.086	0.116	0.004	0.047	0.066	3.90625E-06
275	0.012	0.083	0.112	0.004	0.047	0.066	3.90625E-06
276	0.014	0.087	0.118	0.004	0.047	0.066	3.90625E-06
277	0.013	0.084	0.114	0.004	0.047	0.066	3.90625E-06
278	0.012	0.082	0.111	0.004	0.047	0.065	3.90625E-06
279	0.014	0.086	0.117	0.004	0.046	0.065	3.90625E-06
280	0.013	0.084	0.113	0.004	0.046	0.064	3.90625E-06
281	0.013	0.082	0.112	0.004	0.046	0.064	3.90625E-06
282	0.013	0.083	0.113	0.004	0.046	0.064	3.90625E-06
283	0.012	0.081	0.110	0.004	0.046	0.064	3.90625E-06
284	0.014	0.085	0.116	0.004	0.047	0.065	3.90625E-06
285	0.013	0.085	0.114	0.004	0.047	0.065	3.90625E-06
286	0.015	0.089	0.122	0.004	0.047	0.065	3.90625E-06
287	0.012	0.081	0.109	0.004	0.047	0.065	3.90625E-06
288	0.013	0.084	0.112	0.004	0.047	0.065	3.90625E-06
289	0.013	0.083	0.112	0.004	0.046	0.065	3.90625E-06
290	0.014	0.087	0.117	0.004	0.046	0.065	3.90625E-06
291	0.013	0.084	0.113	0.004	0.047	0.065	3.90625E-06
292	0.013	0.084	0.113	0.004	0.046	0.065	3.90625E-06
293	0.013	0.083	0.113	0.004	0.047	0.066	3.90625E-06
294	0.013	0.085	0.116	0.004	0.047	0.066	3.90625E-06
295	0.013	0.085	0.114	0.004	0.046	0.065	1.95313E-06
296	0.014	0.085	0.120	0.004	0.047	0.066	1.95313E-06
297	0.014	0.085	0.117	0.004	0.047	0.067	1.95313E-06
298	0.013	0.083	0.114	0.004	0.047	0.066	1.95313E-06
299	0.013	0.086	0.116	0.004	0.047	0.065	1.95313E-06
300	0.012	0.083	0.112	0.004	0.047	0.065	1.95313E-06
301	0.013	0.085	0.115	0.004	0.047	0.065	1.95313E-06
302	0.014	0.086	0.117	0.004	0.047	0.066	1.95313E-06
303	0.013	0.083	0.112	0.004	0.047	0.066	1.95313E-06
304	0.013	0.085	0.115	0.004	0.047	0.065	1.95313E-06
305	0.014	0.087	0.119	0.004	0.047	0.066	1.95313E-06
306	0.013	0.085	0.116	0.004	0.047	0.066	1.95313E-06
307	0.014	0.086	0.117	0.004	0.047	0.066	1.95313E-06
308	0.013	0.085	0.115	0.004	0.047	0.067	1.95313E-06

309	0.013	0.083	0.113	0.004	0.047	0.066	1.95313E-06
310	0.014	0.088	0.120	0.004	0.047	0.066	0.000001000
311	0.012	0.083	0.111	0.004	0.047	0.066	0.000001000
312	0.013	0.084	0.114	0.004	0.047	0.065	0.000001000
313	0.015	0.089	0.123	0.004	0.047	0.067	0.000001000
314	0.013	0.083	0.112	0.004	0.047	0.066	0.000001000
315	0.013	0.083	0.113	0.004	0.047	0.067	0.000001000
316	0.014	0.087	0.117	0.005	0.047	0.067	0.000001000
317	0.014	0.087	0.119	0.005	0.048	0.068	0.000001000
318	0.014	0.086	0.117	0.004	0.047	0.067	0.000001000
319	0.014	0.086	0.116	0.005	0.047	0.067	0.000001000
320	0.013	0.084	0.115	0.005	0.047	0.067	0.000001000
321	0.015	0.089	0.121	0.005	0.047	0.067	0.000001000
322	0.013	0.083	0.112	0.004	0.047	0.066	0.000001000

***Nota**:* Elaboración propia

A3.1 Datos obtenidos del entrenamiento del RNA

Tabla 87

Comparación de PMDA observada y predicha en entrenamiento, período 1981–1992.

Índice	1981		1982		1983		1984		1985		1986		1987		1988		1989		1990		1991		1992	
	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.
1	19.07	18.93	24.08	24.48	22.70	23.16	20.61	19.97	33.60	35.26	20.36	20.72	25.55	25.90	21.41	21.09	22.85	22.14	23.51	24.07	19.62	19.47	30.65	32.02
3	34.71	34.88	38.70	39.62	23.38	23.86	32.14	32.08	17.49	17.70	24.32	23.83	19.72	19.83	35.91	36.04	25.54	24.77	21.07	21.44	17.55	17.46	19.93	20.12
4	17.41	16.68	21.59	21.30	19.47	19.06	41.80	41.72	23.95	23.90	23.86	23.62	25.25	25.26	37.55	37.24	34.21	33.60	26.51	26.04	30.24	30.21	22.71	22.30
6	10.04	9.07	17.72	17.99	11.90	11.75	14.68	15.01	10.46	9.76	9.66	9.15	11.10	10.79	13.89	13.56	14.36	14.32	12.22	11.30	12.52	12.45	11.63	11.25
7	17.75	17.53	15.98	15.86	20.01	20.17	19.36	18.71	10.86	9.92	11.63	11.49	15.30	15.26	27.40	27.04	19.53	18.33	14.38	14.53	19.39	19.43	13.14	12.70
8	24.45	24.25	20.64	20.49	11.02	10.81	35.46	36.44	15.57	15.00	26.19	26.06	9.64	9.07	25.11	24.94	48.26	49.81	23.29	23.25	22.39	23.05	18.19	18.14
10	14.23	14.66	22.52	21.58	17.91	17.47	15.52	15.92	11.61	11.00	14.19	13.92	13.00	12.68	18.57	18.30	17.97	17.22	20.83	20.54	14.48	14.13	13.63	13.93
12	27.08	26.92	36.23	36.91	24.23	24.02	30.87	30.83	20.30	20.33	31.38	31.71	23.88	24.18	31.51	31.07	32.92	31.82	16.16	15.55	20.74	20.68	24.10	24.37
13	29.40	29.96	34.28	34.45	36.36	36.83	51.44	52.08	34.51	35.13	30.94	31.31	37.88	38.09	44.41	45.01	41.17	41.58	34.28	34.37	37.10	37.44	36.33	37.16
14	10.79	10.82	9.35	9.13	11.76	11.25	13.74	13.47	9.60	9.47	15.83	15.36	16.44	16.07	17.62	17.98	14.25	14.40	15.71	15.09	13.38	13.26	10.66	10.37
20	25.00	25.17	37.40	38.78	37.44	38.99	49.72	50.95	26.60	26.82	34.00	34.70	42.28	43.84	41.42	41.87	52.44	52.94	46.85	48.66	38.35	39.66	30.57	31.48
21	19.38	18.63	20.07	19.97	28.17	28.45	25.12	24.92	18.98	19.09	17.47	17.67	23.75	24.34	30.68	30.39	37.31	36.89	31.90	32.73	21.44	21.35	22.32	22.24
26	19.07	18.93	24.08	24.48	22.70	23.16	20.61	19.97	33.60	35.26	20.36	20.72	25.55	25.90	21.41	21.09	22.85	22.14	23.51	24.07	19.62	19.47	30.65	32.02
27	28.07	27.65	31.61	31.68	33.80	33.82	45.02	45.40	23.32	23.34	23.56	23.32	37.25	37.17	45.66	45.68	38.92	39.39	30.20	30.17	29.96	29.81	23.97	23.81
28	34.71	34.88	38.70	39.62	23.38	23.86	32.14	32.08	17.49	17.70	24.32	23.83	19.72	19.83	35.91	36.04	25.54	24.77	21.07	21.44	17.55	17.46	19.93	20.12
29	17.41	16.68	21.59	21.30	19.47	19.06	41.80	41.72	23.95	23.90	23.86	23.62	25.25	25.26	37.55	37.24	34.21	33.60	26.51	26.04	30.24	30.21	22.71	22.30
32	17.75	17.53	15.98	15.86	20.01	20.17	19.36	18.71	10.86	9.92	11.63	11.49	15.30	15.26	27.40	27.04	19.53	18.33	14.38	14.53	19.39	19.43	13.14	12.70
34	12.95	11.85	14.31	14.26	11.35	10.56	11.03	9.83	9.26	9.14	9.54	9.42	9.40	8.78	12.87	11.66	12.18	11.48	17.14	16.73	12.05	11.83	11.29	9.95
35	14.23	14.66	22.52	21.58	17.91	17.47	15.52	15.92	11.61	11.00	14.19	13.92	13.00	12.68	18.57	18.30	17.97	17.22	20.83	20.54	14.48	14.13	13.63	13.93
36	31.97	32.45	35.60	36.08	23.66	23.43	36.70	36.90	21.96	22.04	35.73	36.83	25.16	25.24	34.68	34.86	81.72	83.89	24.85	24.85	29.96	30.22	25.14	25.27
37	27.08	26.92	36.23	36.91	24.23	24.02	30.87	30.83	20.30	20.33	31.38	31.71	23.88	24.18	31.51	31.07	32.92	31.82	16.16	15.55	20.74	20.68	24.10	24.37
38	29.40	29.96	34.28	34.45	36.36	36.83	51.44	52.08	34.51	35.13	30.94	31.31	37.88	38.09	44.41	45.01	41.17	41.58	34.28	34.37	37.10	37.44	36.33	37.16
40	32.68	33.07	39.11	38.93	22.45	22.19	33.94	33.84	29.38	29.35	32.44	33.00	27.27	27.38	43.98	44.39	40.13	39.65	27.80	28.25	21.36	21.44	24.47	24.20
41	32.55	32.73	38.33	38.56	30.43	30.67	29.61	29.79	24.72	24.82	40.52	40.39	33.17	33.38	35.96	35.98	80.61	81.02	28.94	29.08	32.58	32.87	30.77	30.78
43	22.72	22.06	26.65	26.00	27.67	27.91	33.77	33.96	22.58	22.52	35.35	34.96	17.64	17.06	26.83	26.49	25.07	24.33	24.83	25.01	24.34	24.55	18.09	17.84
44	15.69	17.02	18.56	18.16	20.34	19.85	39.71	39.68	17.67	17.31	19.58	19.68	22.43	22.85	31.67	31.37	32.43	31.34	19.11	19.55	24.54	24.56	20.16	19.99
47	23.72	24.61	26.41	26.53	21.88	22.45	29.76	29.95	19.68	19.79	24.39	24.34	22.58	22.72	29.44	30.42	34.01	35.73	23.77	23.68	22.82	23.27	20.96	21.27
48	25.56	24.61	27.23	26.53	22.62	22.45	30.07	29.95	20.16	19.79	25.07	24.34	23.34	22.72	30.18	30.42	34.49	35.73	24.28	23.68	23.21	23.27	21.59	21.27
49	27.41	25.75	27.37	27.17	22.62	22.79	30.50	29.54	19.55	20.15	25.29	25.13	23.24	23.41	30.57	30.50	35.02	35.29	24.32	23.75	23.37	23.59	21.18	21.78
50	12.79	12.63	8.43	15.55	5.54	10.52	22.92	14.88	9.24	9.49	9.39	11.62	5.96	7.39	13.20	13.85	23.37	15.32	12.63	18.25	14.14	11.37	7.21	9.28
51	19.37	19.23	20.12	20.35	28.15	28.01	25.23	25.31	18.88	19.04	17.54	18.18	23.73	24.32	30.66	30.27	37.20	37.09	31.98	32.38	21.30	21.67	22.36	22.18
52	14.16	14.83	22.50	21.59	17.86	17.54	15.57	15.98	11.62	11.08	14.23	14.10	13.01	12.95	18.52	18.44	17.92	17.30	20.81	20.46	14.41	14.23	13.64	13.97
53	34.73	34.80	38.67	39.29	23.32	23.57	32.17	32.18	17.49	17.50	24.36	23.81	19.69	19.61	35.92	35.85	25.58	25.37	21.06	21.31	17.49	17.50	20.02	19.92
54	24.48	23.96	20.58	20.41	10.99	10.69	35.44	36.24	15.56	15.11	26.17	25.73	9.61	8.96	25.06	25.03	48.16	49.30	23.32	23.21	22.37	22.80	18.16	18.03
58	14.23	14.62	22.57	21.53	17.92	17.29	15.48	16.03	11.68	10.91	14.16	14.00	13.06	12.68	18.66	18.06	17.99	16.98	20.74	20.44	14.46	14.12	13.63	13.80
59	19.00	18.85	23.99	24.51	22.75	23.18	20.60	19.94	33.63	35.38	20.28	20.64	25.62	25.95	21.38	21.02	22.83	22.11	23.61	24.03	19.63	19.45	30.62	32.11
60	58.27	60.98	53.95	55.48	31.94	33.00	35.16	35.32	33.03	33.97	55.70	56.94	37.32	39.16	43.18	44.43	38.89	39.58	34.70	36.00	27.34	28.45	35.32	36.49
61	10.08	9.22	17.77	17.94	11.95	11.91	14.67	14.74	10.55	9.97	9.60	9.20	11.11	10.98	13.91	13.86	14.32	14.58	12.26	11.45	12.55	12.56	11.66	11.36
62	17.79	17.42	15.96	15.87	19.97	20.14	19.34	18.82	10.89	9.82	11.61	11.62	15.28	15.24	27.43	26.98	19.63	18.48	14.40	14.66	19.39	19.39	13.16	12.74
64	23.64	24.61	26.40	26.53	21.90	22.45	29.71	29.95	19.68	19.79	24.38	24.34	22.56	22.72	29.53	30.42	33.98	35.73	23.76	23.68	22.87	23.27	20.93	21.27
65	24.43	24.30	20.73	20.52	10.96	10.79	35.51	36.46	15.44	14.95	26.26	26.00	9.70	9.08	25.18	24.96	48.26	49.75	23.31	23.16	22.47	23.07	18.18	18.14
67	15.67	17.11	18.61	18.37	20.32	19.90	39.71	39.81	17.64	17.29	19.51	19.84	22.44	22.96	31.66	31.41	32.37	31.41	19.16	19.59	24.57	24.60	20.08	20.02
71	19.09	19.15	24.07	24.72	22.71	23.07	20.56	20.42	33.56	35.07	20.43	21.24	25.52	25.96	21.35	21.26	22.86	22.44	23.52	24.16	19.62	19.67	30.58	31.85
74	16.21	15.53	15.89	14.79	9.84	9.76	16.38	16.20	8.41	7.72	15.01	13.93	17.54	16.95	14.16	14.11	14.09	14.56	16.28	15.91	18.49	18.22	10.98	10.69
80	25.06	24.92	37.39	38.81	37.42	39.19	49.82	51.29	26.62	26.92	34.03	34.83	42.23	44.19	41.35	41.73	52.48	53.02	46.90	49.16	38.27	40.04	30.58	31.69
81	24.50	24.08	20.61	20.66	11.07	10.86	35.45	36.50	15.52	14.97	26.15	26.05	9.64	9.04	25.09	25.19	48.30	49.90	23.23	23.23	22.38	23.14	18.18	18.14
83	28.06	27.66	31.65	31.58	33.84	33.94	45.01	45.38	23.27	23.23	23.56	23.20	37.24	37.17	45.59	45.87	38.84	39.26	30.21	30.19	30.03	29.94	23.92	23.75
85	34.74	34.81	38.72	39.57	23.32	23.75	32.12	32.10	17.41	17.66	24.33	23.78	19.71	19.78	35.89	36.03	25.66	25.00	21.18	21.37	17.57	17.49	19.95	20.08
87	34.73	34.94	38.73	39.59	23.30	23.56	32.11	32.18	17.46	17.61	24.23	23.71	19.79	19.69	35.98	36.01	25.58	24.90	21.11	21.24	17.54	17.48	19.88	19.97
88	14.16	14.77	22.49	21.73	17.90	17.57	15.47	15.89	11.59	11.03	14.20	13.99	12.96	12.85	18.71	18.48	17.94	17.25	20.89	20.58	14.53	14.19	13.68	13.96

Nota. Elaboración propia.

Tabla 88

Comparación de PMDA observada y predicha en entrenamiento, período 1993–2004.

Índice	1993		1994		1995		1996		1997		1998		1999		2000		2001		2002		2003		2004	
	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.
1	23.13	23.39	25.66	26.40	16.27	16.44	22.13	22.55	20.31	19.87	20.60	20.86	21.23	21.45	21.65	21.96	17.24	17.54	19.63	19.86	21.68	22.10	20.55	20.67
3	22.23	22.23	25.16	25.63	13.95	13.75	21.52	21.34	21.02	19.43	19.47	19.40	20.85	20.92	26.53	26.57	15.96	16.01	19.15	18.80	20.05	19.87	18.26	17.92
4	18.77	18.60	17.52	17.05	23.53	23.45	23.98	23.63	51.51	51.60	28.52	28.63	30.77	30.69	11.58	11.15	12.23	11.82	26.44	26.45	20.33	20.10	25.70	25.61
6	16.16	16.05	11.07	10.64	8.96	8.38	11.93	11.69	12.90	11.95	12.97	12.45	14.68	14.38	8.24	8.15	7.28	7.20	10.27	10.43	10.22	9.79	9.98	9.98
7	20.89	21.49	19.46	20.12	11.85	11.89	14.08	14.43	15.76	16.64	13.76	14.49	23.83	24.61	17.74	17.66	13.68	13.78	12.86	12.15	16.40	15.49	14.73	14.33
8	22.64	23.14	31.97	32.98	16.23	16.51	27.80	28.14	20.57	21.64	23.80	24.30	19.65	20.25	29.02	29.62	19.56	19.54	16.90	16.93	21.68	21.75	23.84	24.25
10	12.51	12.91	15.14	14.90	11.40	10.97	17.66	17.34	15.18	15.90	11.85	11.52	17.18	17.39	15.85	15.80	13.95	14.00	13.45	13.37	12.62	12.69	12.75	12.48
12	25.64	25.59	22.97	22.53	16.96	16.64	36.84	37.87	23.37	23.46	23.58	23.66	17.09	16.77	26.03	26.22	23.41	23.59	19.27	19.32	21.65	21.45	23.78	23.95
13	43.26	43.94	38.42	38.76	25.10	25.03	34.65	35.27	82.56	83.65	36.87	36.82	36.45	36.79	21.29	21.80	20.14	20.14	23.44	23.57	26.17	26.66	38.18	38.80
14	15.09	14.91	16.60	15.70	12.08	11.92	10.63	10.55	14.70	14.34	14.95	14.59	12.82	12.69	14.09	13.58	12.72	12.18	10.24	10.13	11.79	11.69	12.33	12.17
20	36.70	38.25	39.27	40.52	28.41	28.71	41.89	43.04	32.86	33.74	34.01	34.39	50.29	52.75	34.90	35.13	28.25	28.21	25.53	25.74	25.96	26.29	26.66	27.30
21	25.86	26.02	28.35	28.36	14.49	14.15	17.03	16.82	17.82	18.18	17.99	17.88	24.37	24.67	12.80	12.46	14.05	13.81	17.10	17.00	17.17	17.19	18.54	18.64
26	23.13	23.39	25.66	26.40	16.27	16.44	22.13	22.55	20.31	19.87	20.60	20.86	21.23	21.45	21.65	21.96	17.24	17.54	19.63	19.86	21.68	22.10	20.55	20.67
27	31.73	31.82	35.81	36.03	19.65	19.91	37.47	37.34	32.38	31.64	26.24	25.99	27.13	27.19	24.57	25.09	25.98	26.21	26.27	26.34	20.87	20.86	20.16	20.08
28	22.23	22.23	25.16	25.63	13.95	13.75	21.52	21.34	21.02	19.43	19.47	19.40	20.85	20.92	26.53	26.57	15.96	16.01	19.15	18.80	20.05	19.87	18.26	17.92
29	18.77	18.60	17.52	17.05	23.53	23.45	23.98	23.63	51.51	51.60	28.52	28.63	30.77	30.69	11.58	11.15	12.23	11.82	26.44	26.45	20.33	20.10	25.70	25.61
32	20.89	21.49	19.46	20.12	11.85	11.89	14.08	14.43	15.76	16.64	13.76	14.49	23.83	24.61	17.74	17.66	13.68	13.78	12.86	12.15	16.40	15.49	14.73	14.33
34	10.36	9.56	9.98	10.13	9.23	9.50	13.28	13.17	11.43	10.20	10.31	10.07	14.77	14.40	14.55	14.73	14.47	14.21	10.71	9.85	10.83	10.78	8.96	8.80
35	12.51	12.91	15.14	14.90	11.40	10.97	17.66	17.34	15.18	15.90	11.85	11.52	17.18	17.39	15.85	15.80	13.95	14.00	13.45	13.37	12.62	12.69	12.75	12.48
36	31.65	32.01	27.09	26.74	29.86	30.07	23.16	23.20	24.19	24.42	23.73	23.62	22.30	22.41	33.33	33.90	22.16	22.17	20.88	20.88	24.08	24.24	27.19	27.45
37	25.64	25.59	22.97	22.53	16.96	16.64	36.84	37.87	23.37	23.46	23.58	23.66	17.09	16.77	26.03	26.22	23.41	23.59	19.27	19.32	21.65	21.45	23.78	23.95
38	43.26	43.94	38.42	38.76	25.10	25.03	34.65	35.27	82.56	83.65	36.87	36.82	36.45	36.79	21.29	21.80	20.14	20.14	23.44	23.57	26.17	26.66	38.18	38.80
40	20.61	20.59	23.86	23.62	19.45	19.39	24.43	25.20	23.57	24.53	30.21	30.84	24.05	24.93	30.21	30.34	21.49	21.29	23.65	24.14	26.02	26.05	18.27	18.12
41	25.78	25.98	21.73	22.40	28.77	29.03	26.49	26.54	35.46	35.40	25.17	25.47	22.80	22.82	28.12	28.23	20.21	20.37	21.44	21.53	24.20	24.39	21.07	21.18
43	27.74	27.84	36.34	36.80	18.09	17.90	23.80	23.27	25.05	25.61	32.74	32.95	33.57	34.42	30.49	30.81	23.93	23.78	27.04	27.18	36.05	36.52	21.32	20.95
44	17.36	17.53	17.78	17.41	19.20	19.59	18.24	18.37	46.22	47.74	23.92	24.89	19.90	20.22	13.14	11.92	11.64	11.10	20.21	20.25	19.18	19.00	20.25	20.45
47	23.25	23.34	24.40	24.51	17.89	18.09	22.92	22.65	26.54	25.86	22.63	22.63	23.03	22.93	21.30	21.27	17.71	17.73	18.81	19.07	20.31	20.42	19.87	20.11
48	23.75	23.34	24.53	24.51	18.13	18.09	23.27	22.65	27.22	25.86	23.04	22.63	23.43	22.93	21.45	21.27	17.78	17.73	19.14	19.07	20.53	20.42	20.23	20.11
49	23.78	23.67	24.48	24.66	18.21	17.79	23.32	23.38	27.53	25.48	23.15	22.77	23.52	23.08	21.45	20.92	17.80	17.72	19.12	19.20	20.48	20.50	20.21	20.00
50	12.07	9.02	21.42	12.33	12.76	10.81	15.09	15.48	11.64	12.69	13.67	11.49	14.43	15.67	17.80	14.63	16.09	14.52	11.52	11.59	15.35	12.38	12.02	10.28
51	25.80	26.09	28.33	28.28	14.38	14.58	17.07	17.25	17.83	18.55	17.87	18.41	24.34	24.82	12.78	13.20	14.13	14.19	17.16	17.15	17.24	17.37	18.52	18.80
52	12.47	13.08	15.19	14.96	11.40	11.12	17.63	17.23	15.21	16.33	11.82	11.60	17.16	17.33	15.81	15.67	13.96	13.89	13.38	13.39	12.61	12.77	12.71	12.60
53	22.27	22.18	25.22	25.60	14.02	13.81	21.59	21.24	21.02	19.44	19.41	19.24	20.87	20.86	26.50	26.54	15.95	16.00	19.21	18.69	20.08	19.89	18.30	18.09
54	22.61	22.79	31.89	32.77	16.21	16.32	27.86	28.29	20.60	21.45	23.84	24.05	19.64	20.20	29.05	29.22	19.51	19.52	16.81	16.93	21.75	21.50	23.83	24.11
58	12.44	12.85	15.22	14.79	11.41	10.96	17.66	17.28	15.15	15.87	11.79	11.47	17.17	17.42	15.91	15.84	13.96	14.01	13.39	13.41	12.60	12.76	12.88	12.54
59	23.18	23.49	25.66	26.41	16.23	16.42	22.13	22.56	20.25	19.80	20.61	20.86	21.25	21.48	21.68	21.93	17.19	17.54	19.46	19.87	21.67	22.07	20.53	20.72
60	37.49	39.15	40.95	42.49	30.17	31.02	33.41	33.91	32.43	32.80	41.64	42.92	22.53	23.18	26.93	26.61	29.23	29.49	26.79	27.62	33.59	33.89	32.98	33.44
61	16.16	16.06	11.02	10.66	8.86	8.55	11.95	11.70	12.88	12.00	12.98	12.65	14.74	14.38	8.22	8.24	7.27	7.28	10.21	10.46	10.21	9.77	10.08	9.89
62	20.89	21.46	19.47	20.18	11.81	11.91	14.00	14.47	15.71	16.62	13.72	14.36	23.86	24.53	17.79	17.55	13.62	13.77	12.93	12.08	16.39	15.45	14.85	14.46
64	23.20	23.34	24.30	24.51	17.94	18.09	22.90	22.65	26.62	25.86	22.67	22.63	23.02	22.93	21.27	21.27	17.73	17.73	18.77	19.07	20.29	20.42	19.93	20.11
65	22.56	23.21	31.96	33.00	16.32	16.47	27.79	28.21	20.53	21.61	23.90	24.30	19.63	20.23	29.08	29.59	19.49	19.51	16.90	16.90	21.69	21.72	23.86	24.27
67	17.46	17.57	17.82	17.43	19.23	19.56	18.16	18.54	46.29	47.71	24.01	24.88	19.88	20.27	13.10	12.03	11.68	11.18	20.28	20.25	19.22	19.02	20.28	20.47
71	23.16	23.46	25.73	26.50	16.36	16.57	22.12	22.75	20.26	20.11	20.59	20.94	21.27	21.64	21.73	22.03	17.24	17.63	19.63	19.93	21.67	22.25	20.46	20.85
74	13.65	13.07	10.02	9.19	7.19	6.94	8.89	7.91	13.04	11.79	11.89	10.97	16.02	16.12	9.84	9.17	5.84	5.85	11.25	11.43	10.80	10.45	9.61	9.22
80	36.65	38.52	39.18	40.75	28.38	28.85	41.90	43.36	32.83	33.99	33.97	34.66	50.33	53.57	34.97	35.36	28.28	28.30	25.58	25.74	25.93	26.39	26.73	27.45
81	22.62	23.22	31.94	32.96	16.22	16.62	27.83	28.29	20.62	21.85	23.85	24.36	19.71	20.32	29.11	29.64	19.53	19.62	16.87	17.01	21.63	21.75	23.85	24.27
83	31.67	31.94	35.91	36.19	19.64	19.89	37.49	37.38	32.43	31.85	26.23	26.08	27.18	27.33	24.57	25.02	25.94	26.19	26.18	26.40	20.87	20.89	20.14	20.14
85	22.28	22.27	25.18	25.64	13.84	13.73	21.52	21.44	20.97	19.27	19.51	19.34	20.86	20.84	26.49	26.57	16.03	16.01	19.20	18.82	20.08	19.81	18.28	17.99
87	22.19	22.34	25.16	25.70	13.99	13.63	21.53	21.60	20.93	18.98	19.43	19.31	20.79	20.74	26.55	26.59	15.93	16.00	19.13	18.84	20.01	19.76	18.31	17.98
88	12.40	12.96	15.09	14.95	11.35	11.00	17.73	17.51	15.22	16.02	11.87	11.61	17.17	17.41	15.86	15.93	13.96	14.07	13.56	13.44	12.59	12.65	12.75	12.51

Nota. Elaboración propia.

Tabla 89

Comparación de PMDA observada y predicha en entrenamiento, período 2005–2016.

Índice	2005		2006		2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016	
	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.
1	22.48	22.90	19.54	19.56	22.48	22.67	18.11	18.18	27.75	27.91	20.96	20.91	24.81	24.98	24.42	23.95	23.18	23.54	24.91	25.48	17.18	17.47	25.20	26.07
3	21.89	21.24	19.66	19.44	22.28	22.33	16.37	16.30	20.78	20.65	15.80	15.78	23.87	24.00	28.78	28.56	14.67	14.56	20.32	19.96	31.69	32.69	22.46	22.75
4	34.41	34.56	23.60	23.55	20.78	20.61	17.80	17.68	30.37	30.07	20.02	19.88	20.93	20.52	30.74	30.51	22.07	22.35	20.75	20.77	19.69	19.43	26.06	26.14
6	11.23	10.91	8.06	7.96	11.51	11.31	10.06	9.93	16.77	15.83	15.15	14.79	11.65	11.47	14.06	13.12	11.81	11.53	10.26	9.88	10.30	10.09	10.82	10.49
7	19.07	19.74	16.63	16.88	20.43	20.02	15.18	15.19	17.90	17.41	21.27	20.82	22.13	21.62	24.13	23.52	16.55	16.27	14.63	14.88	14.38	14.14	13.32	13.53
8	21.98	22.41	18.15	18.16	27.15	27.52	17.90	17.96	25.75	25.94	16.28	15.65	24.61	24.79	25.87	25.98	18.61	18.59	16.74	16.79	16.86	16.82	14.04	13.65
10	12.18	12.58	14.97	14.70	14.63	14.63	13.64	13.47	12.93	12.57	12.82	13.01	16.11	15.13	19.07	18.66	12.96	12.15	13.13	13.44	13.47	13.24	13.45	13.73
12	16.23	16.12	24.09	24.06	19.13	18.83	22.19	22.27	22.68	21.99	19.12	19.22	23.99	23.88	23.85	23.12	19.30	19.13	22.23	22.56	18.58	17.89	24.05	24.18
13	40.52	40.94	40.35	41.05	33.84	34.46	28.95	29.44	56.70	57.38	40.80	41.06	32.16	32.67	35.59	35.72	48.20	48.81	35.39	35.48	26.32	26.50	33.34	33.97
14	14.26	14.20	12.73	12.15	18.12	17.89	10.12	9.95	11.69	11.74	11.60	11.58	13.71	13.66	14.61	14.83	12.81	12.47	14.32	13.94	14.11	13.61	10.83	10.52
20	61.90	65.06	30.75	30.57	28.04	28.08	30.03	30.64	46.16	47.97	43.41	45.62	30.98	30.85	42.68	43.92	31.83	32.68	40.41	42.33	30.31	30.60	21.45	21.22
21	22.52	23.36	20.83	21.04	18.50	18.44	19.09	19.34	34.74	35.00	25.90	26.58	23.66	23.71	30.59	30.89	20.73	20.85	19.92	20.14	17.91	17.68	18.26	18.26
26	22.48	22.90	19.54	19.56	22.48	22.67	18.11	18.18	27.75	27.91	20.96	20.91	24.81	24.98	24.42	23.95	23.18	23.54	24.91	25.48	17.18	17.47	25.20	26.07
27	26.18	26.30	38.38	39.01	25.88	25.96	25.56	25.70	48.70	48.39	46.30	46.42	39.36	39.83	32.56	32.29	33.11	33.07	31.57	31.80	23.03	23.17	18.48	18.56
28	21.89	21.24	19.66	19.44	22.28	22.33	16.37	16.30	20.78	20.65	15.80	15.78	23.87	24.00	28.78	28.56	14.67	14.56	20.32	19.96	31.69	32.69	22.46	22.75
29	34.41	34.56	23.60	23.55	20.78	20.61	17.80	17.68	30.37	30.07	20.02	19.88	20.93	20.52	30.74	30.51	22.07	22.35	20.75	20.77	19.69	19.43	26.06	26.14
32	19.07	19.74	16.63	16.88	20.43	20.02	15.18	15.19	17.90	17.41	21.27	20.82	22.13	21.62	24.13	23.52	16.55	16.27	14.63	14.88	14.38	14.14	13.32	13.53
34	9.57	8.53	10.70	10.34	12.44	12.22	12.72	12.51	10.46	9.51	9.84	8.74	11.48	11.90	13.90	14.56	12.68	12.24	10.42	10.22	11.20	10.66	13.38	12.68
35	12.18	12.58	14.97	14.70	14.63	14.63	13.64	13.47	12.93	12.57	12.82	13.01	16.11	15.13	19.07	18.66	12.96	12.15	13.13	13.44	13.47	13.24	13.45	13.73
36	19.60	19.68	26.87	27.11	28.92	29.29	18.36	18.20	17.53	16.87	23.47	23.77	37.23	37.64	26.91	27.40	17.84	17.04	20.57	20.91	23.25	22.75	16.47	16.33
37	16.23	16.12	24.09	24.06	19.13	18.83	22.19	22.27	22.68	21.99	19.12	19.22	23.99	23.88	23.85	23.12	19.30	19.13	22.23	22.56	18.58	17.89	24.05	24.18
38	40.52	40.94	40.35	41.05	33.84	34.46	28.95	29.44	56.70	57.38	40.80	41.06	32.16	32.67	35.59	35.72	48.20	48.81	35.39	35.48	26.32	26.50	33.34	33.97
40	33.67	34.69	24.21	24.03	30.52	30.69	21.61	21.82	25.78	25.32	14.63	13.42	29.73	29.69	30.93	31.73	23.39	22.73	20.48	20.98	44.57	45.00	30.13	30.13
41	27.02	26.81	26.71	26.66	32.62	32.67	18.23	18.32	21.65	21.99	22.17	22.21	31.14	31.36	28.48	28.23	16.54	17.20	17.69	17.62	21.81	22.34	13.85	13.81
43	23.21	23.36	27.12	27.39	29.55	30.12	24.48	24.68	23.85	23.85	32.73	33.24	25.64	25.51	29.65	29.63	25.98	26.21	26.71	26.91	23.63	23.15	19.64	19.55
44	27.25	26.15	20.00	19.54	21.49	21.17	18.78	18.31	38.35	38.45	21.13	20.60	20.18	20.07	29.40	29.85	24.27	23.84	19.77	19.39	19.47	19.93	17.89	18.30
47	23.40	23.30	21.82	21.73	22.48	22.73	18.32	18.60	26.90	26.95	23.04	22.89	23.64	24.50	26.29	26.61	21.46	21.66	21.16	20.96	21.48	21.44	18.91	18.98
48	24.03	23.30	21.99	21.73	22.79	22.73	18.64	18.60	27.28	26.95	23.70	22.89	24.16	24.50	26.66	26.61	21.95	21.66	21.62	20.96	21.85	21.44	19.11	18.98
49	24.10	23.13	22.10	21.49	22.81	22.57	18.67	18.49	27.26	27.60	23.82	23.25	24.13	24.36	26.77	26.82	21.89	21.52	21.47	20.86	22.07	21.83	18.84	18.72
50	9.58	12.26	18.01	12.60	15.49	12.37	11.34	12.04	18.38	14.32	8.56	12.78	12.26	11.99	17.98	16.81	10.59	13.96	10.93	9.34	13.16	13.06	14.43	11.88
51	22.48	23.37	20.85	21.14	18.45	18.59	19.07	19.33	34.83	34.56	25.76	26.56	23.69	23.78	30.55	30.70	20.68	21.10	19.91	20.40	17.87	18.06	18.34	18.32
52	12.12	12.62	14.89	14.73	14.61	14.63	13.62	13.39	12.99	12.70	12.85	13.20	16.09	15.14	19.11	18.63	12.96	12.33	13.06	13.56	13.44	13.29	13.48	13.74
53	21.94	21.24	19.72	19.29	22.35	22.33	16.39	16.25	20.79	20.55	15.77	15.66	23.98	24.02	28.78	28.64	14.64	14.52	20.38	19.80	31.64	32.40	22.46	22.53
54	21.95	22.58	18.10	18.38	27.17	27.37	17.84	17.89	25.78	25.98	16.37	15.52	24.51	24.57	25.96	25.84	18.57	18.54	16.86	16.58	16.86	16.55	13.98	13.89
58	12.18	12.68	15.06	14.68	14.58	14.63	13.67	13.45	12.92	12.44	12.88	13.13	16.15	15.13	19.09	18.59	12.90	12.22	13.10	13.43	13.49	13.25	13.48	13.68
59	22.46	22.94	19.43	19.57	22.53	22.63	18.08	18.19	27.71	28.03	20.94	20.98	24.83	24.98	24.37	23.97	23.19	23.57	24.91	25.56	17.15	17.40	25.22	26.14
60	27.63	28.02	27.18	27.52	20.84	20.63	20.61	20.63	52.10	54.60	49.72	51.85	29.38	30.03	39.48	40.63	44.60	46.43	38.74	40.26	51.03	52.73	27.85	28.18
61	11.26	10.87	8.13	8.08	11.53	11.39	10.12	9.96	16.78	15.87	15.27	14.68	11.60	11.46	14.09	13.12	11.79	11.61	10.26	9.92	10.36	10.09	10.86	10.66
62	19.08	19.87	16.59	16.82	20.44	20.01	15.22	15.18	17.89	17.39	21.22	20.74	22.13	21.61	24.16	23.52	16.55	16.16	14.70	14.91	14.48	14.13	13.38	13.42
64	23.44	23.30	21.88	21.73	22.51	22.73	18.42	18.60	26.91	26.95	22.98	22.89	23.57	24.50	26.37	26.61	21.43	21.66	21.21	20.96	21.52	21.44	18.96	18.98
65	22.04	22.40	18.12	18.11	27.15	27.50	17.93	17.98	25.70	25.99	16.34	15.63	24.62	24.82	25.84	25.99	18.54	18.62	16.67	16.80	16.83	16.80	14.00	13.64
67	27.27	26.22	19.95	19.59	21.43	21.27	18.91	18.34	38.30	38.33	21.16	20.71	20.26	20.15	29.44	29.82	24.31	23.84	19.77	19.46	19.47	19.99	17.89	18.28
71	22.45	23.26	19.58	19.75	22.48	22.82	18.08	18.19	27.79	27.82	21.04	21.32	24.82	25.00	24.39	23.89	23.17	23.65	24.87	25.61	17.21	17.59	25.27	25.95
74	12.45	12.39	11.36	11.21	19.82	19.65	11.89	11.71	10.85	10.05	15.07	14.86	15.13	14.91	14.62	13.88	10.25	9.97	15.60	14.81	10.49	10.37	10.70	10.14
80	61.90	66.29	30.73	30.46	28.06	28.19	29.98	30.89	46.13	48.43	43.46	45.98	31.02	30.63	42.70	44.29	31.81	32.83	40.33	42.87	30.37	30.60	21.41	21.17
81	22.04	22.55	18.27	18.24	27.19	27.46	17.91	18.08	25.72	25.95	16.33	15.51	24.65	24.86	25.88	25.95	18.58	18.54	16.72	16.85	16.89	16.90	14.08	13.68
83	26.19	26.26	38.29	39.07	25.89	26.02	25.63	25.76	48.70	48.48	46.32	46.66	39.38	40.04	32.64	32.42	33.12	33.31	31.58	31.85	22.99	23.12	18.43	18.50
85	21.82	21.10	19.61	19.44	22.41	22.32	16.31	16.30	20.77	20.54	15.86	15.69	23.86	24.14	28.81	28.51	14.67	14.45	20.33	19.93	31.73	32.52	22.39	22.68
87	21.99	20.85	19.68	19.38	22.25	22.28	16.30	16.31	20.79	20.46	15.84	15.56	23.85	24.21	28.71	28.40	14.61	14.41	20.22	19.91	31.70	32.46	22.46	22.66
88	12.25	12.60	15.04	14.83	14.80	14.68	13.62	13.48	12.92	12.47	12.88	12.92	16.09	15.16	18.91	18.66	12.99	12.17	13.10	13.55	13.48	13.26	13.47	13.86

Nota. Elaboración propia.

A3.2 Datos obtenidos de la validación del RNA

Tabla 90

Comparación de PMDA observada y predicha en validación, período 1981–1992.

Índice	1981		1982		1983		1984		1985		1986		1987		1988		1989		1990		1991		1992	
	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.
16	32.55	32.73	38.33	38.56	30.43	30.67	29.61	29.79	24.72	24.82	40.52	40.39	33.17	33.38	35.96	35.98	80.61	81.02	28.94	29.08	32.58	32.87	30.77	30.78
17	16.18	15.41	15.90	14.75	9.88	9.68	16.45	16.20	8.41	7.67	14.89	14.05	17.47	16.86	14.12	14.06	14.02	15.05	16.18	15.96	18.48	18.31	10.95	10.66
18	22.72	22.06	26.65	26.00	27.67	27.91	33.77	33.96	22.58	22.52	35.35	34.96	17.64	17.06	26.83	26.49	25.07	24.33	24.83	25.01	24.34	24.55	18.09	17.84
30	58.25	60.59	53.91	55.18	31.88	32.92	35.11	35.21	33.00	33.86	55.72	56.49	37.27	38.81	43.16	44.18	38.88	39.80	34.64	35.90	27.35	28.26	35.27	36.44
31	10.04	9.07	17.72	17.99	11.90	11.75	14.68	15.01	10.46	9.76	9.66	9.15	11.10	10.79	13.89	13.56	14.36	14.32	12.22	11.30	12.52	12.45	11.63	11.25
39	10.79	10.82	9.35	9.13	11.76	11.25	13.74	13.47	9.60	9.47	15.83	15.36	16.44	16.07	17.62	17.98	14.25	14.40	15.71	15.09	13.38	13.26	10.66	10.37
45	25.00	25.17	37.40	38.78	37.44	38.99	49.72	50.95	26.60	26.82	34.00	34.70	42.28	43.84	41.42	41.87	52.44	52.94	46.85	48.66	38.35	39.66	30.57	31.48
46	19.38	18.63	20.07	19.97	28.17	28.45	25.12	24.92	18.98	19.09	17.47	17.67	23.75	24.34	30.68	30.39	37.31	36.89	31.90	32.73	21.44	21.35	22.32	22.24
55	19.30	17.98	20.07	19.51	28.16	28.86	25.09	24.47	18.99	19.12	17.53	17.10	23.76	24.33	30.71	30.75	37.38	36.50	31.78	32.99	21.39	20.95	22.30	22.29
56	28.12	27.54	31.67	31.73	33.85	33.73	44.99	45.49	23.31	23.41	23.54	23.33	37.24	37.13	45.66	45.52	38.90	39.60	30.19	30.13	30.05	29.71	24.02	23.85
66	23.80	24.61	26.37	26.53	21.89	22.45	29.76	29.95	19.64	19.79	24.32	24.34	22.63	22.72	29.51	30.42	33.93	35.73	23.76	23.68	22.84	23.27	20.92	21.27
73	32.68	33.04	39.06	38.84	22.45	22.05	33.97	33.75	29.44	29.26	32.35	33.04	27.24	27.39	44.04	44.57	40.20	39.62	27.78	28.28	21.39	21.45	24.39	24.17
75	23.79	24.61	26.44	26.53	21.90	22.45	29.77	29.95	19.76	19.79	24.45	24.34	22.63	22.72	29.40	30.42	33.97	35.73	23.72	23.68	22.81	23.27	20.93	21.27
78	32.56	32.76	38.33	38.45	30.36	30.44	29.55	29.89	24.71	24.70	40.55	40.11	33.21	33.21	36.05	35.87	80.52	79.70	29.04	28.86	32.60	32.65	30.82	30.55
79	27.99	27.72	31.60	31.71	33.73	33.77	45.03	45.31	23.25	23.31	23.54	23.34	37.24	37.09	45.72	45.63	38.88	39.38	30.20	30.18	29.94	29.74	24.00	23.77
84	25.60	24.61	27.23	26.53	22.69	22.45	29.99	29.95	20.09	19.79	25.06	24.34	23.33	22.72	30.19	30.42	34.41	35.73	24.22	23.68	23.29	23.27	21.45	21.27
86	31.99	32.43	35.57	36.02	23.65	23.43	36.74	36.86	22.02	22.07	35.70	36.80	25.18	25.25	34.65	34.84	81.80	83.75	24.88	24.85	30.02	30.20	25.08	25.32
90	58.22	60.57	54.05	55.21	31.85	32.95	35.12	35.25	32.98	33.89	55.78	56.53	37.35	38.85	43.22	44.23	38.81	39.82	34.60	35.94	27.38	28.30	35.29	36.45
94	19.08	18.84	24.02	24.18	22.73	23.21	20.69	19.60	33.54	35.39	20.42	20.42	25.59	25.89	21.41	20.79	22.87	22.13	23.37	24.20	19.57	19.33	30.59	32.10
101	19.03	19.30	23.98	24.71	22.69	23.15	20.72	19.78	33.56	34.94	20.44	20.70	25.62	25.67	21.50	21.24	22.82	22.44	23.41	23.89	19.61	19.40	30.56	31.96
116	25.50	24.61	27.16	26.53	22.51	22.45	30.02	29.95	20.11	19.79	25.07	24.34	23.37	22.72	30.21	30.42	34.50	35.73	24.23	23.68	23.25	23.27	21.62	21.27
117	22.79	22.17	26.69	26.10	27.66	27.96	33.73	33.90	22.52	22.49	35.38	34.98	17.61	17.12	26.80	26.53	25.16	24.32	24.88	24.96	24.40	24.54	18.21	17.86
126	24.93	25.12	37.45	38.34	37.45	38.51	49.66	50.54	26.63	26.69	34.05	34.37	42.27	43.28	41.45	41.73	52.45	52.47	46.78	47.97	38.35	39.19	30.53	31.17
132	34.67	34.78	38.70	39.42	23.36	23.76	32.16	31.67	17.50	17.70	24.35	23.59	19.62	19.84	35.85	36.02	25.53	24.64	21.06	21.40	17.58	17.50	19.96	19.88
148	25.02	25.47	37.35	38.50	37.44	38.32	49.73	49.87	26.56	26.65	34.05	34.28	42.25	42.54	41.51	42.13	52.45	52.23	46.82	47.02	38.35	38.59	30.58	30.89
154	25.62	24.61	27.30	26.53	22.63	22.45	30.12	29.95	20.27	19.79	25.01	24.34	23.41	22.72	30.24	30.42	34.47	35.73	24.37	23.68	23.13	23.27	21.57	21.27
155	32.62	32.80	39.13	38.53	22.45	22.17	33.94	33.42	29.39	29.30	32.37	32.37	27.26	27.14	43.98	43.62	40.10	39.71	27.76	28.32	21.41	21.45	24.55	24.17
172	24.93	24.74	37.45	38.45	37.40	38.96	49.62	51.39	26.54	26.79	34.00	34.77	42.33	44.20	41.44	41.34	52.45	53.00	46.80	49.36	38.41	39.97	30.55	31.41
175	25.59	24.61	27.27	26.53	22.61	22.45	30.07	29.95	20.17	19.79	24.99	24.34	23.32	22.72	30.23	30.42	34.49	35.73	24.15	23.68	23.14	23.27	21.54	21.27
182	34.70	34.71	38.77	39.28	23.37	23.77	32.18	31.99	17.47	17.56	24.29	23.65	19.85	19.72	35.88	35.92	25.45	25.05	21.09	21.43	17.52	17.53	19.88	19.97
192	14.29	14.49	22.48	21.39	17.86	17.19	15.50	16.04	11.61	10.87	14.14	13.76	12.99	12.42	18.61	18.23	18.05	17.20	20.75	20.51	14.54	14.12	13.58	13.85
203	32.54	32.71	38.34	38.51	30.35	30.58	29.65	29.89	24.72	24.74	40.53	40.24	33.16	33.31	35.88	35.93	80.59	80.61	29.03	29.00	32.57	32.78	30.80	30.69
218	23.76	24.61	26.46	26.53	21.90	22.45	29.74	29.95	19.71	19.79	24.45	24.34	22.60	22.72	29.47	30.42	34.11	35.73	23.70	23.68	22.82	23.27	20.81	21.27
231	19.07	19.08	24.11	24.41	22.80	23.16	20.71	19.75	33.62	35.11	20.46	20.62	25.62	25.78	21.49	21.08	22.91	22.21	23.54	24.07	19.55	19.39	30.72	31.97
265	12.98	12.39	14.36	14.87	11.39	10.77	11.08	10.41	9.23	9.62	9.62	10.25	9.43	9.17	12.88	12.16	12.09	12.01	17.20	17.09	12.09	12.00	11.27	10.27
266	58.22	58.99	53.82	54.12	31.90	32.47	35.09	34.70	33.02	33.66	55.71	55.50	37.37	37.48	43.24	43.26	38.92	39.84	34.56	35.28	27.28	27.45	35.20	35.94
268	24.44	23.73	20.63	20.43	10.97	10.89	35.51	36.34	15.55	15.00	26.18	26.06	9.65	9.12	25.13	25.25	48.18	50.51	23.27	23.45	22.47	23.26	18.19	18.05
274	19.05	18.80	24.14	24.32	22.67	23.17	20.55	20.02	33.57	35.38	20.28	20.68	25.64	26.07	21.37	20.96	22.79	22.02	23.50	24.23	19.60	19.51	30.69	32.00
275	10.83	10.83	9.28	8.96	11.79	11.24	13.76	13.24	9.52	9.38	15.88	15.32	16.46	16.06	17.57	17.87	14.22	14.10	15.68	15.15	13.29	13.18	10.65	10.25
277	19.02	19.19	23.99	24.65	22.65	23.17	20.63	19.77	33.63	34.91	20.30	20.58	25.57	25.68	21.37	21.22	22.86	22.35	23.54	23.85	19.75	19.38	30.61	31.93
280	28.12	27.52	31.68	31.73	33.77	33.69	45.00	45.45	23.27	23.37	23.55	23.33	37.27	37.05	45.63	45.46	38.89	39.69	30.22	30.12	29.94	29.65	24.09	23.84
289	28.09	27.59	31.58	31.62	33.83	33.85	45.04	45.37	23.33	23.32	23.52	23.31	37.28	37.17	45.60	45.72	38.95	39.33	30.25	30.14	29.98	29.87	23.92	23.82
302	28.11	27.54	31.62	31.50	33.86	33.84	45.05	45.28	23.27	23.21	23.56	23.23	37.19	37.09	45.68	45.75	38.87	39.26	30.15	30.14	29.96	29.91	23.88	23.77
312	32.06	32.45	35.62	35.89	23.69	23.57	36.70	36.77	21.95	22.21	35.76	36.85	25.15	25.45	34.69	34.77	81.69	84.13	24.82	24.97	29.94	30.37	25.10	25.52
316	16.18	15.58	15.92	14.61	9.85	9.31	16.40	16.71	8.42	7.70	14.85	14.41	17.49	16.67	14.13	14.42	14.10	16.52	16.12	15.79	18.59	18.56	10.94	10.72
320	13.00	11.86	14.35	14.28	11.32	10.61	11.08	9.98	9.25	9.21	9.52	9.40	9.50	8.77	12.85	11.84	12.20	11.78	17.17	16.73	12.09	11.89	11.28	10.10
321	32.55	32.82	38.27	38.57	30.40	30.39	29.53	30.01	24.61	24.77	40.56	40.10	33.20	33.14	35.92	36.00	80.59	78.63	28.94	28.75	32.60	32.34	30.85	30.42
322	24.58	24.60	20.62	20.55	11.01	11.05	35.42	36.12	15.51	15.24	26.21	26.07	9.48	9.34	25.17	24.87	48.22	48.62	23.22	23.26	22.23	22.72	18.21	18.22
325	32.66	33.09	39.07	38.95	22.46	22.36	33.91	33.81	29.37	29.40	32.47	32.68	27.28	27.18	43.92	43.62	40.08	39.37	27.78	28.07	21.35	21.36	24.45	24.25
331	32.01	32.66	35.55	36.04	23.67	23.53	36.72	36.86	21.97	22.05	35.64	36.91	25.26	25.32	34.72	34.76	81.70	84.36	24.87	25.01	29.94	30.40	25.04	25.44

Nota. Elaboración propia.

Tabla 91

Comparación de PMDA observada y predicha en validación, período 1993–2004.

Índice	1993		1994		1995		1996		1997		1998		1999		2000		2001		2002		2003		2004	
	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.
16	25.78	25.98	21.73	22.40	28.77	29.03	26.49	26.54	35.46	35.40	25.17	25.47	22.80	22.82	28.12	28.23	20.21	20.37	21.44	21.53	24.20	24.39	21.07	21.18
17	13.62	12.96	10.10	9.02	7.23	7.03	8.83	7.74	12.97	11.85	11.90	10.98	16.08	16.20	9.73	9.18	5.88	5.82	11.17	11.44	10.81	10.50	9.65	9.16
18	27.74	27.84	36.34	36.80	18.09	17.90	23.80	23.27	25.05	25.61	32.74	32.95	33.57	34.42	30.49	30.81	23.93	23.78	27.04	27.18	36.05	36.52	21.32	20.95
30	37.62	38.92	41.04	42.34	30.15	30.99	33.25	33.87	32.43	32.65	41.59	42.55	22.52	23.14	26.84	26.67	29.25	29.49	26.72	27.38	33.67	33.70	32.98	33.23
31	16.16	16.05	11.07	10.64	8.96	8.38	11.93	11.69	12.90	11.95	12.97	12.45	14.68	14.38	8.24	8.15	7.28	7.20	10.27	10.43	10.22	9.79	9.98	9.98
39	15.09	14.91	16.60	15.70	12.08	11.92	10.63	10.55	14.70	14.34	14.95	14.59	12.82	12.69	14.09	13.58	12.72	12.18	10.24	10.13	11.79	11.69	12.33	12.17
45	36.70	38.25	39.27	40.52	28.41	28.71	41.89	43.04	32.86	33.74	34.01	34.39	50.29	52.75	34.90	35.13	28.25	28.21	25.53	25.74	25.96	26.29	26.66	27.30
46	25.86	26.02	28.35	28.36	14.49	14.15	17.03	16.82	17.82	18.18	17.99	17.88	24.37	24.67	12.80	12.46	14.05	13.81	17.10	17.00	17.17	17.19	18.54	18.64
55	25.89	25.72	28.41	28.46	14.47	13.62	16.95	16.45	17.83	17.67	18.03	17.13	24.30	24.19	12.83	11.55	14.02	13.37	17.00	16.89	17.14	16.97	18.47	18.37
56	31.77	31.75	35.85	35.91	19.71	20.02	37.46	37.30	32.31	31.66	26.26	25.99	27.06	27.11	24.57	25.21	26.00	26.26	26.24	26.27	20.87	20.81	20.21	20.07
66	23.33	23.34	24.38	24.51	17.95	18.09	22.89	22.65	26.59	25.86	22.62	22.63	22.96	22.93	21.31	21.27	17.73	17.73	18.80	19.07	20.31	20.42	19.91	20.11
73	20.59	20.38	23.89	23.50	19.50	19.32	24.49	25.26	23.61	24.62	30.17	30.93	23.99	24.77	30.30	30.28	21.48	21.17	23.65	24.05	25.97	25.94	18.16	17.90
75	23.23	23.34	24.47	24.51	17.79	18.09	22.89	22.65	26.45	25.86	22.60	22.63	23.07	22.93	21.24	21.27	17.70	17.73	18.75	19.07	20.27	20.42	19.88	20.11
78	25.80	25.99	21.68	22.58	28.76	28.66	26.52	26.67	35.44	35.13	25.12	25.42	22.91	22.86	28.09	28.02	20.12	20.32	21.42	21.59	24.32	24.36	21.07	21.25
79	31.71	31.78	35.89	36.03	19.66	19.86	37.47	37.26	32.44	31.40	26.24	25.93	27.14	27.16	24.59	25.12	26.06	26.20	26.26	26.37	20.91	20.90	20.27	20.04
84	23.76	23.34	24.53	24.51	18.11	18.09	23.25	22.65	27.12	25.86	22.93	22.63	23.41	22.93	21.51	21.27	17.72	17.73	19.12	19.07	20.56	20.42	20.26	20.11
86	31.72	31.98	27.13	26.68	29.73	30.01	23.07	23.22	24.16	24.47	23.67	23.60	22.36	22.32	33.33	33.86	22.07	22.16	20.95	20.82	24.03	24.20	27.18	27.40
90	37.66	38.91	41.01	42.35	30.15	31.04	33.24	33.88	32.43	32.79	41.58	42.62	22.49	23.15	26.83	26.68	29.33	29.52	26.72	27.42	33.62	33.74	32.93	33.26
94	23.16	23.44	25.67	26.38	16.24	16.40	22.11	22.25	20.29	19.76	20.59	20.87	21.25	21.44	21.59	21.82	17.33	17.52	19.58	19.81	21.71	22.03	20.59	20.65
101	23.14	23.31	25.58	26.34	16.27	16.52	22.07	22.53	20.30	19.98	20.56	20.79	21.29	21.09	21.69	21.80	17.21	17.43	19.67	19.83	21.73	21.94	20.49	20.68
116	23.79	23.34	24.50	24.51	18.17	18.09	23.28	22.65	27.25	25.86	23.01	22.63	23.37	22.93	21.40	21.27	17.82	17.73	19.13	19.07	20.60	20.42	20.23	20.11
117	27.66	27.83	36.37	36.79	18.10	17.89	23.71	23.34	24.98	25.48	32.67	33.00	33.67	34.39	30.48	30.84	23.91	23.85	26.95	27.17	36.10	36.55	21.25	20.93
126	36.70	37.78	39.33	40.15	28.39	28.42	41.91	42.70	32.75	33.30	34.02	34.08	50.15	51.93	34.95	34.98	28.28	28.08	25.61	25.64	26.00	26.14	26.63	27.07
132	22.25	21.99	25.10	25.36	13.95	13.66	21.57	21.61	21.00	19.06	19.49	19.43	20.89	20.92	26.52	26.52	15.94	16.01	19.13	18.97	20.09	19.69	18.25	17.61
148	36.74	37.45	39.30	39.76	28.39	28.30	41.91	42.21	32.91	33.17	33.93	33.68	50.26	50.80	34.88	34.50	28.30	27.85	25.55	25.64	25.91	26.11	26.69	27.21
154	23.79	23.34	24.47	24.51	18.15	18.09	23.30	22.65	27.18	25.86	23.00	22.63	23.50	22.93	21.48	21.27	17.79	17.73	19.13	19.07	20.61	20.42	20.22	20.11
155	20.56	20.62	23.80	23.79	19.49	19.36	24.48	25.50	23.57	23.97	30.31	30.37	24.09	25.38	30.21	29.57	21.50	21.12	23.62	24.02	25.99	25.55	18.32	18.37
172	36.64	38.56	39.24	40.61	28.43	28.62	41.95	42.96	32.97	33.40	34.02	34.76	50.40	53.70	34.92	35.73	28.16	28.41	25.59	25.73	25.95	26.46	26.66	27.14
175	23.79	23.34	24.51	24.51	18.13	18.09	23.31	22.65	27.20	25.86	23.04	22.63	23.37	22.93	21.45	21.27	17.84	17.73	19.18	19.07	20.52	20.42	20.15	20.11
182	22.26	22.05	25.18	25.53	13.92	13.73	21.55	21.34	20.96	19.45	19.55	19.29	20.84	21.00	26.59	26.46	15.89	15.96	19.11	18.74	20.00	19.78	18.32	17.84
192	12.51	12.65	15.23	14.64	11.42	10.77	17.59	17.46	15.15	15.63	11.76	11.52	17.21	17.34	15.81	15.74	13.96	13.91	13.47	13.39	12.68	12.56	12.80	12.28
203	25.72	25.96	21.76	22.48	28.80	28.91	26.62	26.59	35.47	35.39	25.18	25.44	22.81	22.83	28.16	28.16	20.28	20.36	21.48	21.55	24.23	24.37	21.13	21.21
218	23.23	23.34	24.39	24.51	17.91	18.09	22.94	22.65	26.64	25.86	22.55	22.63	23.06	22.93	21.27	21.27	17.76	17.73	18.82	19.07	20.33	20.42	19.84	20.11
231	23.03	23.28	25.66	26.34	16.20	16.46	22.05	22.42	20.30	19.91	20.59	20.80	21.18	21.28	21.62	21.87	17.23	17.49	19.48	19.82	21.68	22.02	20.59	20.62
265	10.32	9.85	9.94	10.51	9.23	9.73	13.29	13.12	11.49	10.84	10.26	10.69	14.74	14.60	14.48	14.81	14.51	14.21	10.69	10.09	10.81	11.23	9.01	9.00
266	37.63	38.12	40.97	41.72	30.09	30.65	33.27	33.41	32.48	31.90	41.61	41.61	22.44	22.84	26.94	26.99	29.30	29.57	26.74	26.94	33.63	33.62	32.97	32.85
268	22.69	22.87	31.98	32.71	16.24	16.79	27.84	27.89	20.47	22.06	23.81	24.28	19.65	20.46	29.04	29.51	19.49	19.52	16.85	17.13	21.62	21.76	23.77	24.11
274	23.22	23.41	25.80	26.35	16.30	16.45	22.12	22.48	20.33	19.88	20.65	20.82	21.22	21.71	21.64	21.94	17.24	17.60	19.63	19.87	21.68	22.15	20.49	20.73
275	15.09	14.68	16.61	15.58	12.11	11.94	10.54	10.41	14.74	14.33	14.86	14.40	12.84	12.62	14.15	13.53	12.69	12.16	10.29	10.12	11.78	11.67	12.24	12.12
277	23.09	23.32	25.74	26.29	16.21	16.47	22.09	22.50	20.35	19.92	20.57	20.77	21.22	21.11	21.64	21.80	17.19	17.42	19.60	19.82	21.66	21.89	20.54	20.65
280	31.75	31.71	35.85	35.90	19.60	20.04	37.44	37.26	32.41	31.56	26.27	25.93	27.18	27.06	24.57	25.27	25.98	26.25	26.21	26.25	20.90	20.81	20.18	20.06
289	31.71	31.84	35.82	36.02	19.69	19.93	37.45	37.35	32.45	31.87	26.25	26.05	27.06	27.24	24.55	25.03	25.99	26.18	26.29	26.30	20.83	20.87	20.05	20.14
302	31.77	31.86	35.78	36.07	19.61	19.91	37.48	37.32	32.36	31.91	26.16	26.05	27.12	27.27	24.61	24.97	25.97	26.12	26.33	26.30	20.88	20.86	20.06	20.18
312	31.67	31.80	27.04	26.48	29.88	29.97	23.17	23.14	24.26	25.03	23.66	23.53	22.29	22.22	33.31	33.72	22.18	21.97	20.87	20.70	24.10	24.16	27.25	27.23
316	13.66	12.90	10.16	8.93	7.20	7.35	8.88	7.77	13.03	12.91	11.92	11.25	16.11	15.96	9.71	9.15	5.90	5.71	11.12	11.39	10.83	10.69	9.73	9.36
320	10.46	9.71	9.98	10.27	9.18	9.55	13.27	13.27	11.47	10.27	10.34	10.16	14.77	14.39	14.53	14.81	14.40	14.30	10.70	9.81	10.76	10.79	8.87	8.88
321	25.75	26.12	21.81	22.72	28.75	28.50	26.46	26.94	35.43	34.65	25.17	25.42	22.93	22.77	28.18	28.08	20.14	20.53	21.41	21.69	24.17	24.38	21.17	21.38
322	22.61	23.15	32.03	32.82	16.28	16.34	27.82	28.11	20.51	21.02	23.82	24.19	19.61	20.05	29.02	29.51	19.65	19.62	16.89	16.84	21.72	21.70	23.86	24.16
325	20.52	20.93	23.86	23.85	19.40	19.41	24.44	25.03	23.59	24.47	30.16	30.44	24.03	25.15	30.22	30.05	21.57	21.33	23.69	24.10	26.00	26.04	18.32	18.54
331	31.69	32.07	27.11	26.72	29.78	30.17	23.15	23.20	24.16	24.64	23.65	23.64	22.33	22.40	33.31	33.92	22.12	22.10	20.89	20.72	24.05	24.14	27.22	27.36

Nota. Elaboración propia.

Tabla 92

Comparación de PMDA observada y predicha en validación, período 2005–2016.

Índice	2005		2006		2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016	
	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.
16	27.02	26.81	26.71	26.66	32.62	32.67	18.23	18.32	21.65	21.99	22.17	22.21	31.14	31.36	28.48	28.23	16.54	17.20	17.69	17.62	21.81	22.34	13.85	13.81
17	12.47	12.43	11.45	11.15	19.80	19.72	11.95	11.67	10.80	9.86	15.12	14.92	15.13	14.94	14.60	13.89	10.21	9.84	15.60	14.76	10.55	10.41	10.67	9.98
18	23.21	23.36	27.12	27.39	29.55	30.12	24.48	24.68	23.85	23.85	32.73	33.24	25.64	25.51	29.65	29.63	25.98	26.21	26.71	26.91	23.63	23.15	19.64	19.55
30	27.64	27.87	27.21	27.61	20.89	20.55	20.69	20.59	52.02	54.23	49.78	51.47	29.33	29.95	39.50	40.40	44.69	46.11	38.74	39.90	51.01	52.35	27.86	28.16
31	11.23	10.91	8.06	7.96	11.51	11.31	10.06	9.93	16.77	15.83	15.15	14.79	11.65	11.47	14.06	13.12	11.81	11.53	10.26	9.88	10.30	10.09	10.82	10.49
39	14.26	14.20	12.73	12.15	18.12	17.89	10.12	9.95	11.69	11.74	11.60	11.58	13.71	13.66	14.61	14.83	12.81	12.47	14.32	13.94	14.11	13.61	10.83	10.52
45	61.90	65.06	30.75	30.57	28.04	28.08	30.03	30.64	46.16	47.97	43.41	45.62	30.98	30.85	42.68	43.92	31.83	32.68	40.41	42.33	30.31	30.60	21.45	21.22
46	22.52	23.36	20.83	21.04	18.50	18.44	19.09	19.34	34.74	35.00	25.90	26.58	23.66	23.71	30.59	30.89	20.73	20.85	19.92	20.14	17.91	17.68	18.26	18.26
55	22.49	23.23	20.79	21.02	18.50	18.23	19.10	19.31	34.77	35.63	25.94	26.64	23.62	23.74	30.65	30.93	20.73	20.57	19.97	19.79	17.91	17.16	18.30	18.18
56	26.18	26.33	38.43	39.00	25.86	26.00	25.53	25.68	48.72	48.20	46.31	46.15	39.32	39.73	32.57	32.20	33.13	32.90	31.48	31.78	23.06	23.20	18.48	18.59
66	23.44	23.30	21.85	21.73	22.47	22.73	18.30	18.60	26.85	26.95	23.01	22.89	23.62	24.50	26.34	26.61	21.44	21.66	21.17	20.96	21.41	21.44	18.85	18.98
73	33.55	34.71	24.22	23.86	30.49	30.78	21.66	21.83	25.80	25.31	14.70	13.00	29.67	29.62	30.83	31.61	23.34	22.66	20.45	20.94	44.62	45.22	30.19	30.10
75	23.39	23.30	21.77	21.73	22.49	22.73	18.29	18.60	26.90	26.95	23.07	22.89	23.60	24.50	26.26	26.61	21.42	21.66	21.22	20.96	21.47	21.44	18.99	18.98
78	27.05	26.78	26.73	26.49	32.55	32.36	18.20	18.31	21.57	22.31	22.22	22.27	31.06	31.25	28.50	28.36	16.56	17.36	17.63	17.76	21.71	22.50	13.82	13.92
79	26.20	26.23	38.42	39.03	25.91	25.91	25.54	25.67	48.68	48.26	46.39	46.36	39.33	39.82	32.57	32.25	33.13	32.99	31.57	31.69	23.14	23.21	18.51	18.61
84	24.09	23.30	21.99	21.73	22.80	22.73	18.64	18.60	27.16	26.95	23.74	22.89	24.20	24.50	26.74	26.61	22.07	21.66	21.66	20.96	21.77	21.44	19.15	18.98
86	19.55	19.64	26.83	27.11	28.89	29.31	18.30	18.22	17.59	16.91	23.46	23.77	37.28	37.55	26.91	27.30	17.88	17.02	20.64	20.86	23.32	22.65	16.42	16.35
90	27.73	27.93	27.11	27.60	20.86	20.59	20.59	20.60	52.05	54.23	49.79	51.50	29.38	29.97	39.51	40.44	44.74	46.18	38.69	39.94	50.99	52.38	27.83	28.16
94	22.46	22.61	19.60	19.52	22.46	22.61	18.10	18.16	27.78	27.86	21.03	20.72	24.92	24.94	24.37	24.07	23.12	23.62	24.98	25.33	17.23	17.43	25.23	26.19
101	22.48	22.36	19.58	19.57	22.48	22.55	18.10	17.97	27.72	27.57	20.92	20.62	24.87	24.99	24.47	23.81	23.09	23.54	24.89	25.12	17.12	17.44	25.18	26.08
116	24.03	23.30	21.98	21.73	22.78	22.73	18.61	18.60	27.32	26.95	23.71	22.89	24.12	24.50	26.75	26.61	22.00	21.66	21.62	20.96	21.69	21.44	19.11	18.98
117	23.30	23.35	27.14	27.39	29.56	30.13	24.44	24.70	23.92	23.78	32.70	33.33	25.69	25.55	29.70	29.70	25.93	26.23	26.79	26.93	23.65	23.17	19.67	19.53
126	61.85	64.04	30.77	30.51	27.96	28.05	29.97	30.42	46.17	47.56	43.40	44.97	30.98	30.88	42.65	43.51	31.79	32.36	40.33	41.71	30.37	30.44	21.44	21.21
132	21.97	20.83	19.64	19.44	22.32	22.25	16.41	16.32	20.82	20.33	15.83	15.32	23.86	23.94	28.77	28.37	14.69	14.57	20.34	19.83	31.74	32.40	22.43	22.81
148	61.82	62.34	30.70	30.44	28.06	28.08	30.08	29.95	46.20	46.44	43.44	44.24	31.01	31.25	42.70	43.09	31.83	32.11	40.36	40.82	30.25	30.41	21.45	21.29
154	23.98	23.30	21.86	21.73	22.85	22.73	18.76	18.60	27.23	26.95	23.73	22.89	24.21	24.50	26.66	26.61	21.92	21.66	21.61	20.96	21.84	21.44	19.20	18.98
155	33.74	34.76	24.15	24.26	30.47	30.26	21.55	21.45	25.67	25.23	14.66	13.91	29.79	29.28	30.93	31.65	23.36	22.89	20.45	20.79	44.59	43.50	30.19	30.13
172	61.92	66.19	30.82	30.33	27.98	27.99	30.12	31.08	46.09	48.54	43.42	45.91	30.96	30.41	42.66	44.33	31.66	32.54	40.46	42.93	30.38	30.85	21.45	21.15
175	24.11	23.30	22.03	21.73	22.80	22.73	18.62	18.60	27.28	26.95	23.68	22.89	24.20	24.50	26.67	26.61	22.00	21.66	21.70	20.96	21.80	21.44	19.07	18.98
182	21.81	21.20	19.76	19.34	22.27	22.30	16.33	16.25	20.73	20.52	15.74	15.60	23.83	23.92	28.70	28.60	14.72	14.49	20.25	19.77	31.68	32.34	22.36	22.61
192	12.16	12.52	15.01	14.62	14.67	14.67	13.61	13.49	12.95	12.57	12.88	12.90	16.16	15.04	19.07	18.60	12.94	11.91	13.08	13.23	13.47	13.14	13.38	13.59
203	27.03	26.84	26.71	26.63	32.66	32.57	18.21	18.32	21.69	22.14	22.12	22.19	31.18	31.34	28.45	28.31	16.51	17.29	17.65	17.67	21.86	22.40	13.82	13.85
218	23.39	23.30	21.75	21.73	22.53	22.73	18.32	18.60	26.96	26.95	23.10	22.89	23.52	24.50	26.34	26.61	21.56	21.66	21.25	20.96	21.46	21.44	18.95	18.98
231	22.42	22.55	19.57	19.52	22.43	22.62	18.10	18.08	27.79	27.68	20.92	20.64	24.78	24.95	24.36	23.94	23.18	23.53	25.02	25.23	17.20	17.48	25.12	26.07
265	9.64	9.29	10.61	10.74	12.42	12.70	12.74	12.67	10.46	10.46	9.92	9.52	11.41	12.04	13.87	14.81	12.71	12.88	10.48	10.68	11.14	11.60	13.38	12.95
266	27.67	27.38	27.20	27.60	20.89	20.59	20.72	20.59	51.96	52.68	49.77	50.15	29.25	29.68	39.56	39.76	44.61	45.03	38.67	38.84	51.05	51.23	27.83	28.05
268	22.01	22.83	18.14	18.32	27.16	27.62	17.94	17.96	25.76	25.66	16.32	15.31	24.67	24.80	25.85	26.00	18.58	18.23	16.78	16.70	16.91	16.72	14.05	13.59
274	22.42	23.23	19.51	19.60	22.53	22.67	18.11	18.25	27.68	27.99	20.93	21.07	24.77	24.92	24.38	24.10	23.20	23.58	24.96	25.61	17.18	17.44	25.23	26.12
275	14.39	14.11	12.67	12.15	18.18	17.84	10.05	9.88	11.63	11.54	11.62	11.45	13.59	13.56	14.55	14.80	12.81	12.44	14.35	13.88	14.11	13.53	10.94	10.48
277	22.41	22.36	19.64	19.55	22.55	22.51	18.03	18.00	27.82	27.64	20.99	20.61	24.87	24.96	24.46	23.84	23.20	23.48	24.97	25.15	17.19	17.40	25.10	26.05
280	26.16	26.33	38.34	39.04	25.79	26.01	25.65	25.67	48.64	48.06	46.27	46.03	39.33	39.72	32.49	32.12	33.10	32.85	31.56	31.70	23.05	23.20	18.46	18.63
289	26.25	26.36	38.40	38.91	25.88	26.01	25.66	25.71	48.74	48.41	46.31	46.42	39.37	39.81	32.54	32.34	33.13	33.15	31.55	31.83	23.13	23.13	18.50	18.51
302	26.26	26.33	38.36	38.91	25.85	26.02	25.63	25.72	48.68	48.36	46.20	46.45	39.50	39.90	32.63	32.34	33.16	33.24	31.59	31.82	23.10	23.06	18.51	18.48
312	19.69	19.46	26.86	27.21	28.90	29.51	18.36	18.17	17.46	16.87	23.38	23.84	37.28	37.43	26.99	27.08	17.80	16.96	20.61	20.70	23.23	22.24	16.47	16.33
316	12.42	12.52	11.38	11.10	19.75	19.78	12.04	11.50	10.88	10.17	15.03	15.07	15.14	14.90	14.62	13.96	10.20	9.86	15.58	14.54	10.56	10.39	10.60	9.75
320	9.60	8.59	10.67	10.36	12.42	12.26	12.71	12.58	10.46	9.68	9.88	8.77	11.54	12.01	13.83	14.65	12.68	12.20	10.43	10.24	11.18	10.69	13.44	12.70
321	27.02	26.73	26.75	26.60	32.59	32.16	18.18	18.45	21.64	22.51	22.15	22.31	31.16	31.29	28.44	28.34	16.56	17.55	17.73	17.89	21.82	22.85	13.86	14.18
322	21.96	22.04	18.10	18.23	27.18	27.32	17.87	17.98	25.79	26.05	16.26	16.05	24.66	24.65	26.01	25.86	18.69	18.82	16.69	16.82	16.77	17.00	14.04	13.94
325	33.72	34.45	24.19	24.34	30.58	30.29	21.61	21.59	25.77	25.45	14.63	14.54	29.75	29.50	30.93	31.73	23.42	22.97	20.42	21.05	44.62	44.02	30.11	30.09
331	19.56	19.47	26.79	27.15	28.99	29.36	18.45	18.16	17.53	16.85	23.53	23.86	37.20	37.52	26.94	27.23	17.94	17.00	20.60	20.86	23.28	22.50	16.39	16.27

Nota. Elaboración propia.

A3.3 Datos obtenidos de la prueba de la RNA

Tabla 93

Comparación de PMDA observada y predicha en prueba, período 1981–1992.

Índice	1981		1982		1983		1984		1985		1986		1987		1988		1989		1990		1991		1992	
	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.
0	12.79	12.63	8.43	15.55	5.54	10.52	22.92	14.88	9.24	9.49	9.39	11.62	5.96	7.39	13.20	13.85	23.37	15.32	12.63	18.25	14.14	11.37	7.21	9.28
2	28.07	27.65	31.61	31.68	33.80	33.82	45.02	45.40	23.32	23.34	23.56	23.32	37.25	37.17	45.66	45.68	38.92	39.39	30.20	30.17	29.96	29.81	23.97	23.81
5	58.25	60.59	53.91	55.18	31.88	32.92	35.11	35.21	33.00	33.86	55.72	56.49	37.27	38.81	43.16	44.18	38.88	39.80	34.64	35.90	27.35	28.26	35.27	36.44
9	12.95	11.85	14.31	14.26	11.35	10.56	11.03	9.83	9.26	9.14	9.54	9.42	9.40	8.78	12.87	11.66	12.18	11.48	17.14	16.73	12.05	11.83	11.29	9.95
11	31.97	32.45	35.60	36.08	23.66	23.43	36.70	36.90	21.96	22.04	35.73	36.83	25.16	25.24	34.68	34.86	81.72	83.89	24.85	24.85	29.96	30.22	25.14	25.27
15	32.68	33.07	39.11	38.93	22.45	22.19	33.94	33.84	29.38	29.35	32.44	33.00	27.27	27.38	43.98	44.39	40.13	39.65	27.80	28.25	21.36	21.44	24.47	24.20
19	15.69	17.02	18.56	18.16	20.34	19.85	39.71	39.68	17.67	17.31	19.58	19.68	22.43	22.85	31.67	31.37	32.43	31.34	19.11	19.55	24.54	24.56	20.16	19.99
22	23.72	24.61	26.41	26.53	21.88	22.45	29.76	29.95	19.68	19.79	24.39	24.34	22.58	22.72	29.44	30.42	34.01	35.73	23.77	23.68	22.82	23.27	20.96	21.27
23	25.56	24.61	27.23	26.53	22.62	22.45	30.07	29.95	20.16	19.79	25.07	24.34	23.34	22.72	30.18	30.42	34.49	35.73	24.28	23.68	23.21	23.27	21.59	21.27
24	27.41	25.75	27.37	27.17	22.62	22.79	30.50	29.54	19.55	20.15	25.29	25.13	23.24	23.41	30.57	30.50	35.02	35.29	24.32	23.75	23.37	23.59	21.18	21.78
25	12.79	12.63	8.43	15.55	5.54	10.52	22.92	14.88	9.24	9.49	9.39	11.62	5.96	7.39	13.20	13.85	23.37	15.32	12.63	18.25	14.14	11.37	7.21	9.28
33	24.45	24.25	20.64	20.49	11.02	10.81	35.46	36.44	15.57	15.00	26.19	26.06	9.64	9.07	25.11	24.94	48.26	49.81	23.29	23.25	22.39	23.05	18.19	18.14
42	16.18	15.41	15.90	14.75	9.88	9.68	16.45	16.20	8.41	7.67	14.89	14.05	17.47	16.86	14.12	14.06	14.02	15.05	16.18	15.96	18.48	18.31	10.95	10.66
57	28.00	27.68	31.59	31.57	33.83	33.96	45.11	45.40	23.41	23.29	23.55	23.27	37.34	37.31	45.62	45.83	38.86	39.31	30.19	30.20	29.94	29.98	24.02	23.85
63	17.41	16.79	21.58	21.30	19.43	19.06	41.72	41.80	24.00	23.88	23.88	23.66	25.17	24.95	37.50	37.48	34.16	33.61	26.50	26.03	30.19	30.12	22.70	22.33
68	10.00	9.35	17.77	18.18	11.83	12.00	14.69	15.43	10.51	9.95	9.72	9.33	11.14	10.87	13.89	13.95	14.34	14.96	12.30	11.64	12.53	12.64	11.69	11.50
69	19.38	18.52	20.06	19.86	28.20	28.56	25.06	24.84	18.99	19.04	17.49	17.69	23.82	24.44	30.76	30.42	37.33	37.03	31.98	32.99	21.44	21.34	22.37	22.24
70	58.26	58.86	53.93	54.02	31.92	32.53	35.20	35.03	32.97	33.55	55.65	55.53	37.21	37.98	43.12	43.55	38.87	40.01	34.75	35.40	27.34	27.75	35.29	35.89
72	27.45	25.78	27.27	27.22	22.68	22.88	30.41	29.64	19.53	20.14	25.20	25.16	23.24	23.49	30.52	30.52	35.00	35.50	24.32	23.79	23.39	23.57	21.16	21.82
76	19.00	18.88	24.14	24.39	22.71	23.20	20.60	19.73	33.58	35.26	20.37	20.60	25.55	25.77	21.31	21.05	22.85	22.16	23.42	24.02	19.64	19.34	30.68	32.05
77	27.45	25.90	27.34	27.31	22.61	22.98	30.43	29.68	19.53	20.16	25.28	25.25	23.18	23.60	30.54	30.54	34.98	35.63	24.34	23.82	23.36	23.58	21.25	21.89
82	27.40	25.73	27.44	27.13	22.66	23.06	30.52	29.85	19.52	20.00	25.27	25.14	23.21	23.58	30.54	30.50	34.98	36.00	24.31	23.91	23.37	23.42	21.17	21.77
93	14.25	14.72	22.59	21.73	17.86	17.68	15.52	15.79	11.61	11.15	14.17	13.91	13.00	12.86	18.61	18.41	17.96	17.31	20.91	20.52	14.48	14.16	13.67	14.09
104	23.68	24.61	26.39	26.53	21.98	22.45	29.80	29.95	19.73	19.79	24.30	24.34	22.65	22.72	29.39	30.42	34.01	35.73	23.64	23.68	22.83	23.27	20.98	21.27
113	19.40	18.80	20.05	20.00	28.22	28.24	25.05	25.09	18.98	19.13	17.47	17.79	23.70	24.42	30.62	30.31	37.33	36.94	31.86	32.65	21.39	21.50	22.31	22.23
124	16.11	15.53	15.85	15.04	9.87	9.46	16.53	16.61	8.41	7.78	14.92	14.32	17.38	16.70	14.09	14.19	14.00	16.01	16.28	15.87	18.46	18.40	10.94	10.87
131	9.99	9.17	17.79	18.07	11.95	11.95	14.80	15.04	10.51	9.93	9.71	9.10	11.06	10.85	13.86	13.70	14.45	14.48	12.19	11.44	12.56	12.49	11.55	11.46
137	15.62	17.32	18.51	18.41	20.30	19.96	39.70	39.17	17.69	17.31	19.56	19.72	22.43	22.98	31.65	31.07	32.47	32.86	19.13	19.67	24.58	24.63	20.25	20.08
140	34.76	35.08	38.74	39.69	23.36	23.90	32.21	32.09	17.53	17.79	24.33	23.83	19.66	19.83	35.98	36.07	25.48	24.28	21.03	21.45	17.54	17.42	19.98	20.20
153	17.81	17.81	15.95	16.02	19.94	20.57	19.36	18.64	10.87	9.89	11.67	11.55	15.29	15.37	27.41	27.07	19.51	17.74	14.38	14.71	19.41	19.45	13.06	12.72
173	24.39	24.50	20.66	21.18	10.97	11.37	35.49	35.99	15.55	15.26	26.16	26.35	9.67	9.58	25.21	25.54	48.27	49.45	23.34	23.30	22.37	22.96	18.23	18.19
180	32.50	32.66	38.34	38.44	30.42	30.61	29.61	29.75	24.66	24.75	40.52	40.26	33.13	33.33	35.88	35.89	80.61	80.87	29.00	29.08	32.59	32.89	30.76	30.75
193	12.94	12.13	14.35	14.61	11.28	10.71	11.00	10.09	9.24	9.34	9.56	10.11	9.38	9.01	12.95	11.94	12.24	12.04	17.09	17.12	12.06	12.13	11.21	10.00
195	19.39	18.72	20.08	20.00	28.18	28.30	25.14	25.03	18.93	19.15	17.51	17.72	23.77	24.38	30.61	30.35	37.28	36.86	31.93	32.61	21.43	21.42	22.27	22.24
209	32.00	31.86	35.61	35.63	23.81	23.52	36.73	36.51	21.91	22.39	35.74	36.54	25.17	25.46	34.68	34.87	81.67	82.58	24.75	24.81	29.91	30.03	25.09	25.41
220	32.58	32.69	38.34	38.51	30.44	30.59	29.66	29.85	24.75	24.75	40.54	40.26	33.27	33.31	36.02	35.95	80.58	80.51	29.03	29.02	32.55	32.78	30.84	30.70
225	27.21	27.31	36.24	36.85	24.15	24.11	30.96	30.93	20.39	20.57	31.40	32.17	23.77	24.02	31.45	31.30	32.93	32.57	16.15	15.91	20.84	20.73	24.04	24.52
227	34.74	34.54	38.77	39.19	23.45	23.85	32.12	31.88	17.50	17.83	24.23	24.32	19.73	20.04	35.84	35.93	25.50	26.39	21.15	21.77	17.50	17.81	19.97	20.16
229	27.38	25.70	27.27	27.14	22.68	22.77	30.56	29.56	19.57	20.14	25.25	25.09	23.30	23.38	30.60	30.49	35.04	35.31	24.29	23.75	23.41	23.58	21.19	21.75
234	28.08	27.76	31.61	31.75	33.79	33.81	45.00	45.36	23.31	23.29	23.50	23.36	37.24	37.20	45.64	45.70	38.95	39.46	30.20	30.27	29.98	29.79	23.97	23.77
237	25.52	24.61	27.29	26.53	22.54	22.45	30.00	29.95	20.19	19.79	25.05	24.34	23.36	22.72	30.19	30.42	34.51	35.73	24.31	23.68	23.27	23.27	21.59	21.27
245	27.06	27.00	36.16	36.80	24.19	24.05	30.83	31.02	20.27	20.39	31.34	31.63	23.93	24.02	31.39	31.20	32.93	32.01	16.20	15.52	20.81	20.65	24.08	24.32
247	28.05	27.67	31.64	31.56	33.72	33.76	44.94	45.26	23.36	23.09	23.61	23.24	37.19	37.10	45.66	45.63	39.01	39.47	30.20	30.33	29.91	29.76	23.96	23.69
248	27.08	26.73	36.26	36.53	24.23	23.83	30.84	30.80	20.32	19.92	31.29	31.28	23.88	23.55	31.57	30.75	32.85	31.69	16.13	15.45	20.77	20.46	24.05	23.88
255	10.81	10.68	9.39	9.14	11.71	11.24	13.68	13.63	9.65	9.45	15.84	15.50	16.42	15.95	17.65	18.01	14.23	14.69	15.66	15.14	13.40	13.31	10.63	10.43
261	12.92	12.35	14.26	14.86	11.34	10.68	10.97	10.59	9.33	9.55	9.56	10.05	9.41	9.11	12.85	12.07	12.19	11.81	17.19	16.85	12.09	11.93	11.34	10.35
271	15.65	16.98	18.53	18.49	20.30	19.74	39.66	39.47	17.61	17.49	19.56	19.82	22.37	22.74	31.61	31.44	32.39	31.84	19.18	19.69	24.62	24.58	20.13	20.00
278	19.06	18.92	24.14	24.68	22.69	23.20	20.58	20.21	33.66	34.83	20.34	20.53	25.59	25.75	21.32	21.48	22.78	22.31	23.58	23.71	19.65	19.50	30.63	31.81
287	24.42	24.36	20.57	20.36	11.05	10.86	35.43	36.13	15.51	15.09	26.22	25.91	9.56	9.00	25.08	24.81	48.34	48.69	23.32	23.27	22.39	22.70	18.17	18.13
323	24.56	24.11	20.65	20.29	11.11	10.94	35.45	35.63	15.60	14.82	26.26	25.81	9.56	8.84	25.10	25.17	48.28	48.33	23.27	23.40	22.42	22.66	18.18	17.82

Nota. Elaboración propia.

Tabla 94

Comparación de PMDA observada y predicha en prueba, período 1993–2004.

Índice	1993		1994		1995		1996		1997		1998		1999		2000		2001		2002		2003		2004	
	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.
0	12.07	9.02	21.42	12.33	12.76	10.81	15.09	15.48	11.64	12.69	13.67	11.49	14.43	15.67	17.80	14.63	16.09	14.52	11.52	11.59	15.35	12.38	12.02	10.28
2	31.73	31.82	35.81	36.03	19.65	19.91	37.47	37.34	32.38	31.64	26.24	25.99	27.13	27.19	24.57	25.09	25.98	26.21	26.27	26.34	20.87	20.86	20.16	20.08
5	37.62	38.92	41.04	42.34	30.15	30.99	33.25	33.87	32.43	32.65	41.59	42.55	22.52	23.14	26.84	26.67	29.25	29.49	26.72	27.38	33.67	33.70	32.98	33.23
9	10.36	9.56	9.98	10.13	9.23	9.50	13.28	13.17	11.43	10.20	10.31	10.07	14.77	14.40	14.55	14.73	14.47	14.21	10.71	9.85	10.83	10.78	8.96	8.80
11	31.65	32.01	27.09	26.74	29.86	30.07	23.16	23.20	24.19	24.42	23.73	23.62	22.30	22.41	33.33	33.90	22.16	22.17	20.88	20.88	24.08	24.24	27.19	27.45
15	20.61	20.59	23.86	23.62	19.45	19.39	24.43	25.20	23.57	24.53	30.21	30.84	24.05	24.93	30.21	30.34	21.49	21.29	23.65	24.14	26.02	26.05	18.27	18.12
19	17.36	17.53	17.78	17.41	19.20	19.59	18.24	18.37	46.22	47.74	23.92	24.89	19.90	20.22	13.14	11.92	11.64	11.10	20.21	20.25	19.18	19.00	20.25	20.45
22	23.25	23.34	24.40	24.51	17.89	18.09	22.92	22.65	26.54	25.86	22.63	22.63	23.03	22.93	21.30	21.27	17.71	17.73	18.81	19.07	20.31	20.42	19.87	20.11
23	23.75	23.34	24.53	24.51	18.13	18.09	23.27	22.65	27.22	25.86	23.04	22.63	23.43	22.93	21.45	21.27	17.78	17.73	19.14	19.07	20.53	20.42	20.23	20.11
24	23.78	23.67	24.48	24.66	18.21	17.79	23.32	23.38	27.53	25.48	23.15	22.77	23.52	23.08	21.45	20.92	17.80	17.72	19.12	19.20	20.48	20.50	20.21	20.00
25	12.07	9.02	21.42	12.33	12.76	10.81	15.09	15.48	11.64	12.69	13.67	11.49	14.43	15.67	17.80	14.63	16.09	14.52	11.52	11.59	15.35	12.38	12.02	10.28
33	22.64	23.14	31.97	32.98	16.23	16.51	27.80	28.14	20.57	21.64	23.80	24.30	19.65	20.25	29.02	29.62	19.56	19.54	16.90	16.93	21.68	21.75	23.84	24.25
42	13.62	12.96	10.10	9.02	7.23	7.03	8.83	7.74	12.97	11.85	11.90	10.98	16.08	16.20	9.73	9.18	5.88	5.82	11.17	11.44	10.81	10.50	9.65	9.16
57	31.74	31.95	35.94	36.11	19.77	19.91	37.40	37.47	32.35	32.05	26.27	26.12	27.15	27.29	24.59	24.91	26.04	26.19	26.25	26.31	20.86	20.81	20.16	20.15
63	18.77	18.38	17.47	17.17	23.48	23.47	24.04	23.67	51.58	51.57	28.52	28.45	30.77	30.55	11.57	11.33	12.27	11.78	26.45	26.43	20.37	20.12	25.60	25.55
68	16.15	16.20	11.08	11.06	8.97	8.49	11.95	12.02	13.01	12.08	13.00	12.61	14.65	14.65	8.24	8.47	7.31	7.51	10.23	10.60	10.28	10.00	10.01	10.16
69	25.82	26.07	28.42	28.40	14.48	14.10	17.10	16.71	17.84	18.11	17.92	17.82	24.36	24.71	12.74	12.32	14.09	13.77	17.07	16.98	17.20	17.18	18.59	18.67
70	37.62	38.34	41.10	41.64	30.20	30.72	33.28	33.47	32.43	32.49	41.61	41.90	22.51	22.76	26.80	26.86	29.24	29.48	26.71	27.01	33.73	33.40	32.98	32.94
72	23.75	23.68	24.41	24.66	18.19	17.83	23.36	23.47	27.54	25.65	23.19	22.72	23.50	23.04	21.45	20.97	17.78	17.76	19.10	19.14	20.41	20.44	20.25	19.99
76	23.16	23.35	25.67	26.44	16.30	16.43	22.07	22.42	20.29	19.70	20.66	20.85	21.20	21.29	21.69	21.92	17.22	17.50	19.56	19.84	21.65	22.05	20.52	20.57
77	23.75	23.71	24.52	24.67	18.21	17.84	23.33	23.61	27.50	25.76	23.16	22.70	23.53	23.02	21.46	20.98	17.77	17.79	19.23	19.10	20.51	20.40	20.25	19.97
82	23.77	23.52	24.49	24.58	18.29	18.01	23.21	23.52	27.57	26.14	23.16	22.49	23.51	22.89	21.46	21.09	17.79	17.86	19.16	18.94	20.52	20.28	20.24	19.93
93	12.49	13.10	15.20	15.01	11.31	11.05	17.69	17.32	15.13	16.07	11.83	11.58	17.12	17.38	15.91	15.83	13.93	14.02	13.47	13.38	12.65	12.70	12.76	12.53
104	23.18	23.34	24.40	24.51	17.91	18.09	22.94	22.65	26.57	25.86	22.57	22.63	23.06	22.93	21.27	21.27	17.72	17.73	18.80	19.07	20.28	20.42	19.84	20.11
113	25.91	26.08	28.32	28.35	14.46	14.29	16.99	16.99	17.82	18.27	18.02	18.13	24.43	24.77	12.83	12.74	14.08	14.01	16.99	17.10	17.22	17.25	18.54	18.68
124	13.56	13.03	10.06	9.11	7.29	7.21	8.78	7.87	12.89	12.67	11.99	11.22	16.01	16.04	9.75	9.41	5.92	5.91	11.19	11.42	10.86	10.66	9.70	9.39
131	16.14	16.05	11.00	10.76	8.98	8.41	11.93	11.78	12.91	12.00	13.00	12.47	14.70	14.43	8.21	8.27	7.35	7.29	10.28	10.54	10.28	9.85	10.01	10.01
137	17.31	17.84	17.70	17.62	19.27	19.69	18.34	18.12	46.27	47.82	23.88	24.84	19.86	20.08	13.12	12.02	11.64	11.10	20.14	20.08	19.28	18.88	20.25	20.39
140	22.13	22.23	25.18	25.63	13.95	13.69	21.46	21.45	21.02	19.57	19.40	19.55	20.88	20.90	26.53	26.59	15.98	16.03	19.18	18.75	20.14	19.89	18.21	17.83
153	20.91	21.35	19.45	20.22	11.80	11.80	14.02	14.48	15.71	16.99	13.77	14.20	23.90	24.76	17.68	17.62	13.70	13.61	12.82	12.36	16.43	15.64	14.74	14.40
173	22.60	23.25	32.02	32.59	16.24	16.83	27.80	28.20	20.52	21.22	23.75	24.27	19.69	20.29	29.08	29.65	19.57	19.80	16.85	17.18	21.59	21.85	23.73	24.25
180	25.80	25.92	21.69	22.39	28.76	28.97	26.45	26.46	35.50	35.46	25.20	25.46	22.80	22.85	28.20	28.14	20.21	20.29	21.52	21.49	24.21	24.35	21.12	21.13
193	10.39	9.71	10.03	10.27	9.32	9.72	13.20	13.28	11.42	10.47	10.36	10.48	14.70	14.73	14.51	14.80	14.43	14.26	10.60	10.04	10.86	11.06	8.97	8.82
195	25.91	26.02	28.39	28.32	14.51	14.22	17.01	16.93	17.80	18.26	18.02	18.02	24.44	24.70	12.76	12.63	14.06	13.93	17.10	17.07	17.20	17.24	18.53	18.65
209	31.66	31.42	27.06	26.22	29.90	29.53	23.16	23.09	24.17	24.90	23.80	23.43	22.22	22.02	33.35	33.37	22.11	21.96	20.86	20.79	24.06	24.18	27.13	27.01
220	25.80	25.97	21.62	22.46	28.78	28.92	26.47	26.60	35.55	35.34	25.12	25.47	22.77	22.82	28.17	28.18	20.29	20.38	21.48	21.55	24.19	24.37	21.09	21.20
225	25.63	25.56	22.94	22.75	16.92	16.97	36.73	38.07	23.34	23.71	23.53	23.85	17.12	16.64	25.97	26.38	23.41	23.89	19.31	19.28	21.61	21.75	23.78	24.06
227	22.19	22.02	25.24	25.40	14.04	14.47	21.40	21.06	21.06	19.93	19.44	19.73	20.77	21.26	26.49	26.72	15.94	16.19	19.16	18.96	20.19	20.13	18.21	18.16
229	23.80	23.66	24.50	24.65	18.23	17.80	23.37	23.35	27.47	25.50	23.17	22.76	23.53	23.07	21.43	20.94	17.76	17.72	19.12	19.20	20.45	20.49	20.07	20.01
234	31.80	31.77	35.81	36.01	19.60	19.89	37.34	37.27	32.40	31.60	26.19	26.05	27.03	27.12	24.48	25.04	25.91	26.23	26.30	26.41	20.86	20.87	20.20	20.03
237	23.77	23.34	24.58	24.51	18.11	18.09	23.23	22.65	27.20	25.86	23.12	22.63	23.36	22.93	21.40	21.27	17.85	17.73	19.11	19.07	20.45	20.42	20.22	20.11
245	25.65	25.64	23.00	22.65	16.96	16.64	36.80	37.81	23.33	23.39	23.57	23.69	17.02	16.82	26.07	26.32	23.46	23.71	19.22	19.25	21.63	21.56	23.81	23.92
247	31.77	31.65	35.80	35.99	19.61	19.83	37.51	37.14	32.36	31.67	26.29	25.96	27.25	27.06	24.60	24.93	25.99	26.13	26.30	26.33	20.96	20.79	20.10	19.97
248	25.65	25.73	22.97	22.65	16.96	16.36	36.84	37.02	23.35	22.86	23.56	23.61	17.09	17.25	26.00	26.16	23.46	23.67	19.32	19.08	21.68	21.48	23.81	23.64
255	15.04	15.17	16.65	15.90	12.15	11.84	10.54	10.52	14.76	14.17	14.90	14.69	12.74	12.75	14.13	13.49	12.69	12.11	10.22	9.99	11.91	11.71	12.31	12.18
261	10.35	9.94	9.97	10.57	9.21	9.64	13.22	13.23	11.40	10.91	10.25	10.57	14.74	14.43	14.54	14.89	14.39	14.25	10.66	10.02	10.76	11.18	8.94	9.18
271	17.44	17.43	17.75	17.47	19.18	19.57	18.30	18.71	46.26	47.70	23.80	24.81	20.00	20.30	13.16	12.20	11.65	11.28	20.29	20.01	19.19	18.92	20.24	20.06
278	23.25	23.39	25.71	26.27	16.30	16.37	22.13	22.67	20.30	19.86	20.66	20.81	21.14	21.28	21.51	21.96	17.19	17.46	19.62	19.83	21.77	21.89	20.59	20.55
287	22.67	22.96	31.91	32.81	16.29	16.25	27.79	28.19	20.53	21.20	23.80	24.11	19.66	20.06	28.98	29.51	19.63	19.64	16.86	16.71	21.69	21.61	23.77	24.09
323	22.62	22.60	32.01	32.55	16.23	16.41	27.79	28.32	20.57	21.18	23.88	23.86	19.57	20.18	28.97	29.38	19.49	19.77	16.90	16.73	21.76	21.54	23.85	23.93

Nota. Elaboración propia.

Tabla 95

Comparación de PMDA observada y predicha en prueba, período 2005–2016.

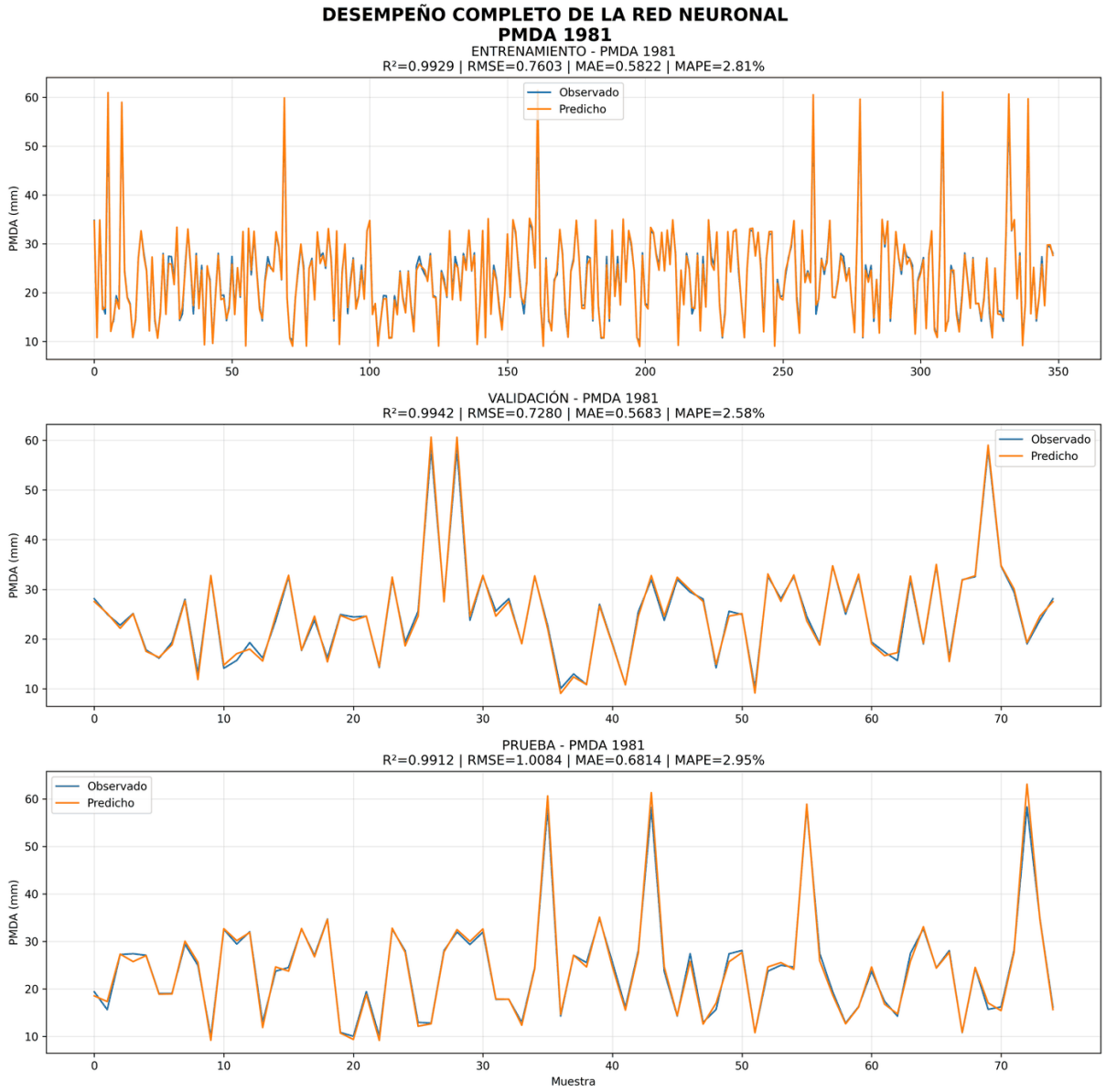
Índice	2005		2006		2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016	
	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.	Obs.	Pred.
0	9.58	12.26	18.01	12.60	15.49	12.37	11.34	12.04	18.38	14.32	8.56	12.78	12.26	11.99	17.98	16.81	10.59	13.96	10.93	9.34	13.16	13.06	14.43	11.88
2	26.18	26.30	38.38	39.01	25.88	25.96	25.56	25.70	48.70	48.39	46.30	46.42	39.36	39.83	32.56	32.29	33.11	33.07	31.57	31.80	23.03	23.17	18.48	18.56
5	27.64	27.87	27.21	27.61	20.89	20.55	20.69	20.59	52.02	54.23	49.78	51.47	29.33	29.95	39.50	40.40	44.69	46.11	38.74	39.90	51.01	52.35	27.86	28.16
9	9.57	8.53	10.70	10.34	12.44	12.22	12.72	12.51	10.46	9.51	9.84	8.74	11.48	11.90	13.90	14.56	12.68	12.24	10.42	10.22	11.20	10.66	13.38	12.68
11	19.60	19.68	26.87	27.11	28.92	29.29	18.36	18.20	17.53	16.87	23.47	23.77	37.23	37.64	26.91	27.40	17.84	17.04	20.57	20.91	23.25	22.75	16.47	16.33
15	33.67	34.69	24.21	24.03	30.52	30.69	21.61	21.82	25.78	25.32	14.63	13.42	29.73	29.69	30.93	31.73	23.39	22.73	20.48	20.98	44.57	45.00	30.13	30.13
19	27.25	26.15	20.00	19.54	21.49	21.17	18.78	18.31	38.35	38.45	21.13	20.60	20.18	20.07	29.40	29.85	24.27	23.84	19.77	19.39	19.47	19.93	17.89	18.30
22	23.40	23.30	21.82	21.73	22.48	22.73	18.32	18.60	26.90	26.95	23.04	22.89	23.64	24.50	26.29	26.61	21.46	21.66	21.16	20.96	21.48	21.44	18.91	18.98
23	24.03	23.30	21.99	21.73	22.79	22.73	18.64	18.60	27.28	26.95	23.70	22.89	24.16	24.50	26.66	26.61	21.95	21.66	21.62	20.96	21.85	21.44	19.11	18.98
24	24.10	23.13	22.10	21.49	22.81	22.57	18.67	18.49	27.26	27.60	23.82	23.25	24.13	24.36	26.77	26.82	21.89	21.52	21.47	20.86	22.07	21.83	18.84	18.72
25	9.58	12.26	18.01	12.60	15.49	12.37	11.34	12.04	18.38	14.32	8.56	12.78	12.26	11.99	17.98	16.81	10.59	13.96	10.93	9.34	13.16	13.06	14.43	11.88
33	21.98	22.41	18.15	18.16	27.15	27.52	17.90	17.96	25.75	25.94	16.28	15.65	24.61	24.79	25.87	25.98	18.61	18.59	16.74	16.79	16.86	16.82	14.04	13.65
42	12.47	12.43	11.45	11.15	19.80	19.72	11.95	11.67	10.80	9.86	15.12	14.92	15.13	14.94	14.60	13.89	10.21	9.84	15.60	14.76	10.55	10.41	10.67	9.98
57	26.16	26.25	38.38	38.97	25.82	26.01	25.58	25.73	48.66	48.61	46.32	46.63	39.40	39.92	32.50	32.42	33.02	33.30	31.50	31.89	23.10	23.11	18.45	18.44
63	34.37	34.59	23.68	23.64	20.83	20.61	17.80	17.65	30.40	30.23	20.06	19.55	20.92	20.45	30.73	30.43	22.11	22.12	20.75	20.58	19.80	19.46	26.11	26.25
68	11.22	11.16	8.04	8.22	11.54	11.57	10.08	10.22	16.77	16.19	15.10	14.83	11.67	11.86	14.09	13.61	11.78	11.71	10.22	10.13	10.21	10.44	10.83	10.66
69	22.55	23.50	20.89	21.04	18.46	18.34	19.07	19.39	34.65	35.18	25.88	26.69	23.68	23.65	30.56	30.99	20.77	20.95	19.93	20.14	17.93	17.65	18.25	18.31
70	27.67	27.44	27.28	27.55	20.91	20.86	20.69	20.67	51.93	53.00	49.72	50.22	29.33	29.87	39.45	39.80	44.65	45.22	38.73	39.13	51.01	51.33	27.89	27.79
72	24.15	23.14	22.14	21.62	22.92	22.62	18.58	18.51	27.25	27.65	23.85	23.22	24.18	24.36	26.63	26.79	21.80	21.58	21.40	20.83	21.97	21.84	18.80	18.75
76	22.45	22.62	19.49	19.49	22.53	22.66	18.08	18.11	27.78	27.90	21.00	20.73	24.86	24.99	24.42	23.93	23.09	23.53	24.89	25.36	17.21	17.51	25.26	26.05
77	24.15	23.12	22.06	21.71	22.72	22.65	18.68	18.51	27.28	27.75	23.86	23.23	24.16	24.34	26.74	26.78	21.80	21.62	21.45	20.80	22.06	21.88	18.93	18.76
82	24.09	23.16	22.12	22.01	22.86	22.77	18.73	18.53	27.30	27.62	23.84	23.06	24.22	24.29	26.78	26.68	21.87	21.77	21.37	20.71	22.00	21.78	18.84	18.83
93	12.04	12.49	14.95	14.71	14.69	14.60	13.66	13.48	12.97	12.61	12.87	12.97	16.07	15.21	19.00	18.69	12.98	12.23	13.12	13.58	13.46	13.29	13.41	13.85
104	23.39	23.30	21.78	21.73	22.50	22.73	18.29	18.60	26.89	26.95	23.10	22.89	23.59	24.50	26.27	26.61	21.45	21.66	21.18	20.96	21.44	21.44	18.88	18.98
113	22.59	23.36	20.91	21.16	18.47	18.48	19.09	19.38	34.73	34.92	25.94	26.67	23.71	23.82	30.59	30.84	20.63	21.00	19.91	20.28	17.83	17.83	18.24	18.33
124	12.52	12.45	11.55	11.24	19.82	19.73	11.90	11.58	10.74	10.05	15.07	15.16	15.06	15.04	14.58	13.90	10.24	9.88	15.67	14.77	10.65	10.55	10.65	9.96
131	11.15	10.88	8.06	8.06	11.46	11.37	10.06	10.05	16.73	15.99	15.13	14.70	11.70	11.65	14.05	13.36	11.79	11.58	10.32	9.96	10.32	10.20	10.86	10.63
137	27.17	25.79	19.99	19.70	21.50	21.36	18.88	18.13	38.32	38.32	21.14	20.60	20.17	20.17	29.38	29.77	24.32	23.99	19.69	19.41	19.54	19.74	17.83	18.07
140	21.97	21.25	19.61	19.37	22.34	22.28	16.31	16.38	20.73	20.91	15.71	15.74	23.80	23.79	28.72	28.53	14.67	14.76	20.36	19.97	31.82	32.86	22.53	22.92
153	19.07	19.60	16.74	17.10	20.45	20.10	15.17	15.18	17.93	17.27	21.30	21.00	22.18	21.71	24.14	23.66	16.55	16.39	14.70	14.96	14.39	14.04	13.27	13.54
173	22.00	22.42	18.27	18.48	27.13	27.32	17.91	18.12	25.75	25.63	16.33	15.95	24.55	25.07	25.76	26.00	18.66	18.77	16.80	16.98	16.90	17.36	13.93	13.97
180	26.99	26.82	26.69	26.59	32.71	32.64	18.21	18.28	21.62	22.00	22.15	22.22	31.11	31.28	28.45	28.23	16.50	17.18	17.68	17.63	21.85	22.24	13.84	13.77
193	9.71	8.90	10.71	10.61	12.52	12.54	12.75	12.61	10.56	9.66	9.86	9.30	11.51	11.93	13.80	14.51	12.71	12.52	10.32	10.45	11.25	10.98	13.32	12.68
195	22.50	23.34	20.78	21.12	18.55	18.50	18.99	19.36	34.72	34.91	25.96	26.60	23.72	23.80	30.58	30.83	20.79	20.91	19.87	20.20	17.89	17.76	18.34	18.30
209	19.58	19.66	26.92	27.21	28.97	29.50	18.35	18.29	17.64	17.01	23.47	23.78	37.15	37.29	27.00	26.95	17.81	16.94	20.57	20.59	23.28	22.22	16.50	16.50
220	27.03	26.84	26.76	26.64	32.70	32.58	18.24	18.34	21.68	22.10	22.11	22.22	31.15	31.32	28.46	28.25	16.58	17.28	17.56	17.69	21.84	22.39	13.95	13.86
225	16.28	16.00	24.13	24.32	19.14	18.92	22.15	22.43	22.66	22.31	19.05	19.42	24.05	23.89	23.89	23.21	19.27	19.37	22.30	22.42	18.59	18.01	24.03	24.23
227	21.85	21.98	19.65	19.57	22.20	22.56	16.38	16.30	20.77	20.71	15.94	15.91	23.82	24.09	28.77	28.86	14.55	15.00	20.36	19.96	31.64	32.70	22.44	22.68
229	24.11	23.14	22.11	21.50	22.86	22.57	18.67	18.49	27.32	27.57	23.83	23.23	24.13	24.37	26.74	26.81	21.89	21.52	21.47	20.87	22.00	21.81	18.82	18.73
234	26.20	26.20	38.33	39.01	25.92	25.88	25.56	25.67	48.67	48.37	46.36	46.43	39.33	39.79	32.50	32.33	33.11	33.05	31.59	31.71	22.96	23.25	18.48	18.58
237	24.05	23.30	21.99	21.73	22.79	22.73	18.59	18.60	27.21	26.95	23.66	22.89	24.11	24.50	26.61	26.61	21.91	21.66	21.60	20.96	21.90	21.44	19.05	18.98
245	16.18	16.13	24.07	24.11	19.22	18.86	22.13	22.36	22.69	22.22	19.22	19.34	24.06	23.88	23.83	23.29	19.28	19.14	22.23	22.52	18.55	17.90	23.94	24.22
247	26.27	26.15	38.36	39.02	25.90	25.82	25.55	25.63	48.82	48.30	46.30	46.37	39.39	39.71	32.54	32.26	33.07	33.12	31.55	31.60	23.07	23.11	18.53	18.59
248	16.20	16.04	24.09	23.74	19.18	18.69	22.17	22.09	22.65	21.81	19.12	19.46	24.04	23.72	23.89	23.44	19.25	18.79	22.16	22.16	18.58	18.26	24.13	23.82
255	14.23	14.29	12.69	12.04	18.10	18.02	10.18	9.96	11.71	11.85	11.68	11.81	13.75	13.63	14.55	14.72	12.87	12.34	14.37	13.95	14.06	13.59	10.79	10.33
261	9.52	9.21	10.71	10.67	12.42	12.59	12.68	12.68	10.51	10.49	9.80	9.42	11.43	12.14	13.82	14.85	12.73	12.80	10.36	10.65	11.23	11.47	13.37	12.99
271	27.30	26.27	19.99	19.45	21.45	21.19	18.77	18.25	38.32	38.38	21.11	20.47	20.16	19.92	29.46	29.47	24.17	23.72	19.77	19.52	19.49	19.99	17.98	18.17
278	22.52	22.79	19.62	19.49	22.43	22.53	18.02	18.19	27.75	28.13	21.00	20.82	24.81	24.97	24.39	23.95	23.20	23.30	24.93	25.41	17.09	17.42	25.25	25.88
287	22.06	22.06	18.20	18.21	27.14	27.28	17.92	17.95	25.78	26.00	16.25	15.95	24.56	24.53	25.92	25.77	18.54	18.67	16.69	16.65	16.87	16.79	14.01	13.83
323	21.93	22.29	18.20	18.43	27.04	27.14	17.83	18.02	25.78	25.62	16.32	15.75	24.65	24.52	25.95	25.68	18.57	18.64	16.71	16.52	16.85	16.79	13.98	13.74

Nota. Elaboración propia.

A4 Modelo de entrenamiento, validación y prueba

Figura 100

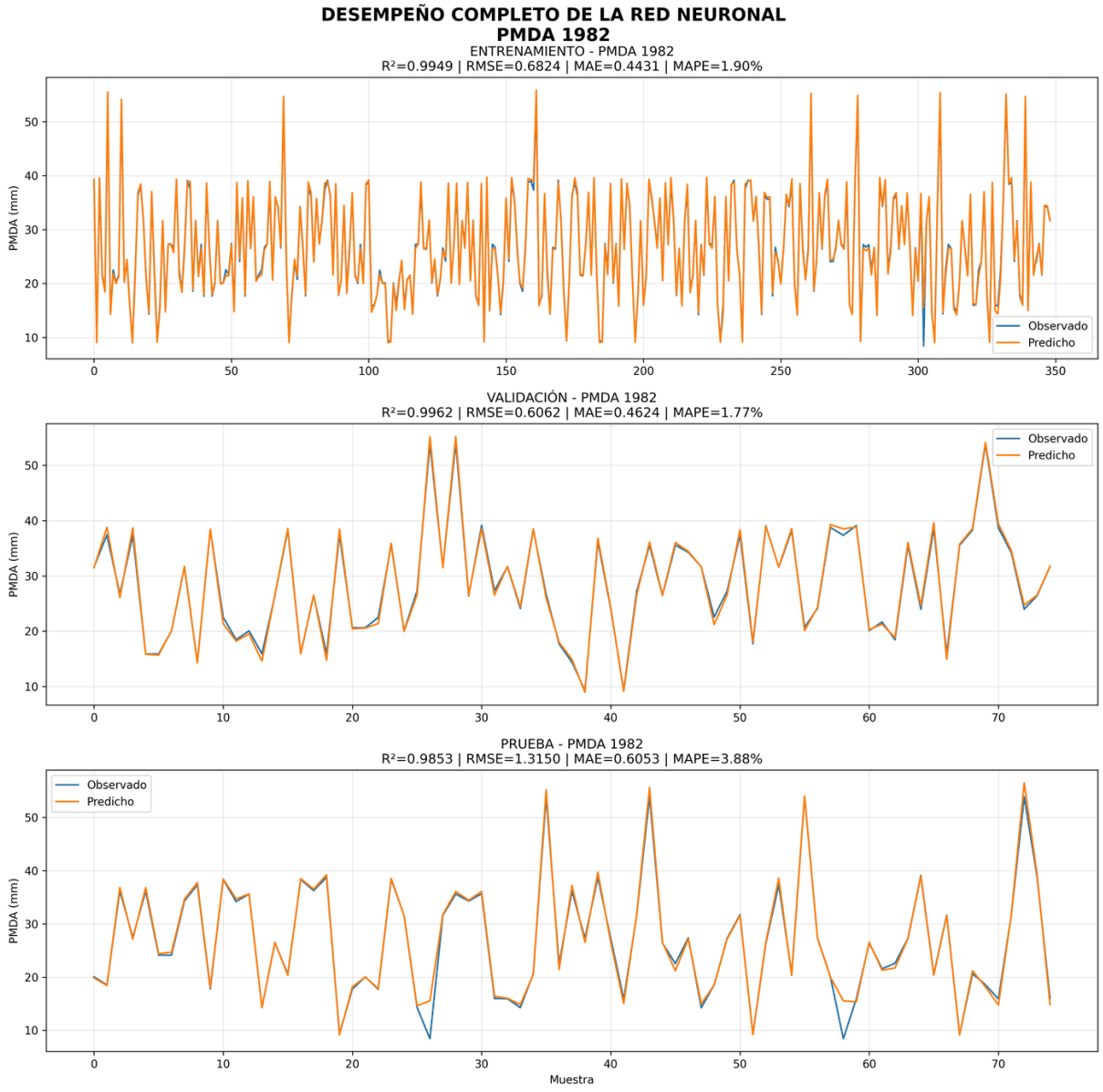
Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA1981



Nota. Elaboración propia.

Figura 101

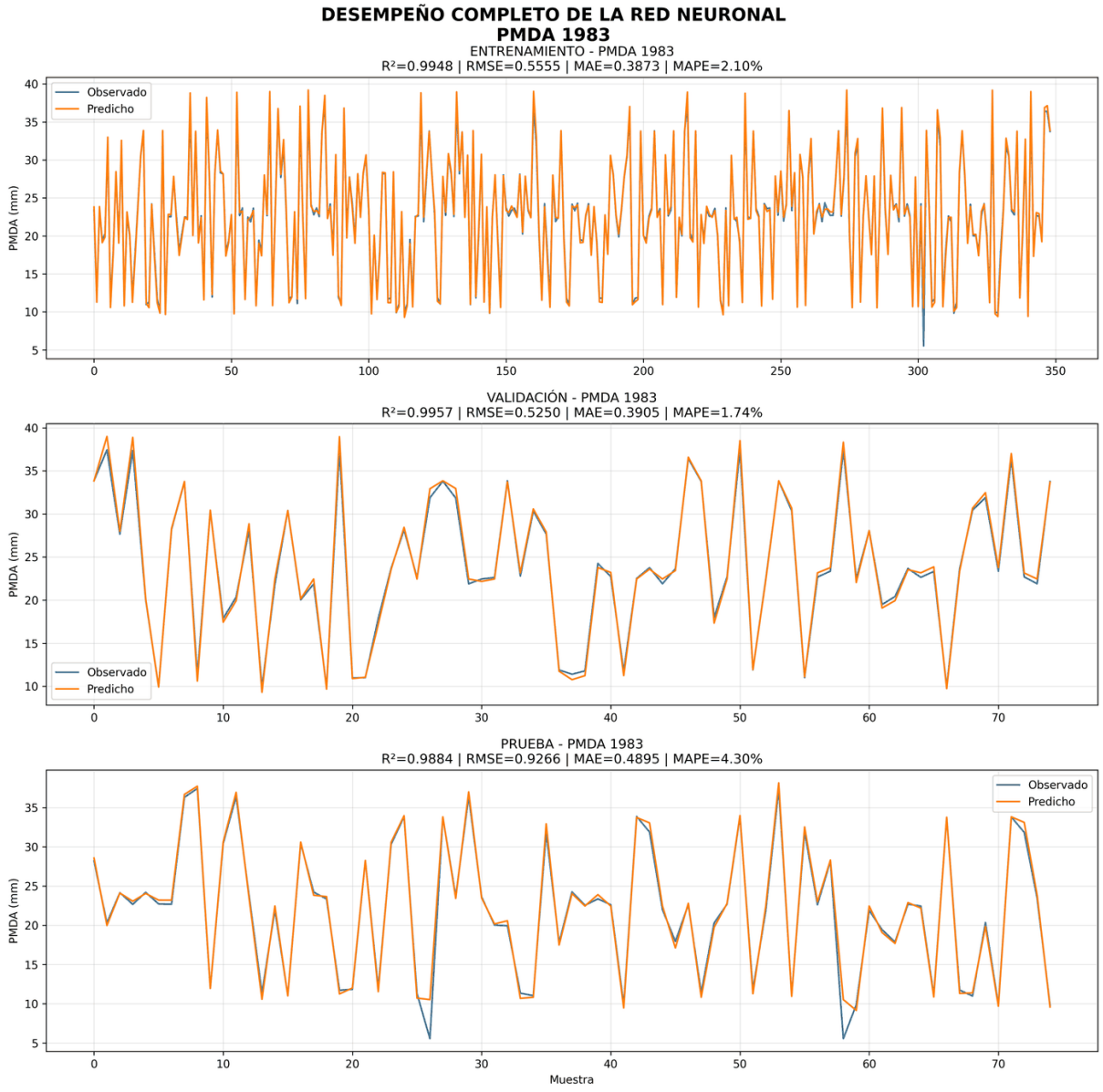
Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA1982



Nota. Elaboración propia.

Figura 102

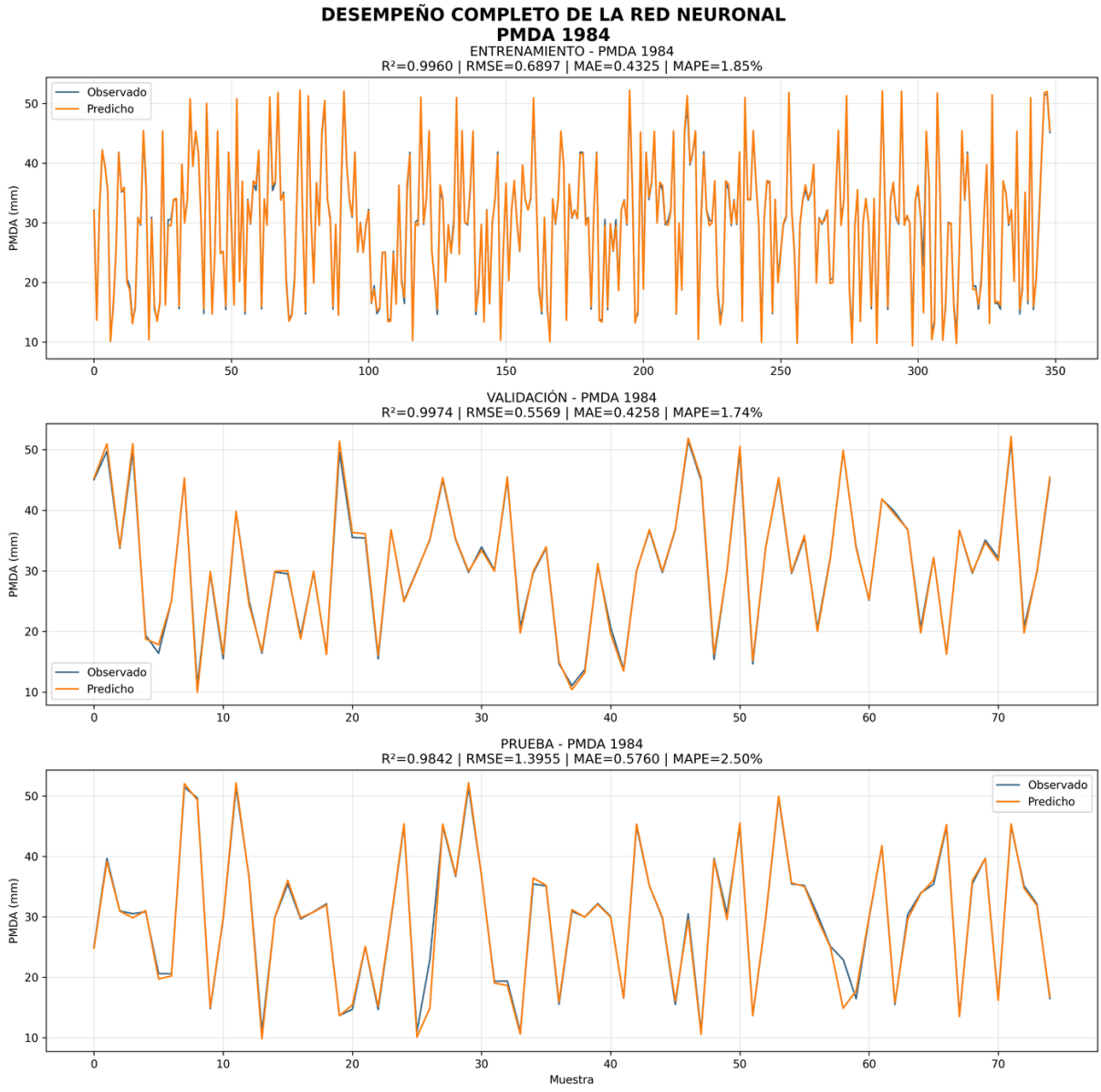
Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA1983



Nota. Elaboración propia.

Figura 103

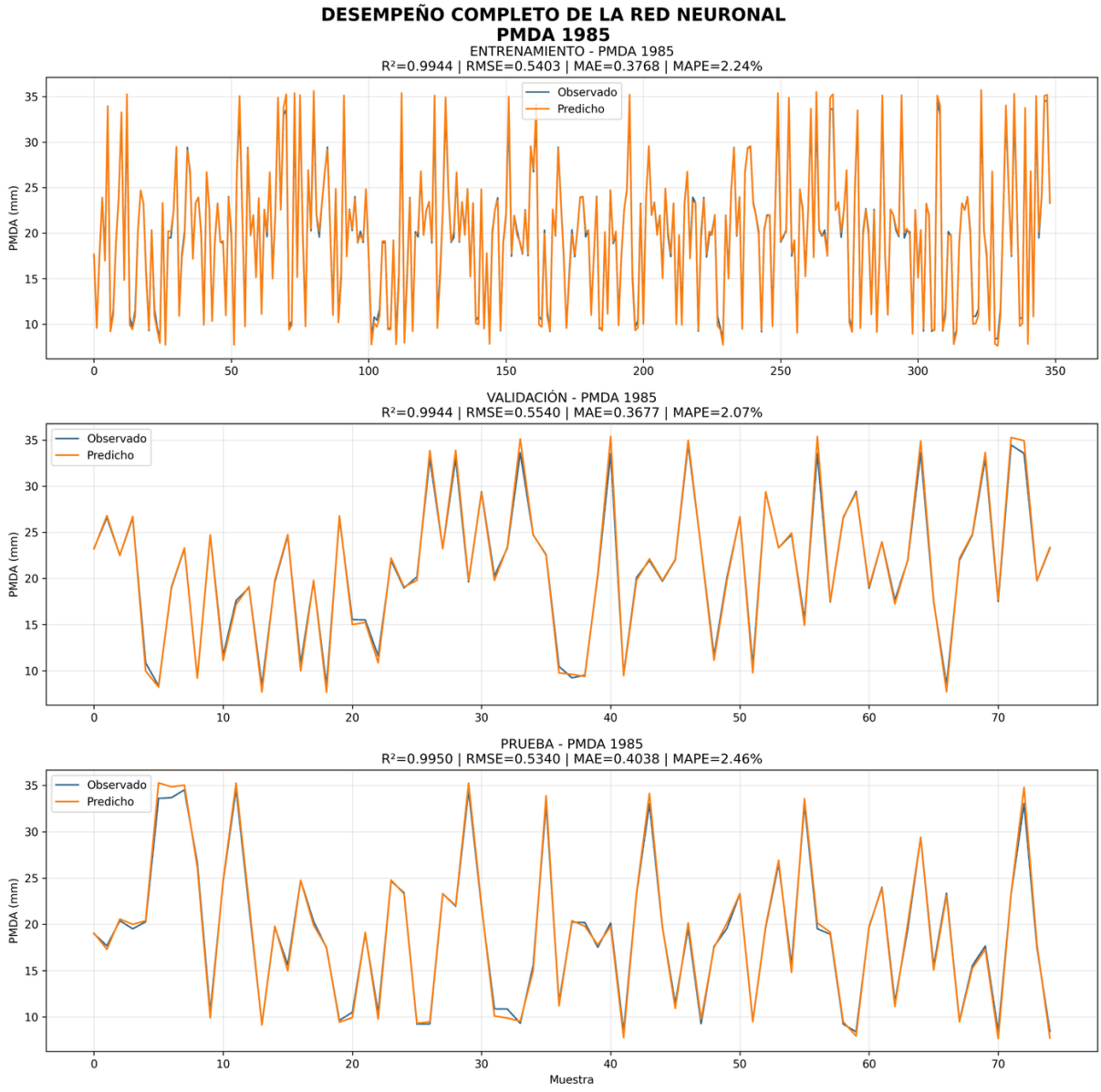
Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA1984



Nota. Elaboración propia.

Figura 104

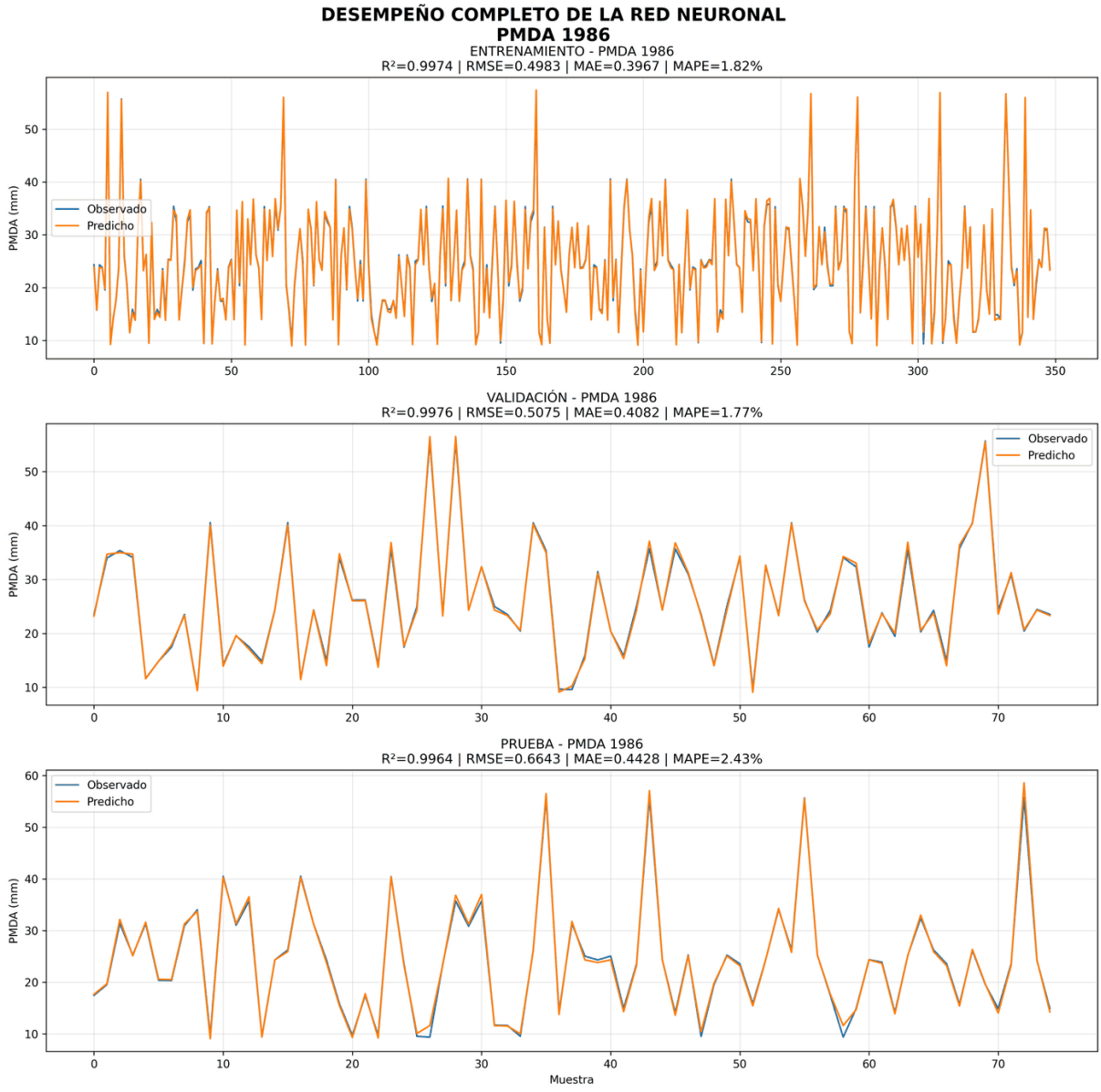
Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA1985



Nota. Elaboración propia.

Figura 105

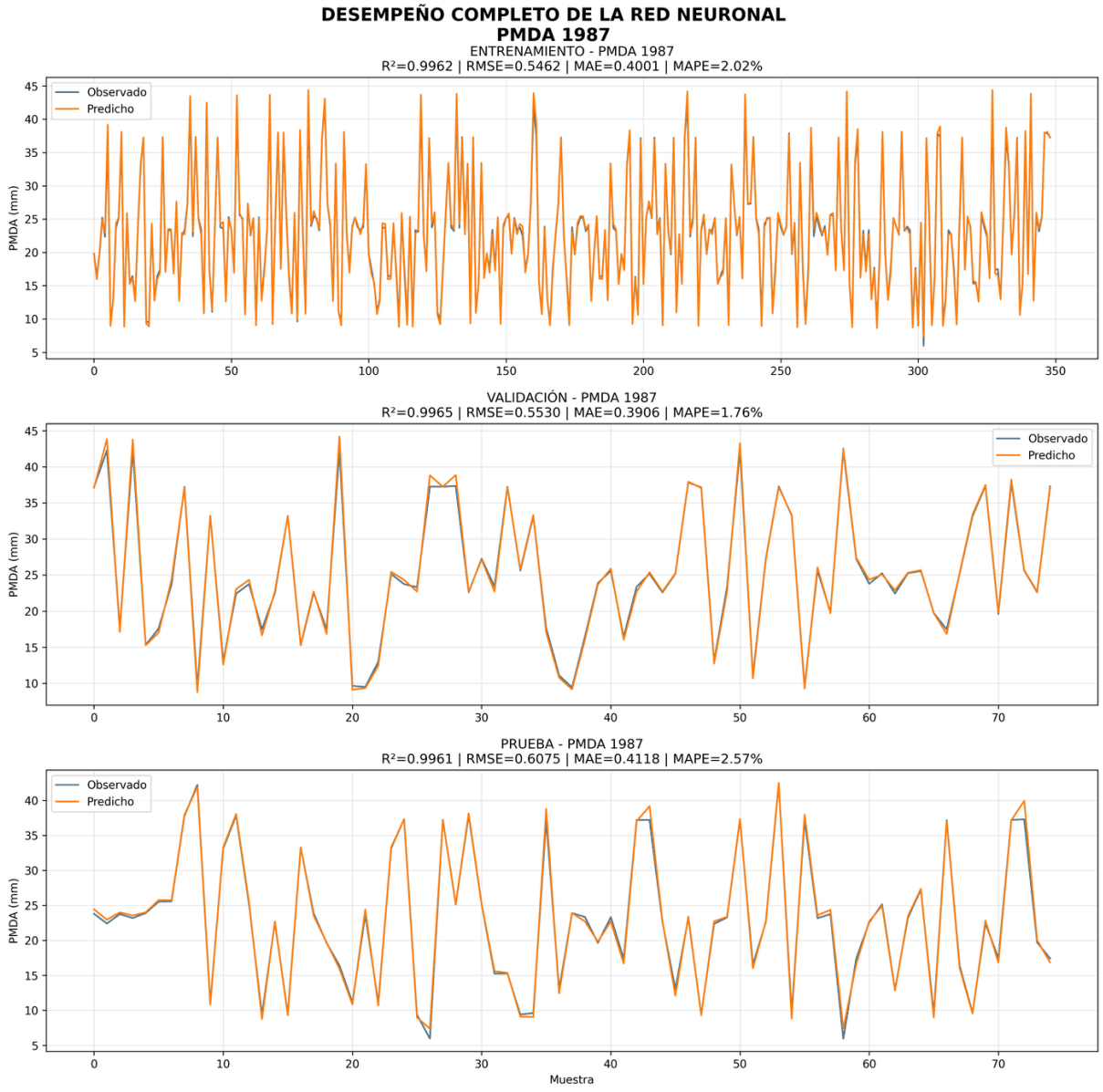
Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA1986



Nota. Elaboración propia.

Figura 106

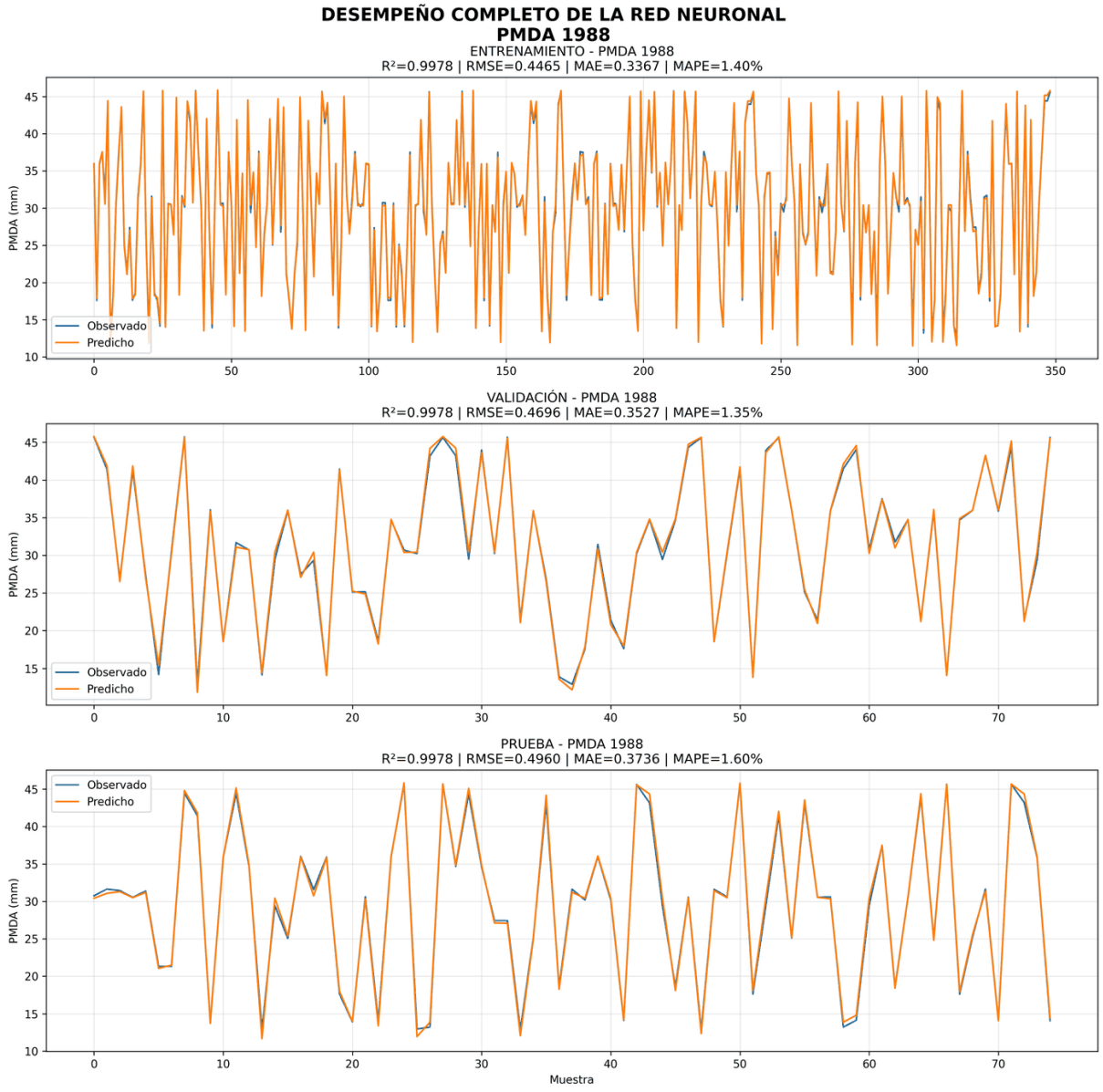
Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA1987



Nota. Elaboración propia.

Figura 107

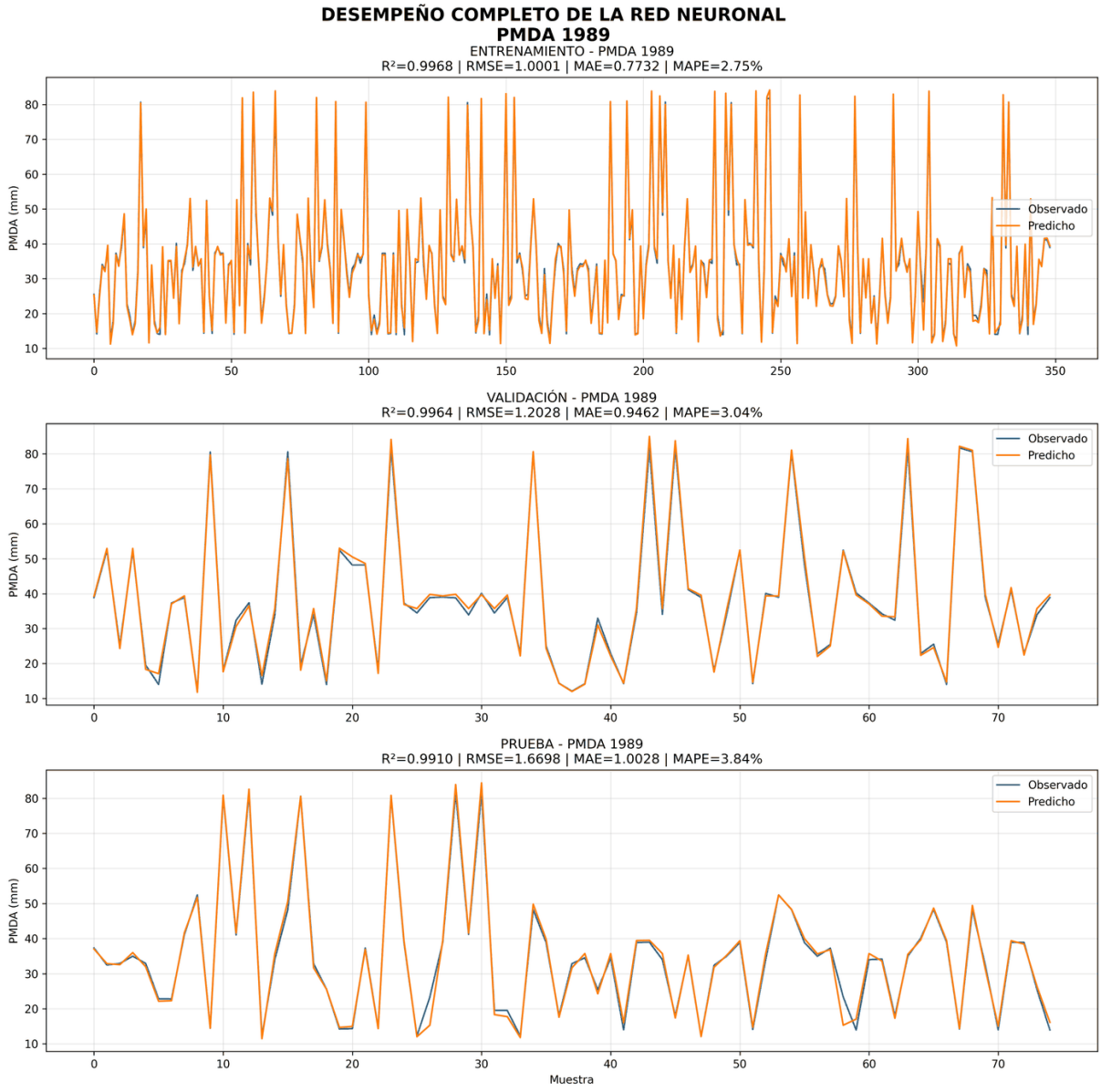
Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA1988



Nota. Elaboración propia.

Figura 108

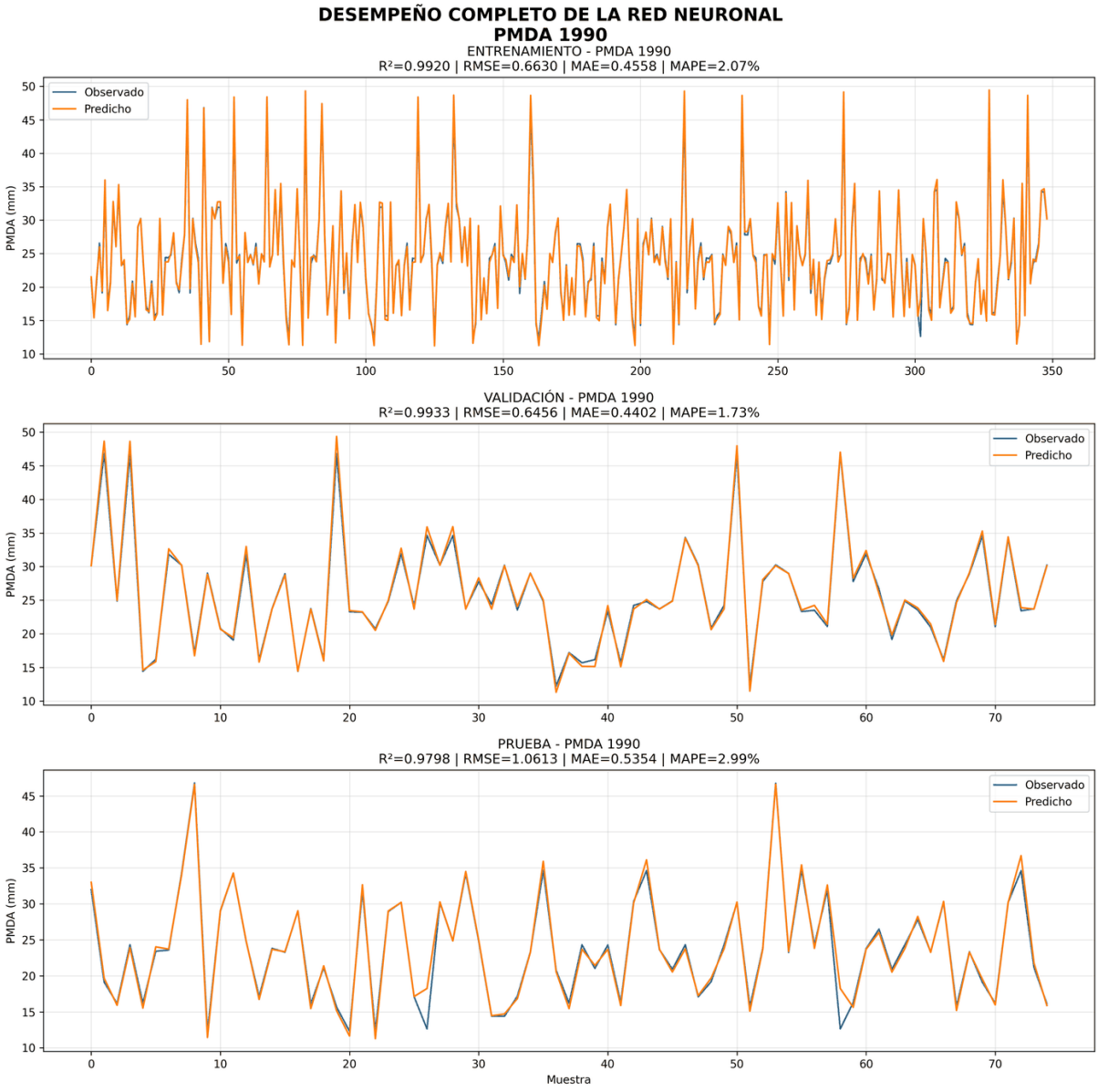
Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA1989



Nota. Elaboración propia.

Figura 109

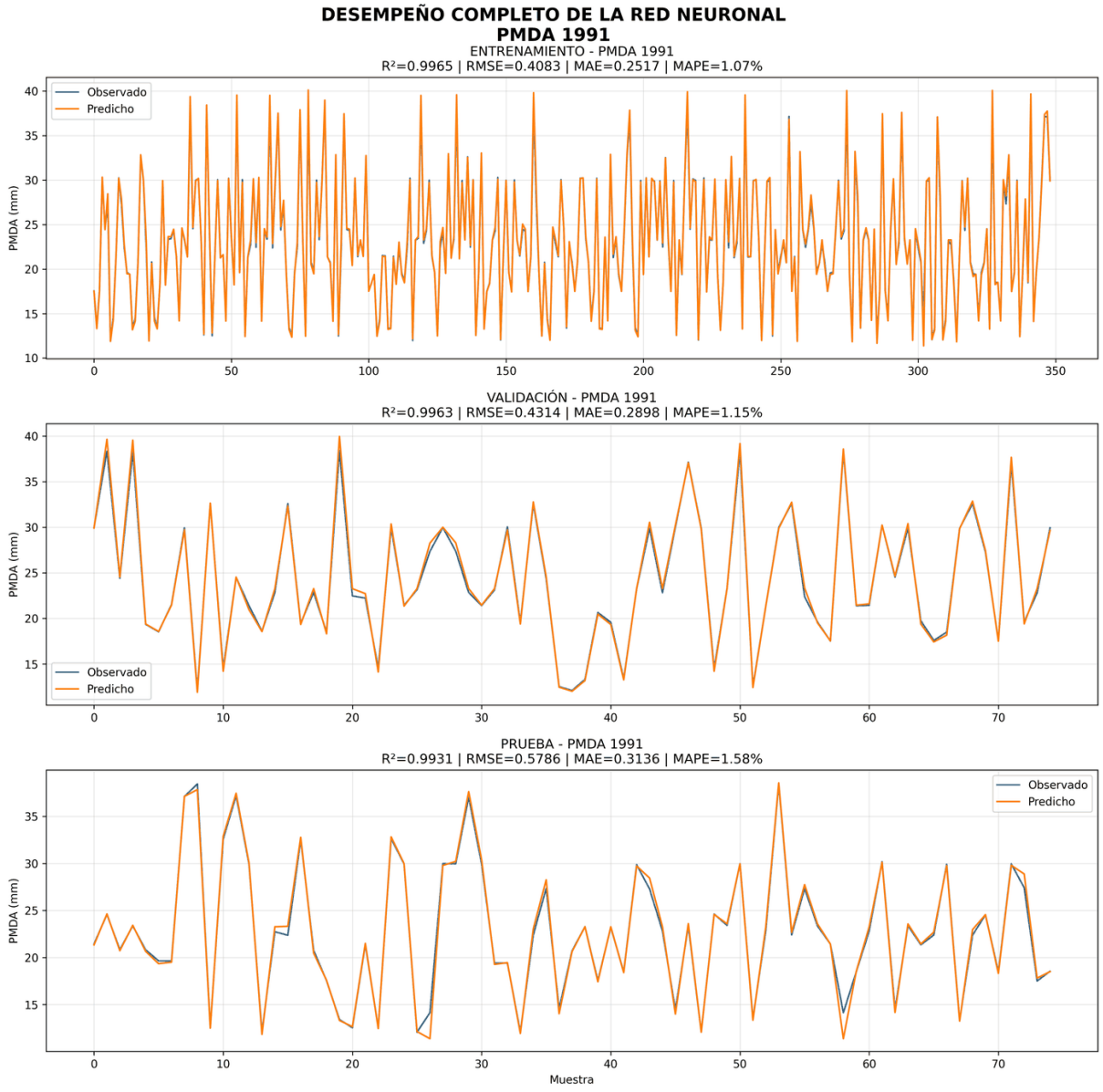
Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA1990



Nota. Elaboración propia.

Figura 110

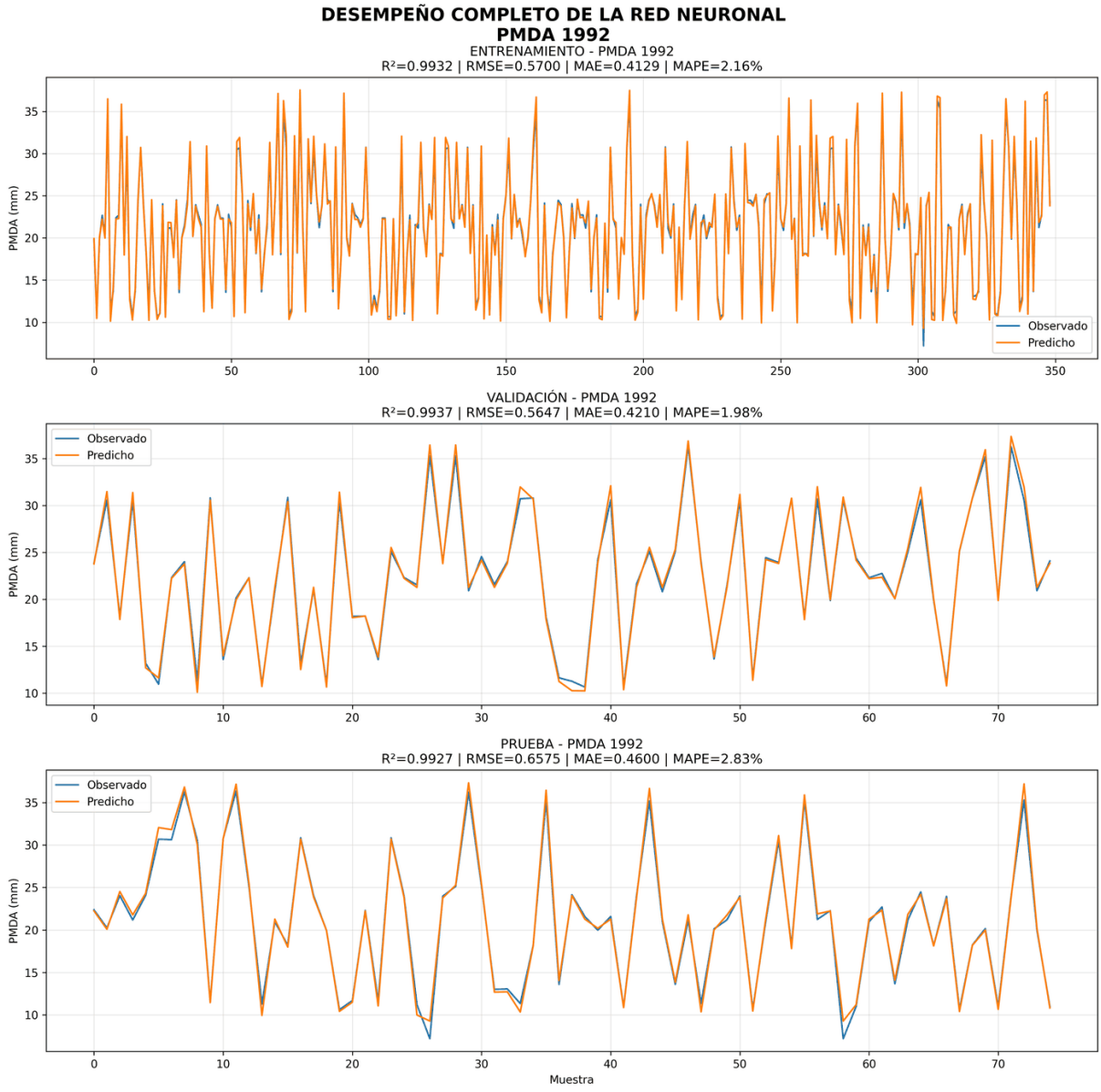
Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA1991



Nota. Elaboración propia.

Figura 111

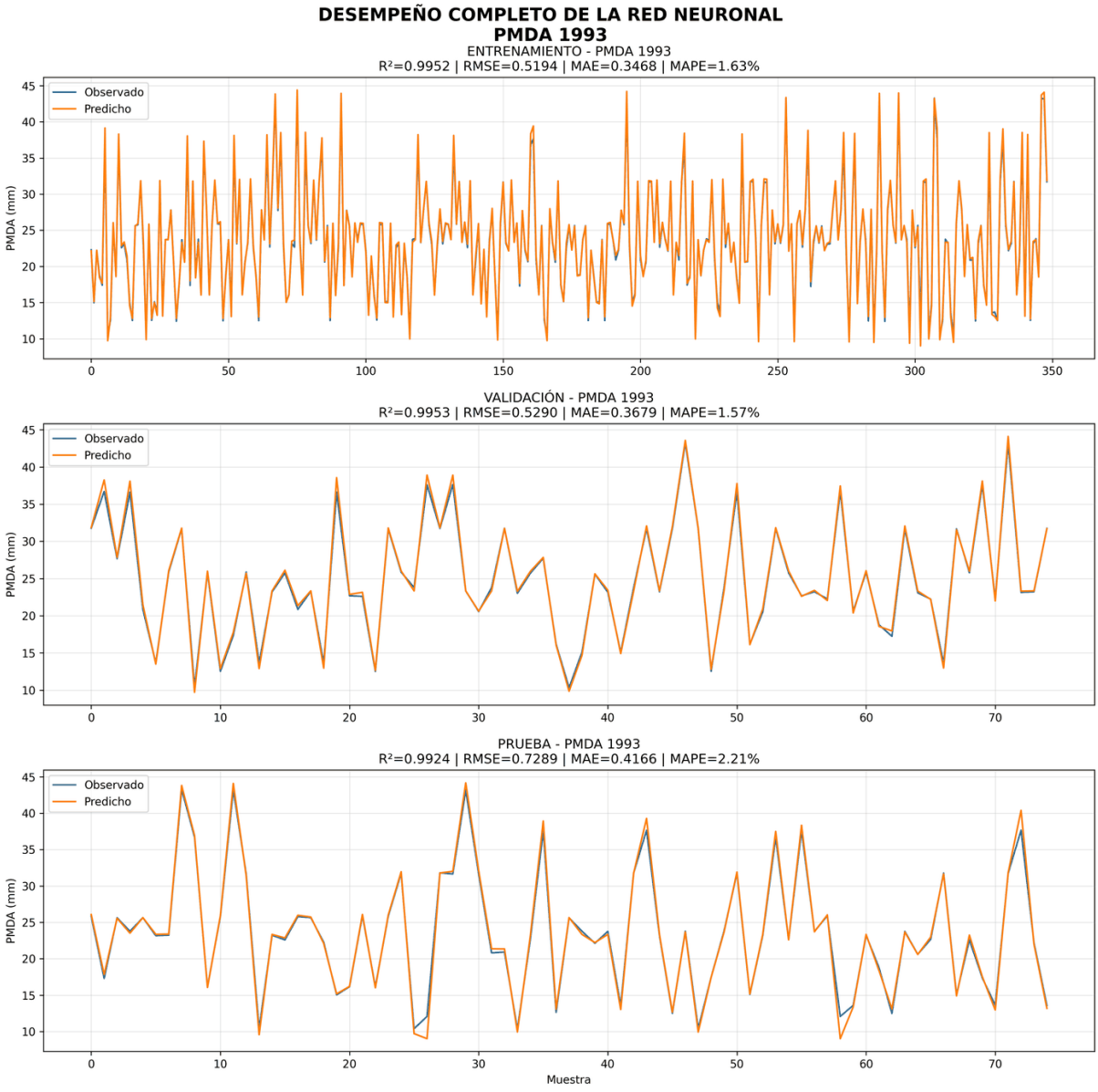
Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA1992



Nota. Elaboración propia.

Figura 112

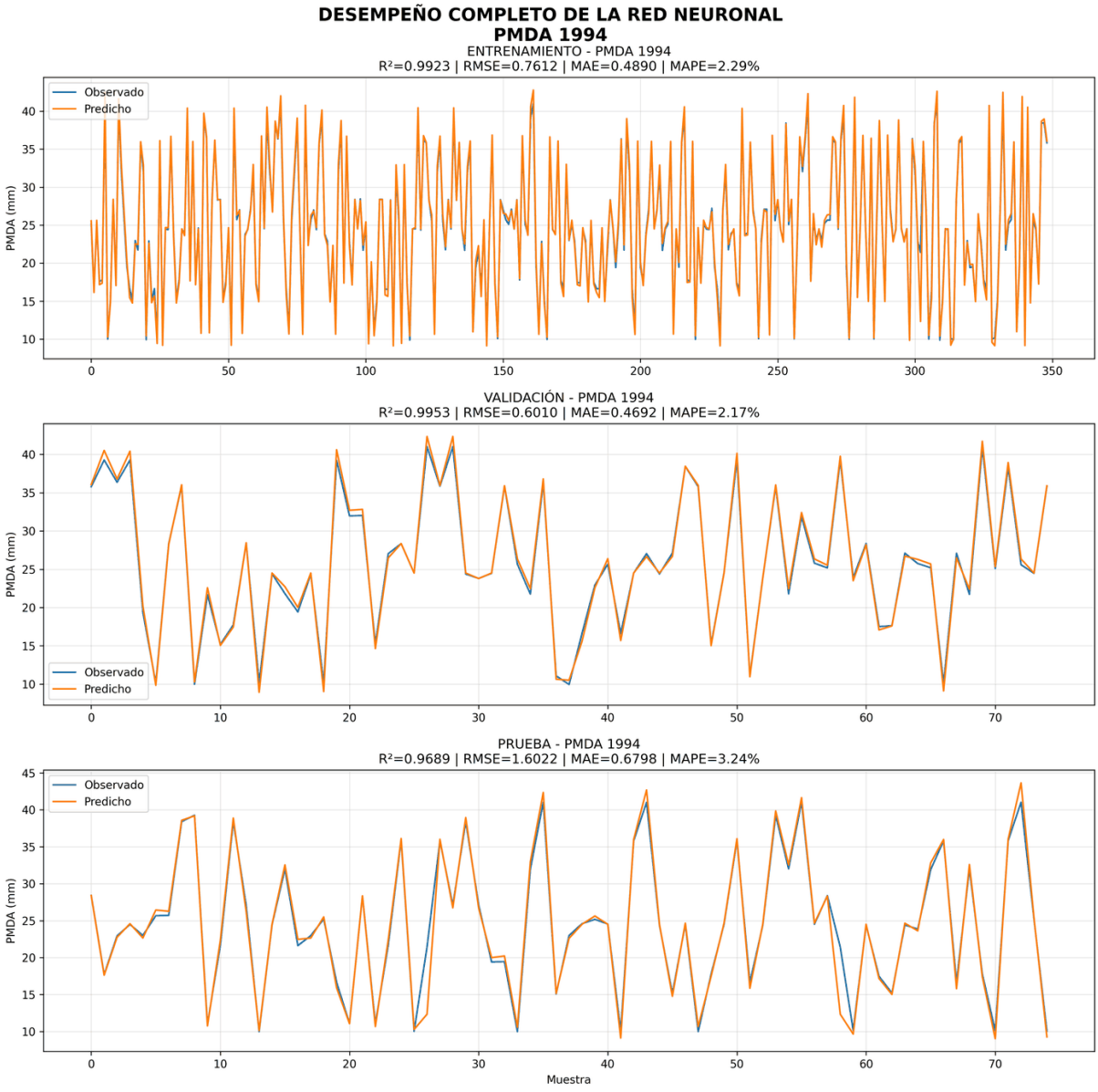
Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA1993



Nota. Elaboración propia.

Figura 113

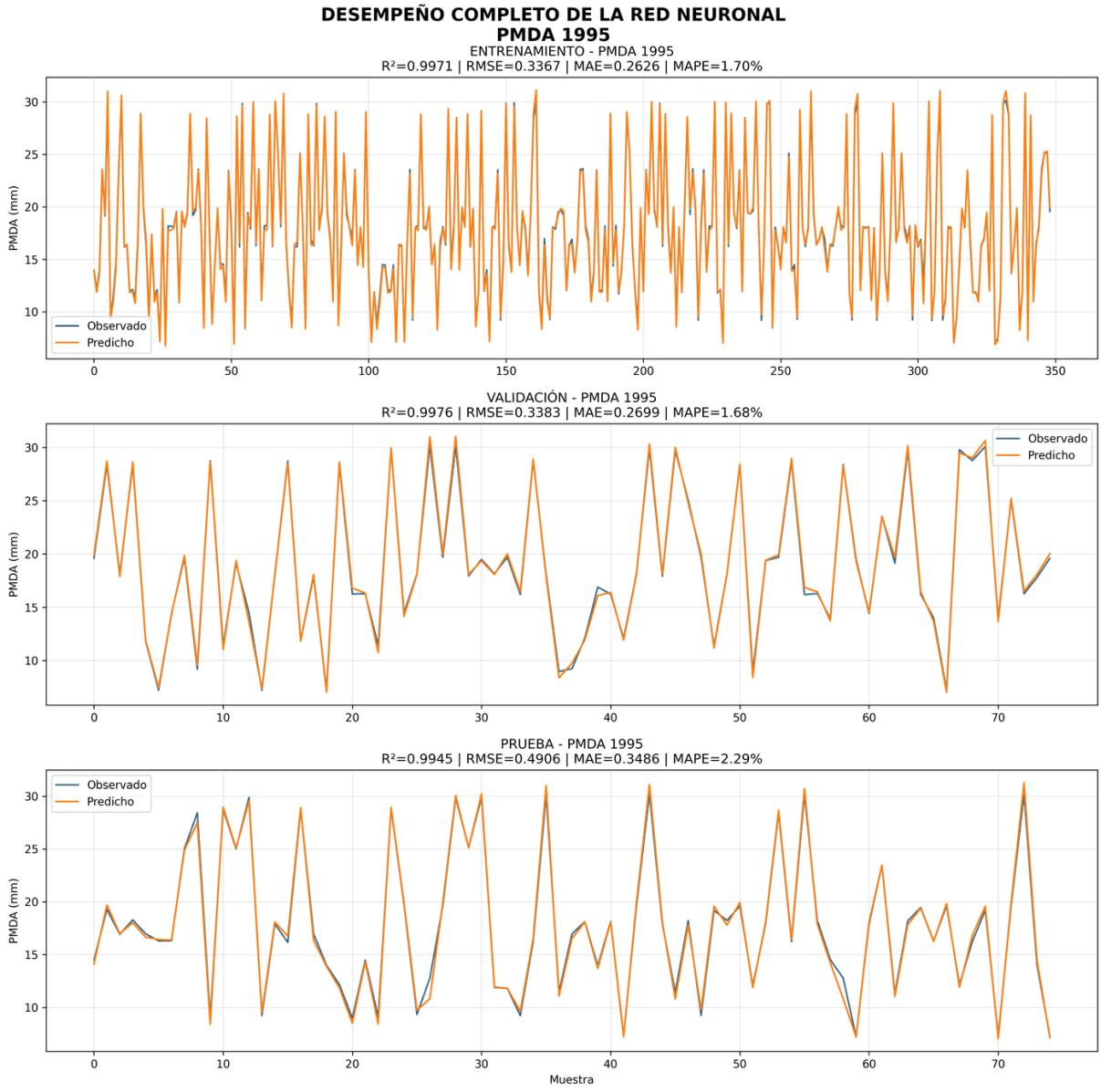
Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA1994



Nota. Elaboración propia.

Figura 114

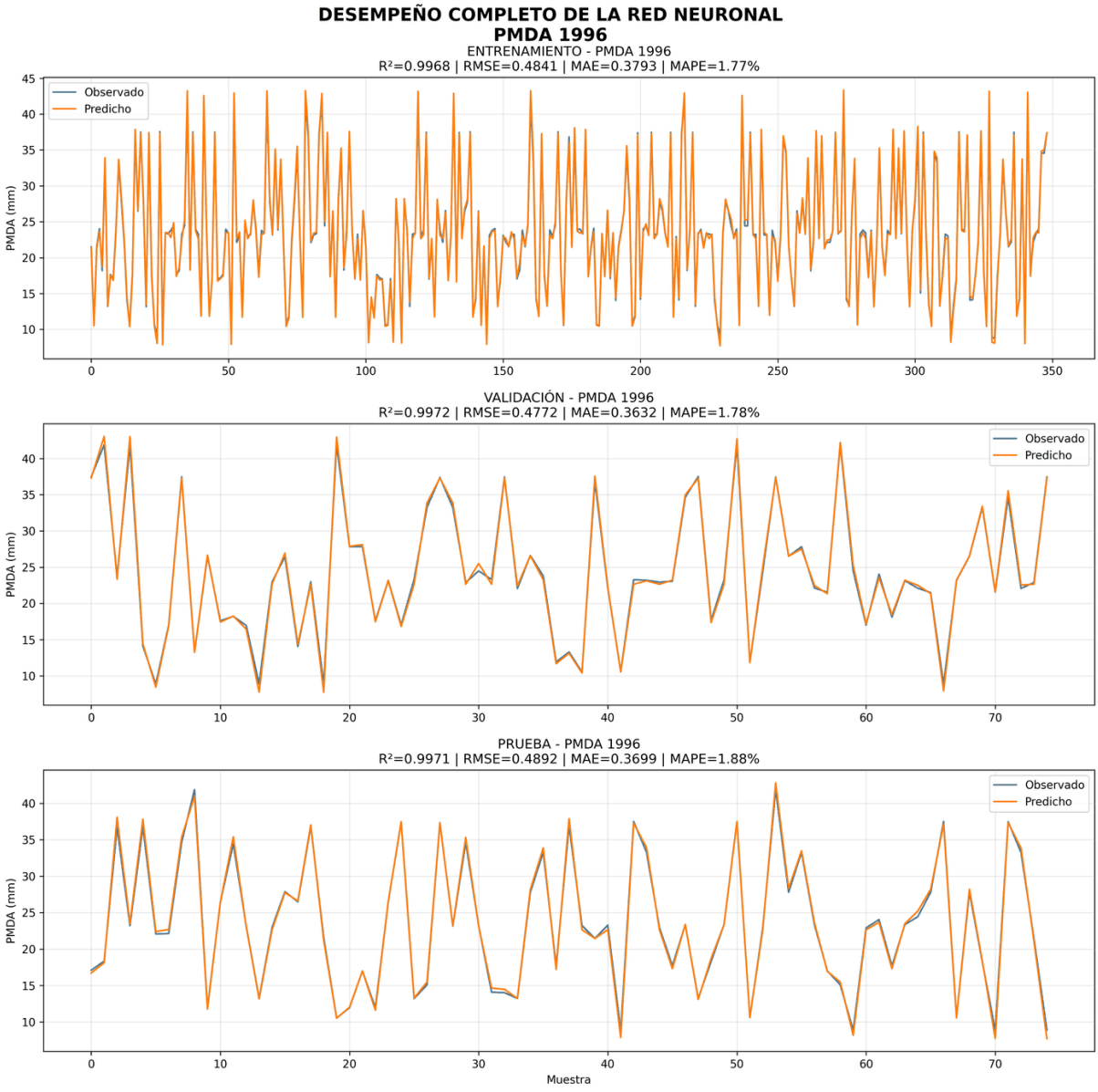
Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA1995



Nota. Elaboración propia.

Figura 115

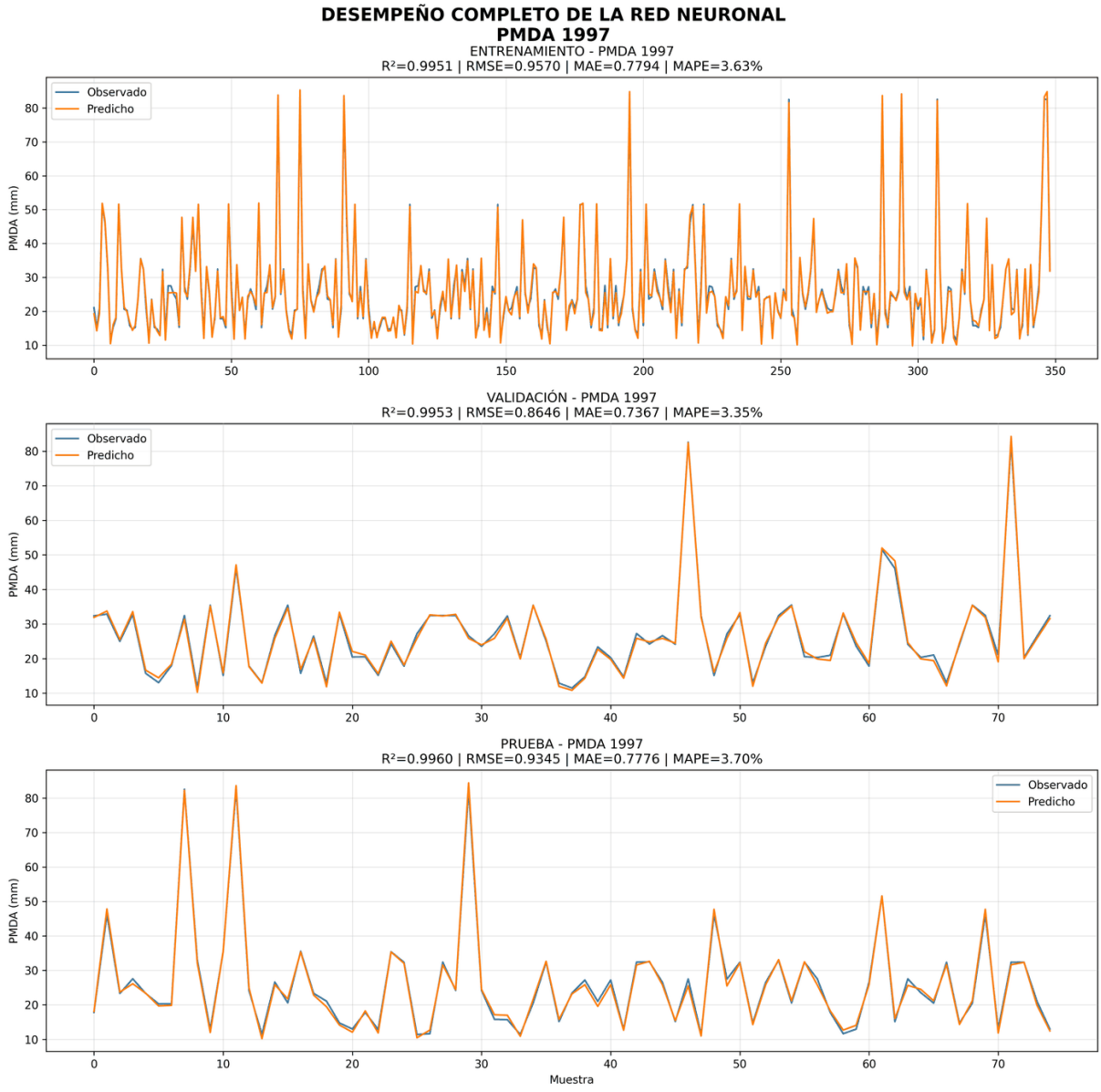
Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA1996



Nota. Elaboración propia.

Figura 116

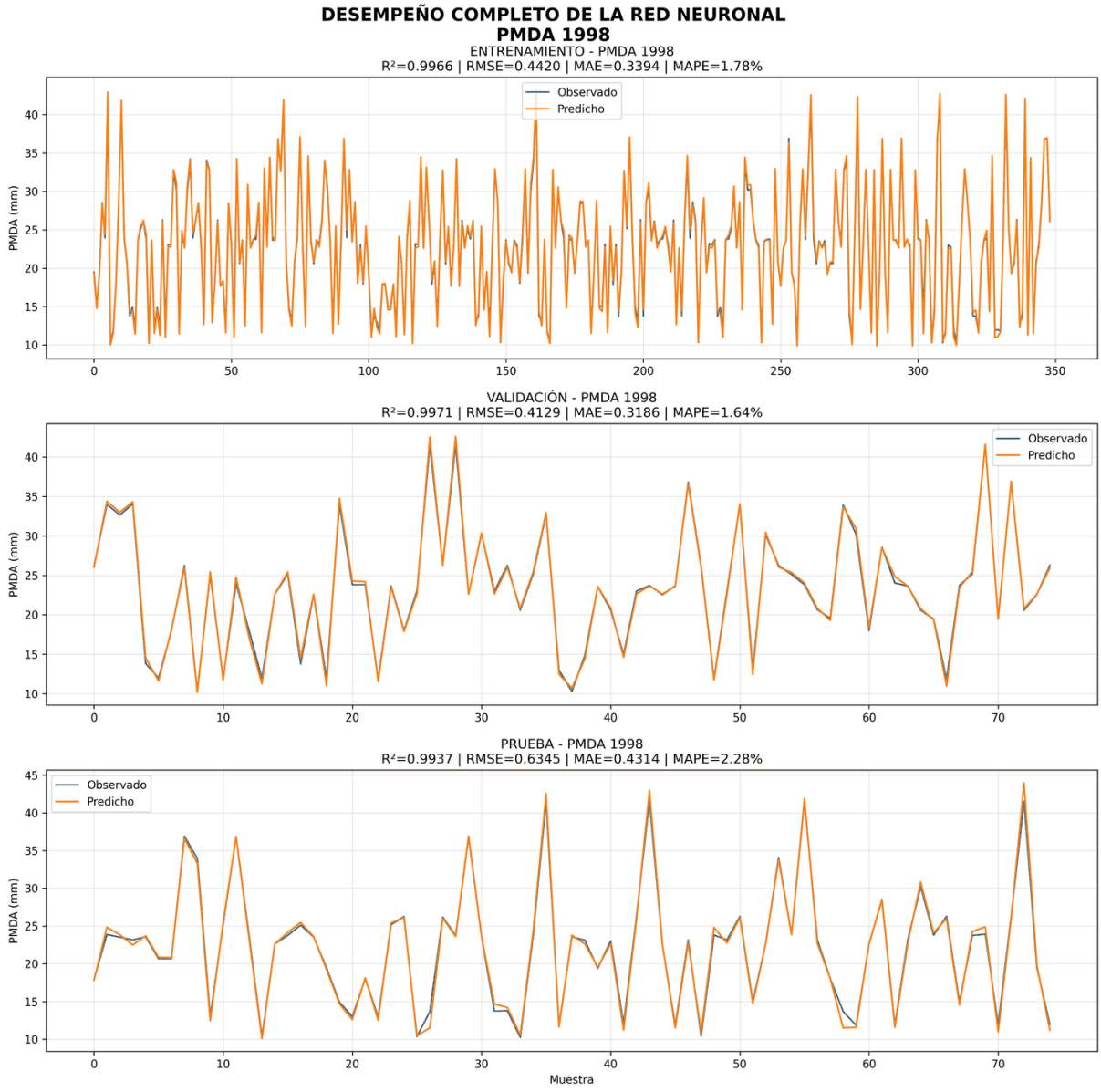
Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA1997



Nota. Elaboración propia.

Figura 117

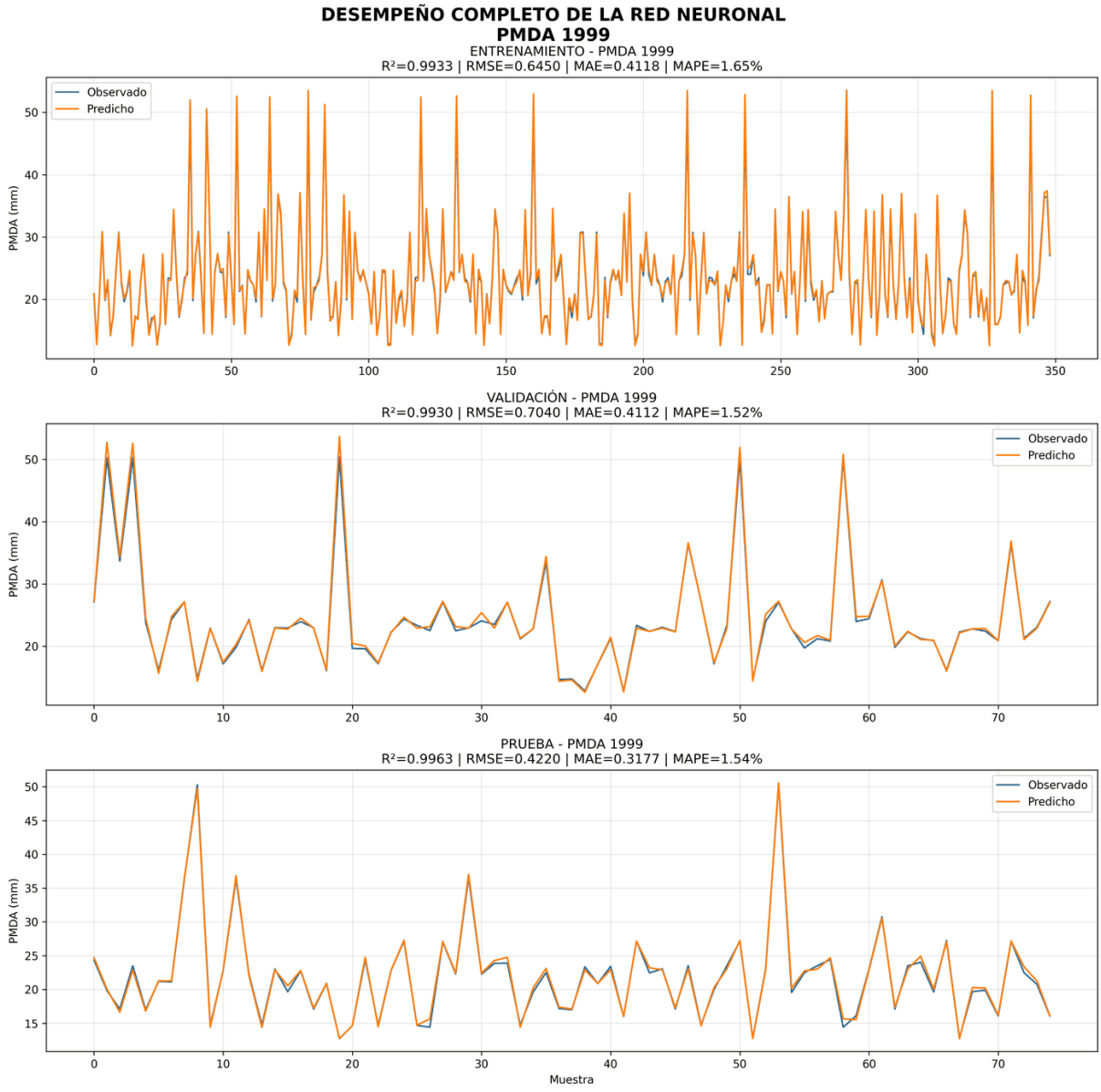
Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA1998



Nota. Elaboración propia.

Figura 118

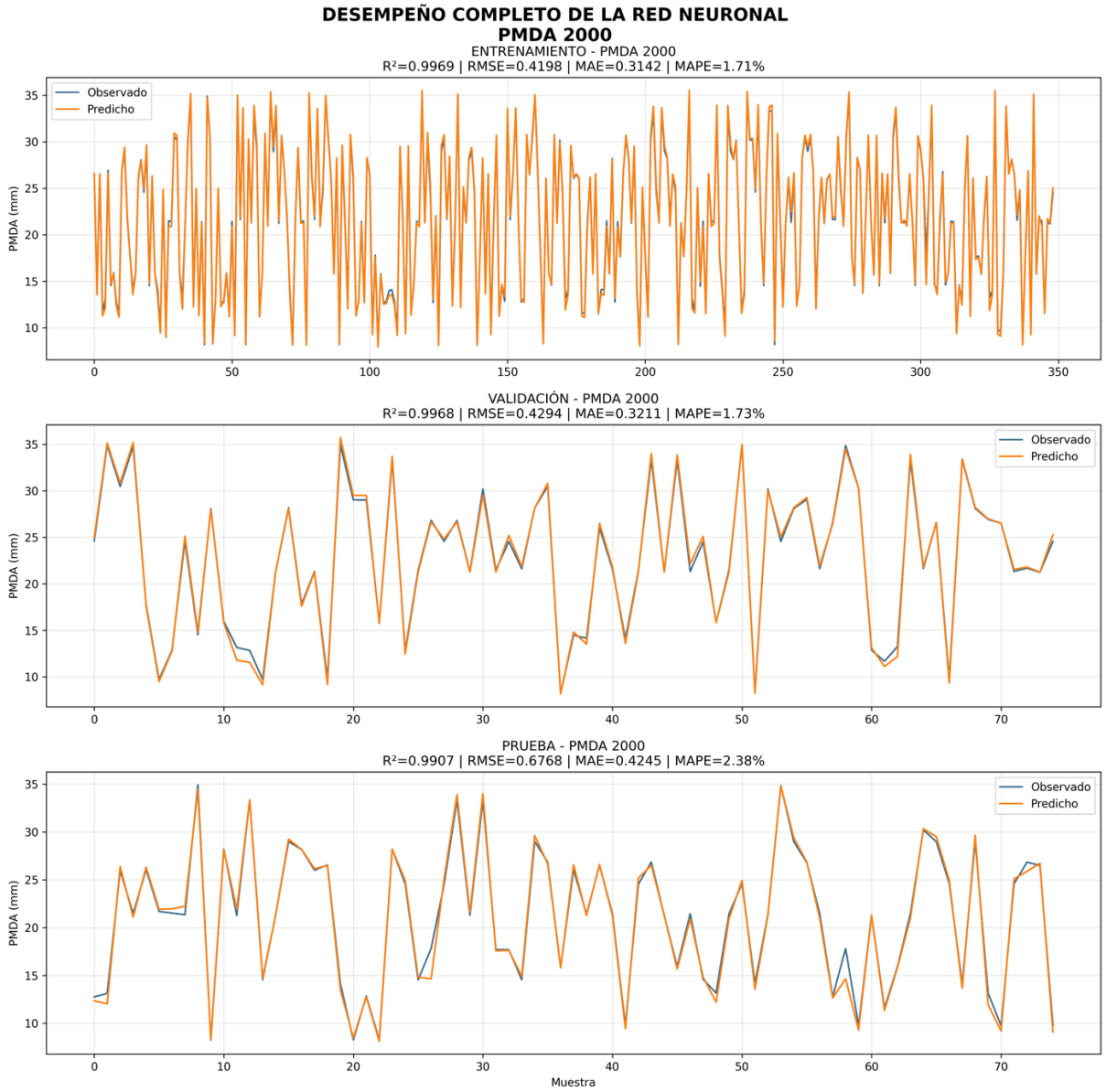
Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA1999



Nota. Elaboración propia.

Figura 119

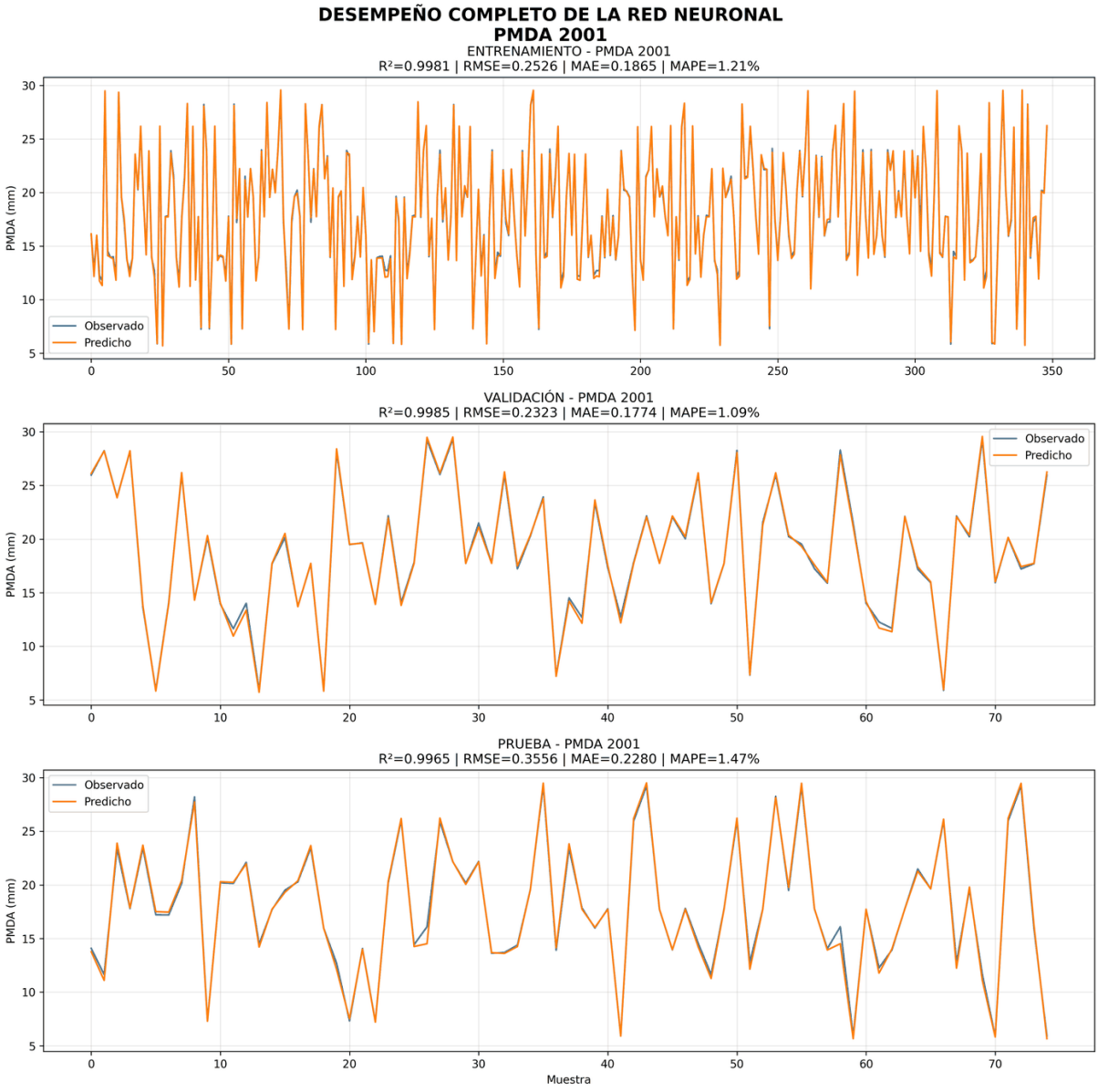
Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA2000



Nota. Elaboración propia.

Figura 120

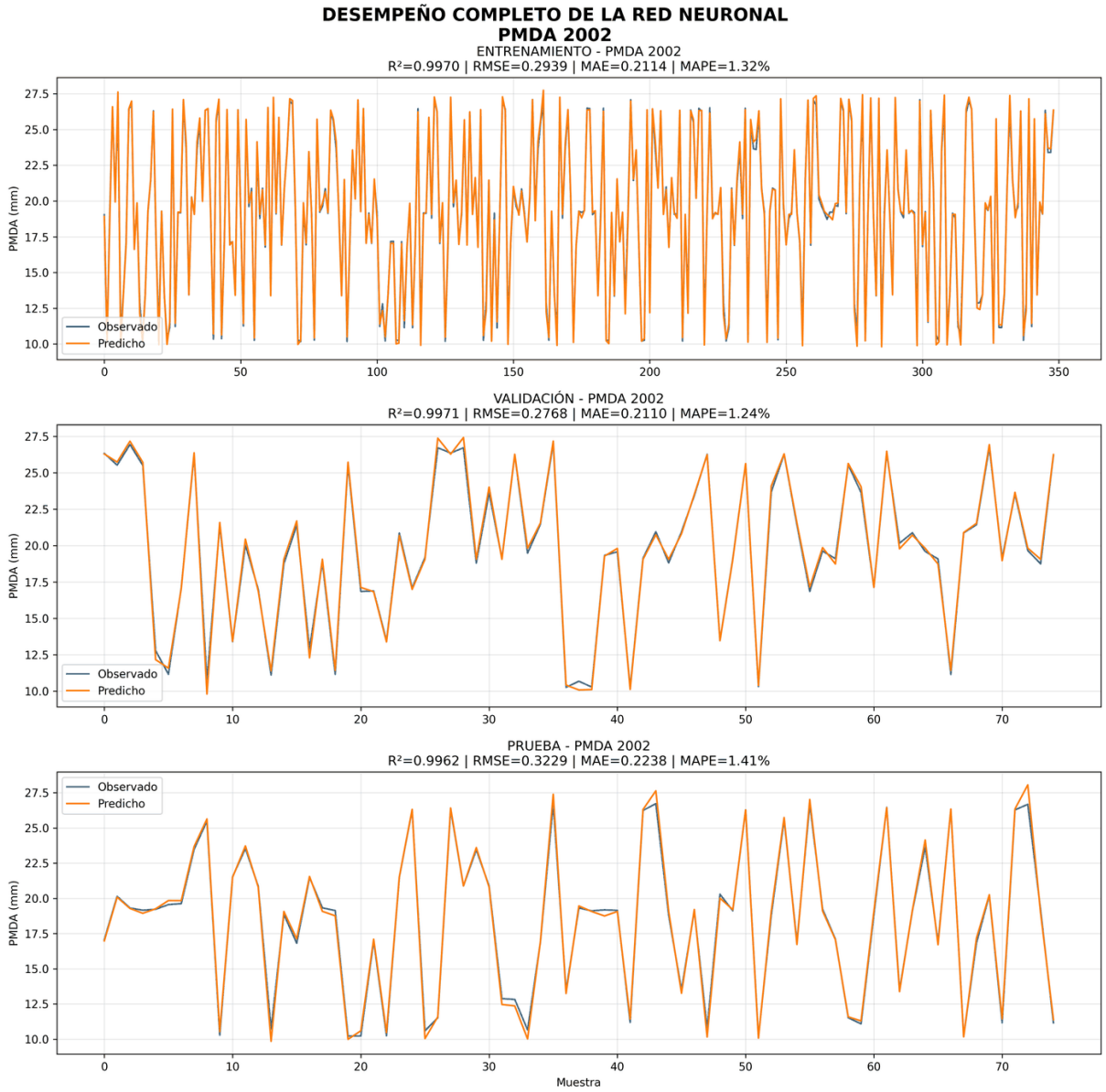
Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA2001



Nota. Elaboración propia.

Figura 121

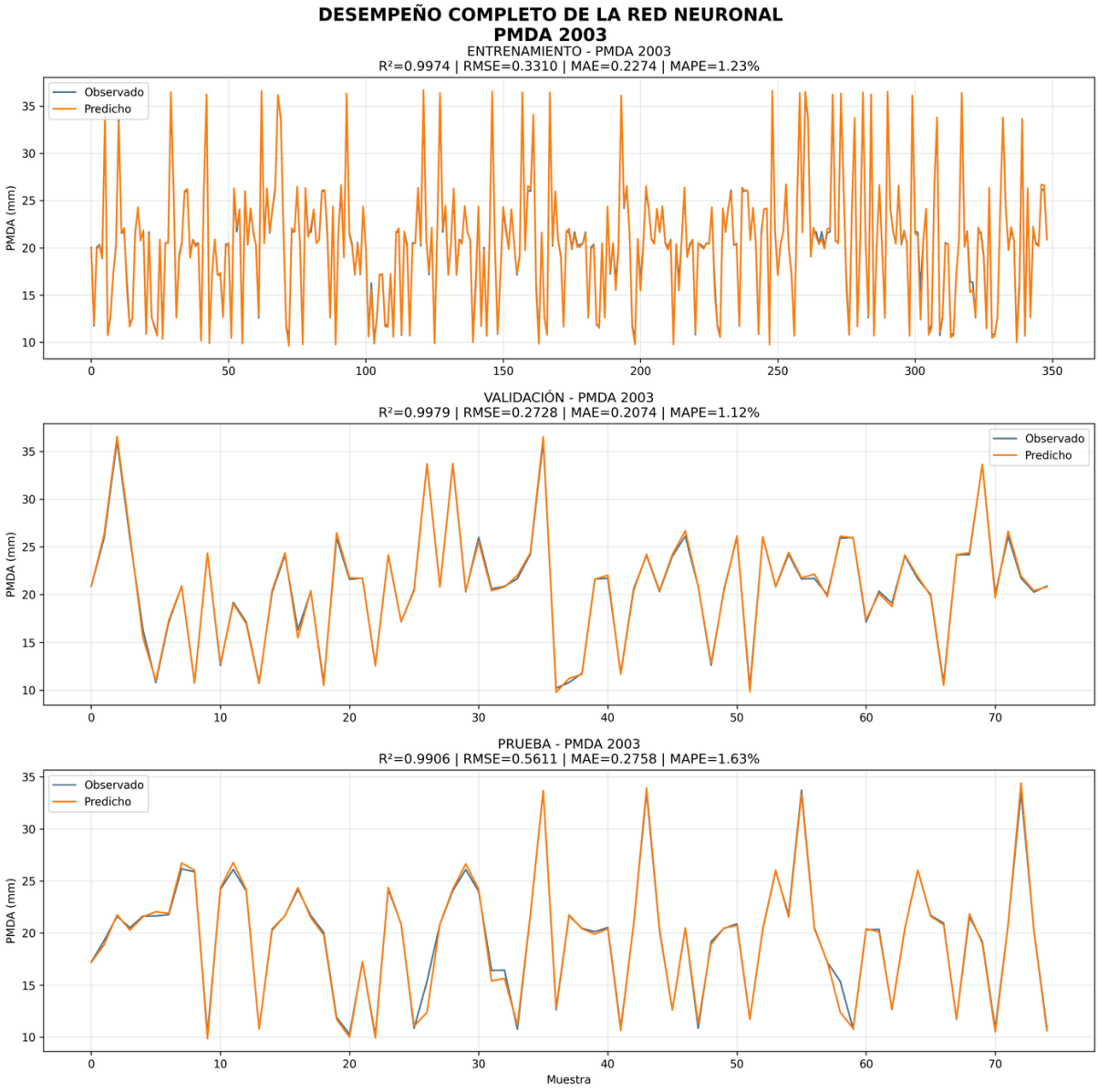
Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA2002



Nota. Elaboración propia.

Figura 122

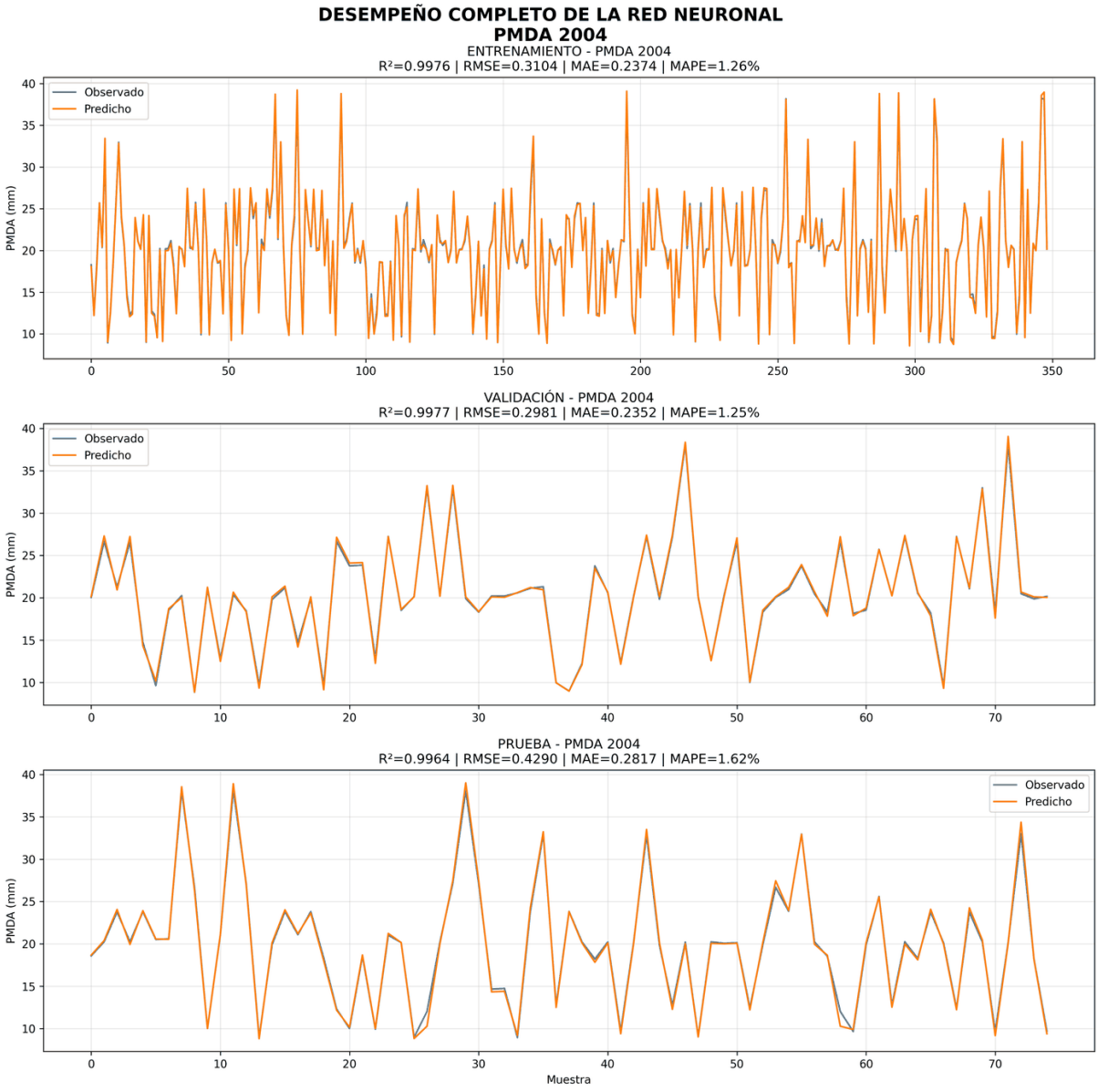
Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA2003



Nota. Elaboración propia.

Figura 123

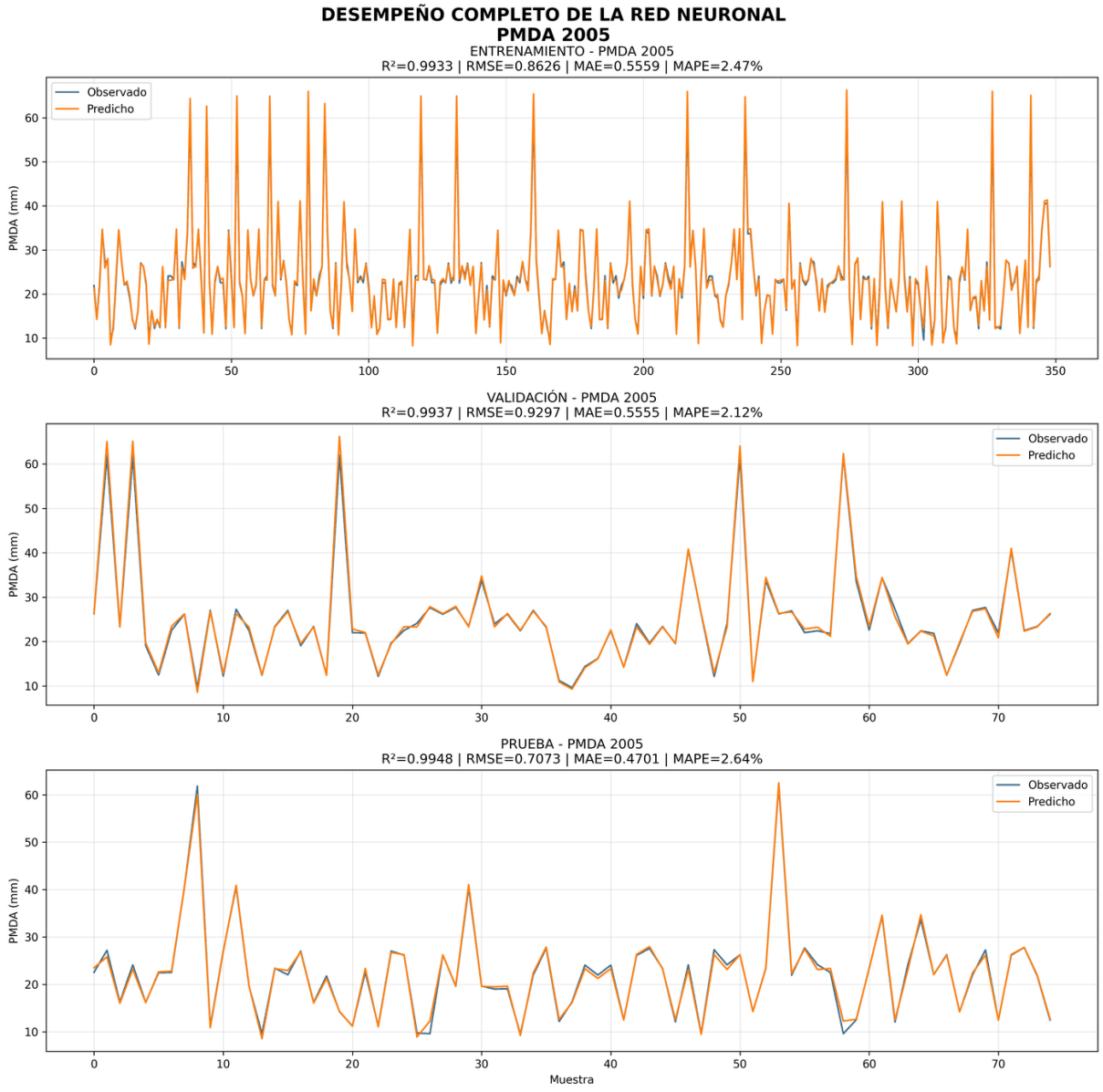
Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA2004



Nota. Elaboración propia.

Figura 124

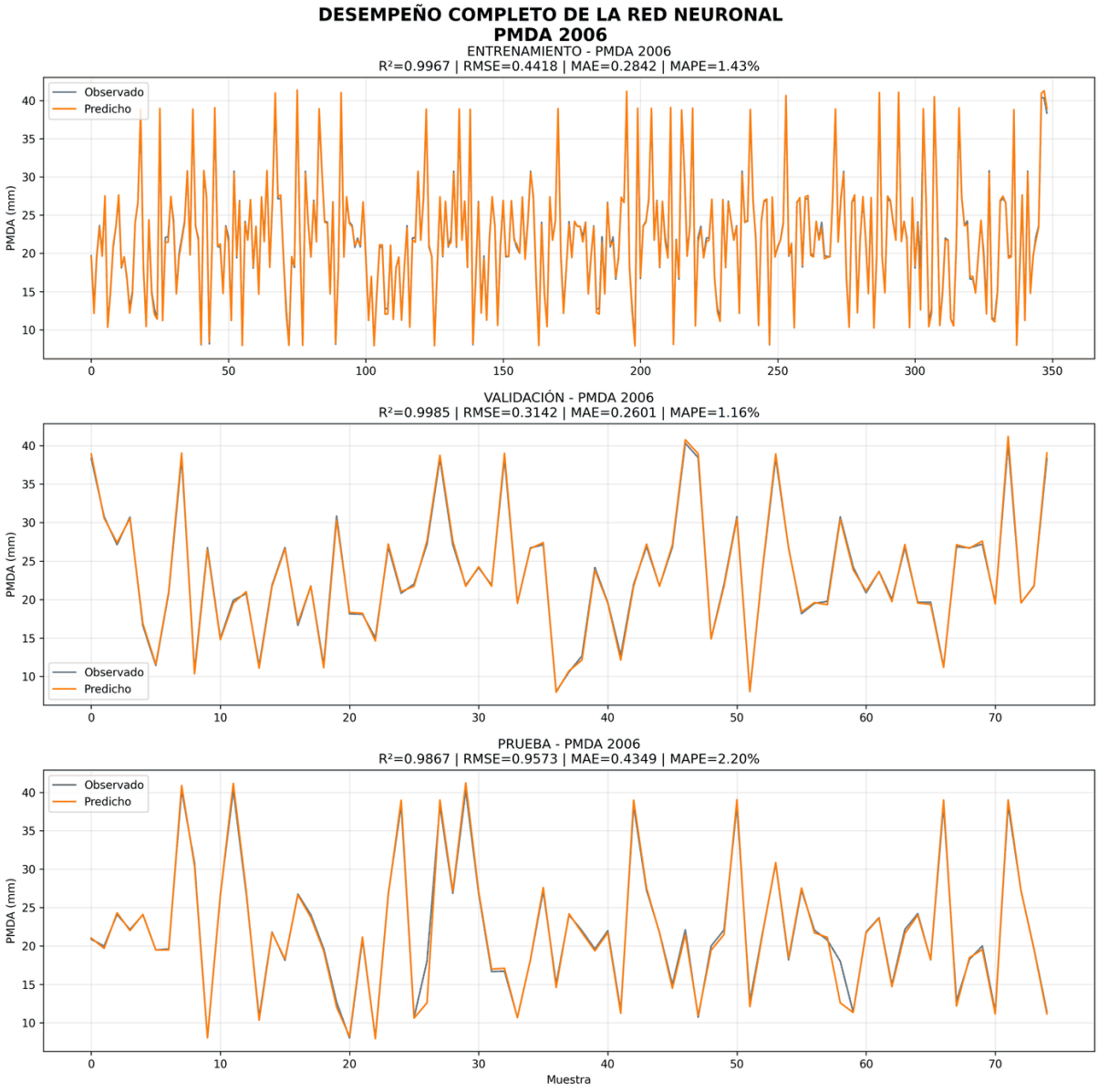
Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA2005



Nota. Elaboración propia.

Figura 125

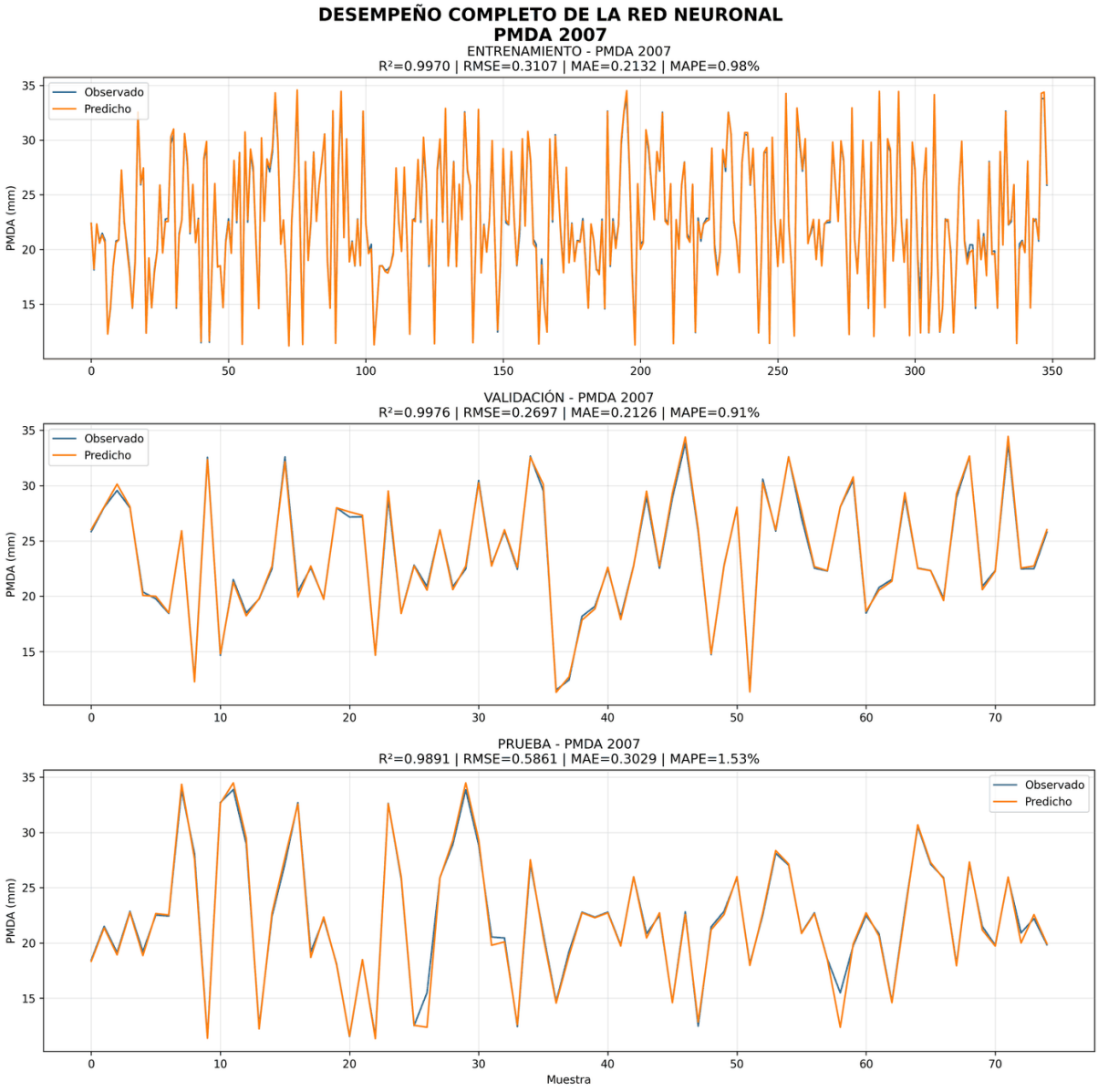
Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA2006



Nota. Elaboración propia.

Figura 126

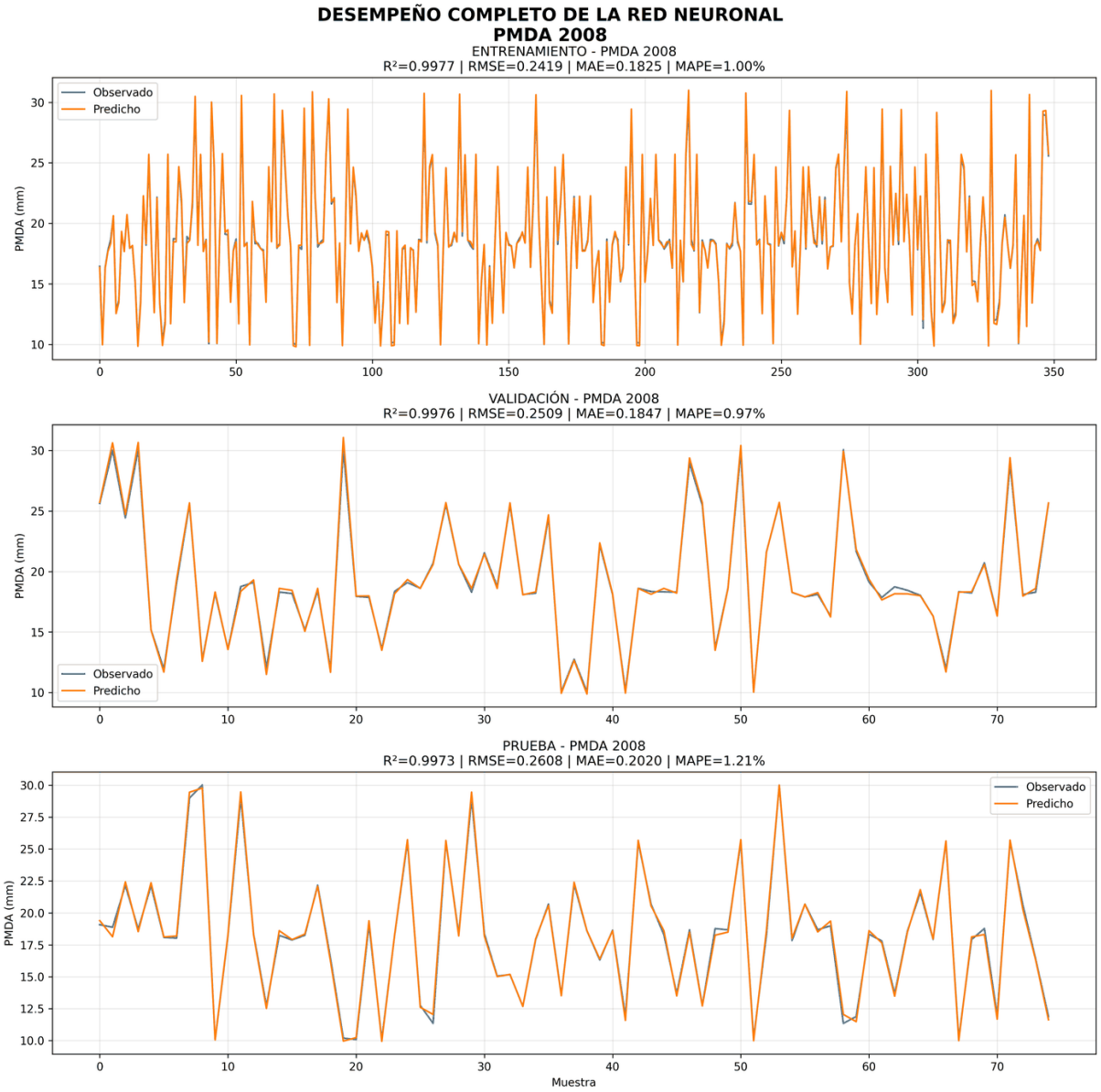
Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA2007



Nota. Elaboración propia.

Figura 127

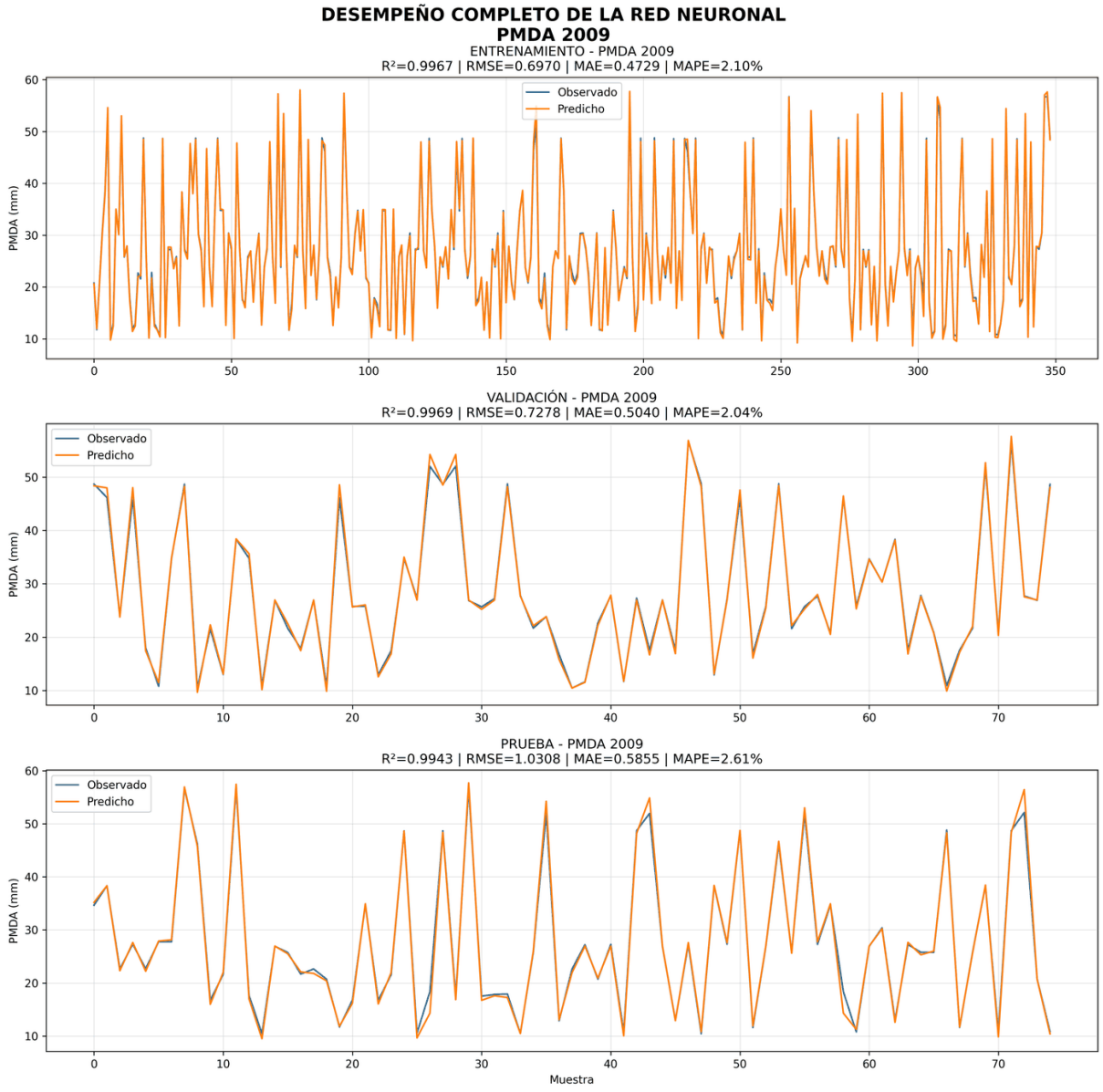
Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA2008



Nota. Elaboración propia.

Figura 128

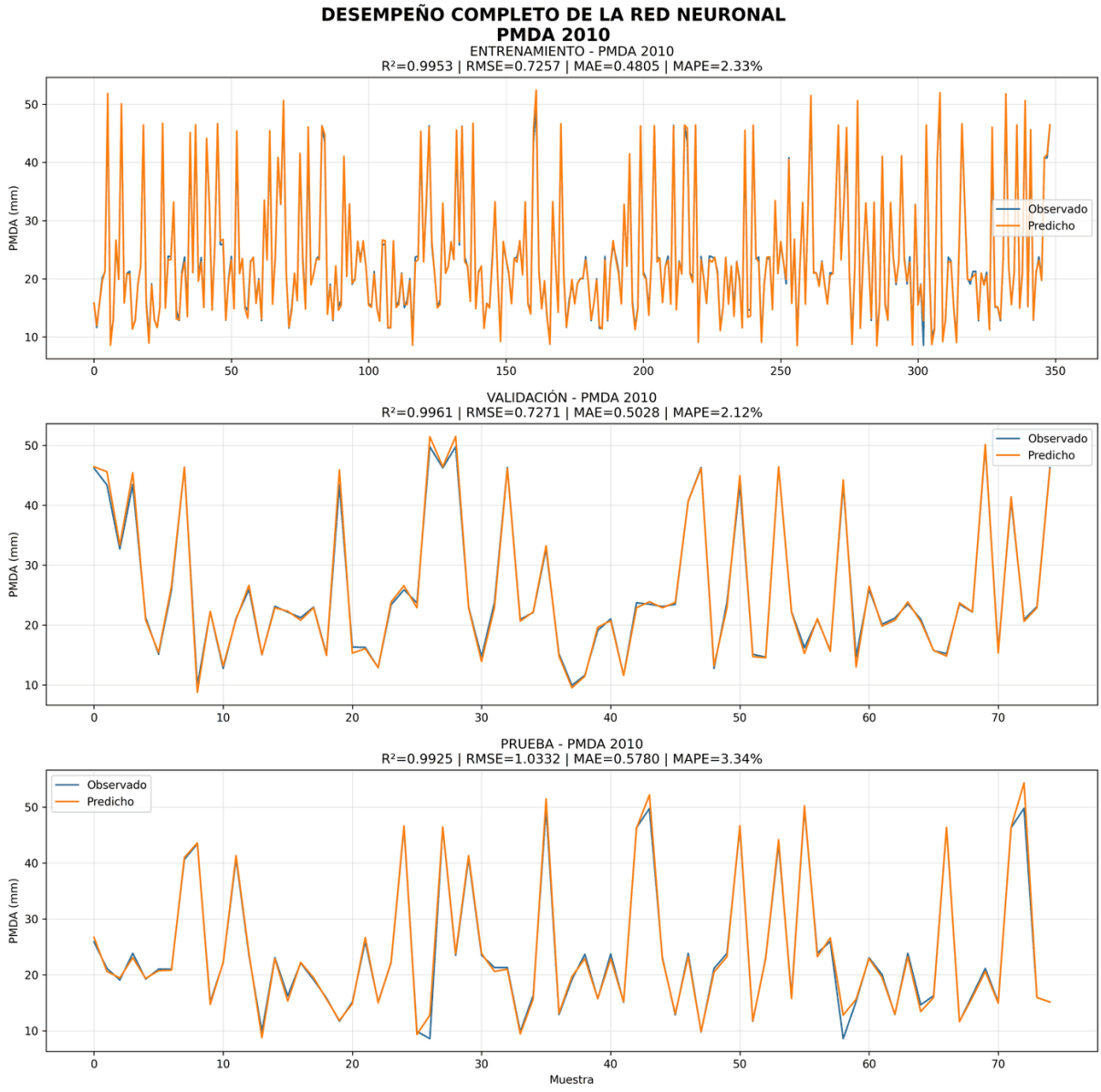
Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA2009



Nota. Elaboración propia.

Figura 129

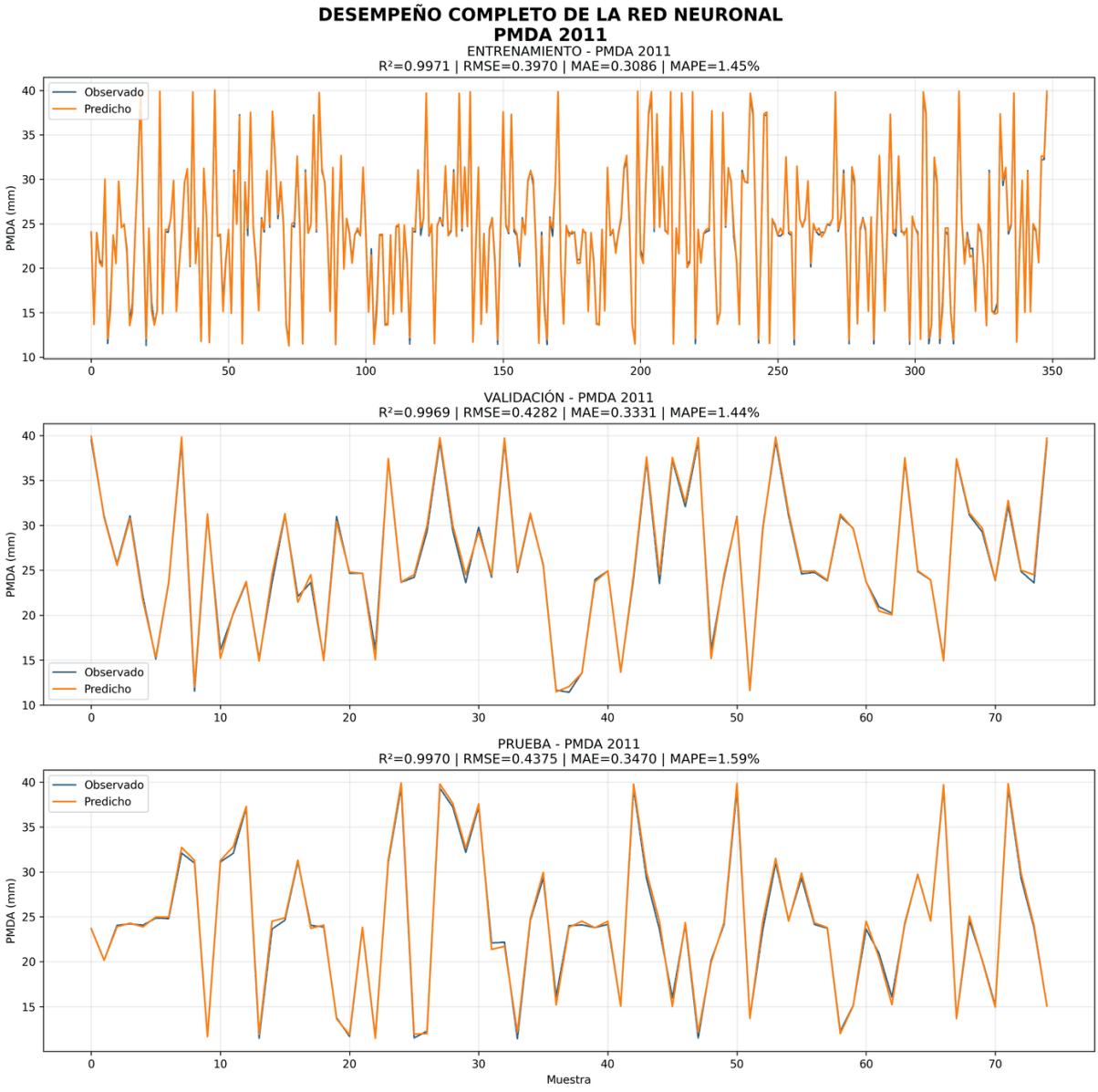
Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA2010



Nota. Elaboración propia.

Figura 130

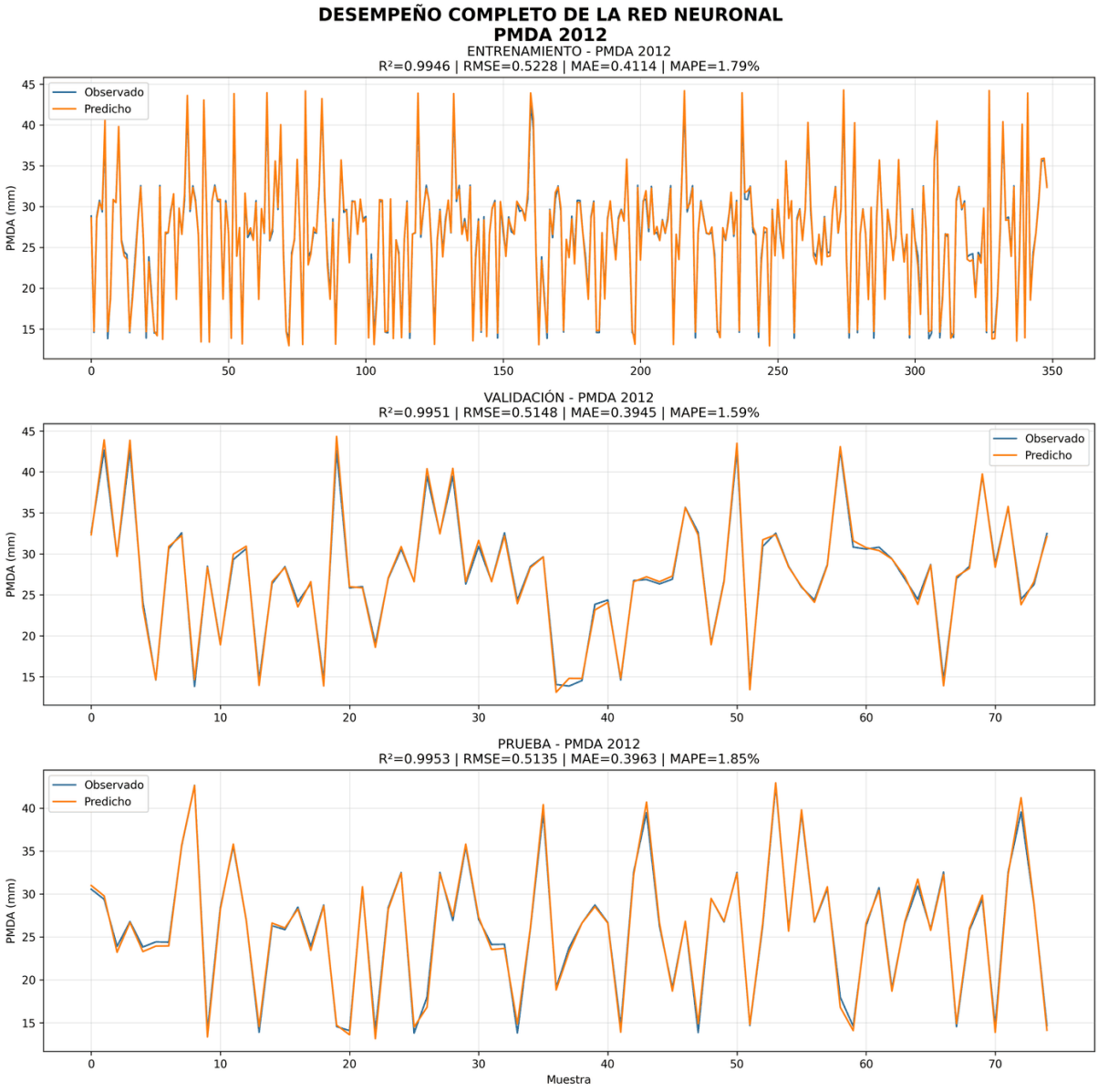
Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA2011



Nota. Elaboración propia.

Figura 131

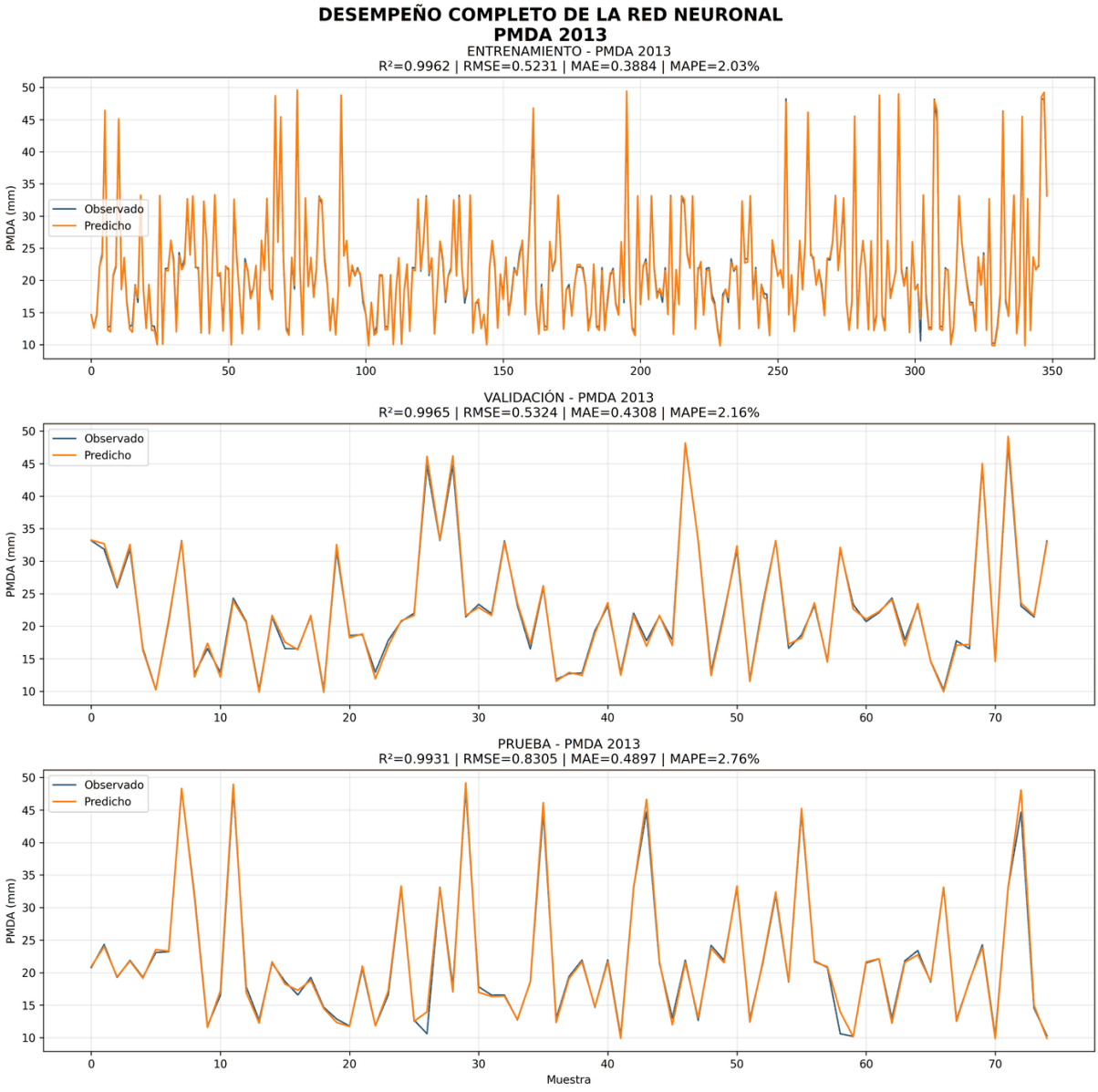
Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA2012



Nota. Elaboración propia.

Figura 132

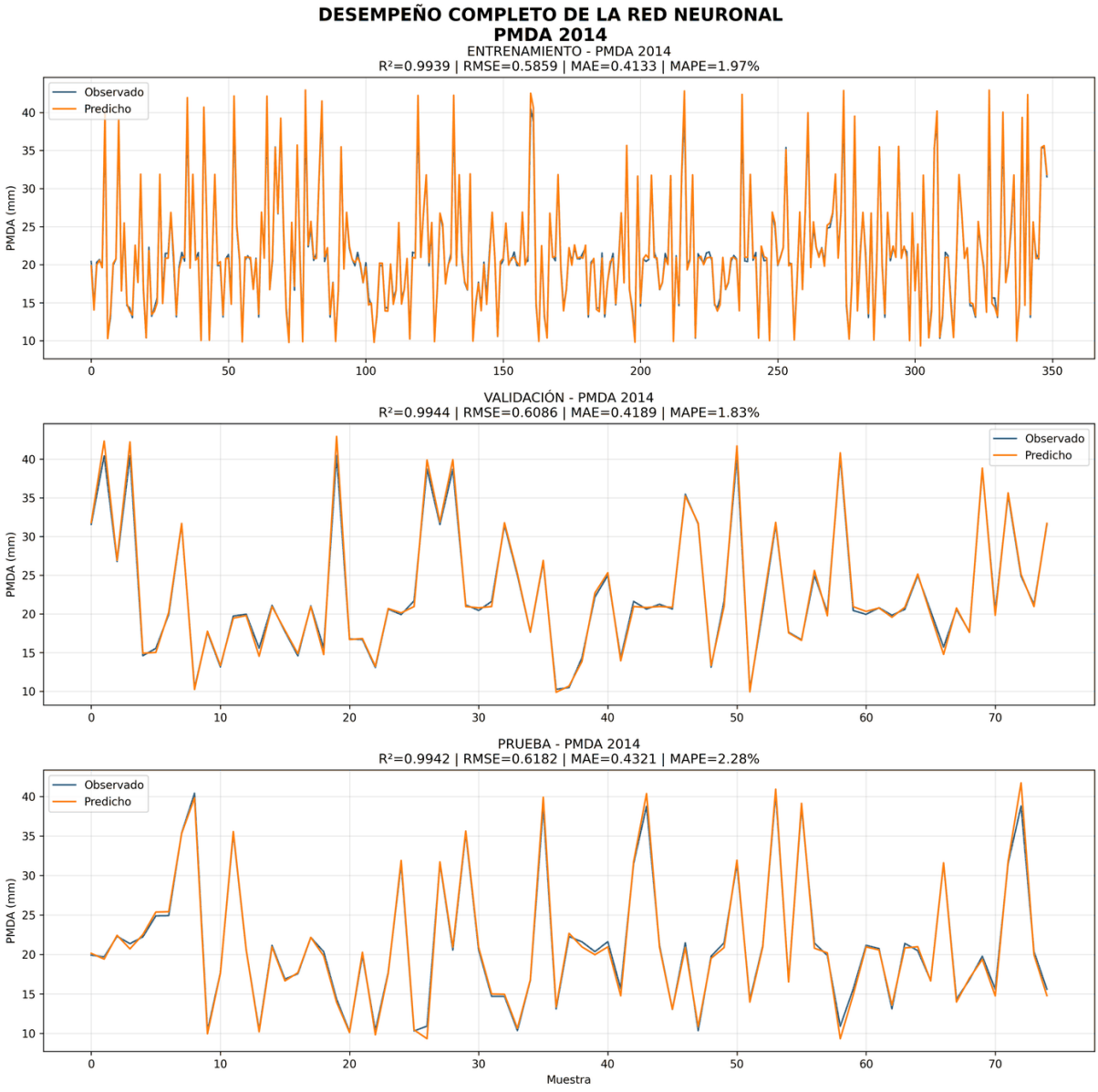
Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA2013



Nota. Elaboración propia.

Figura 133

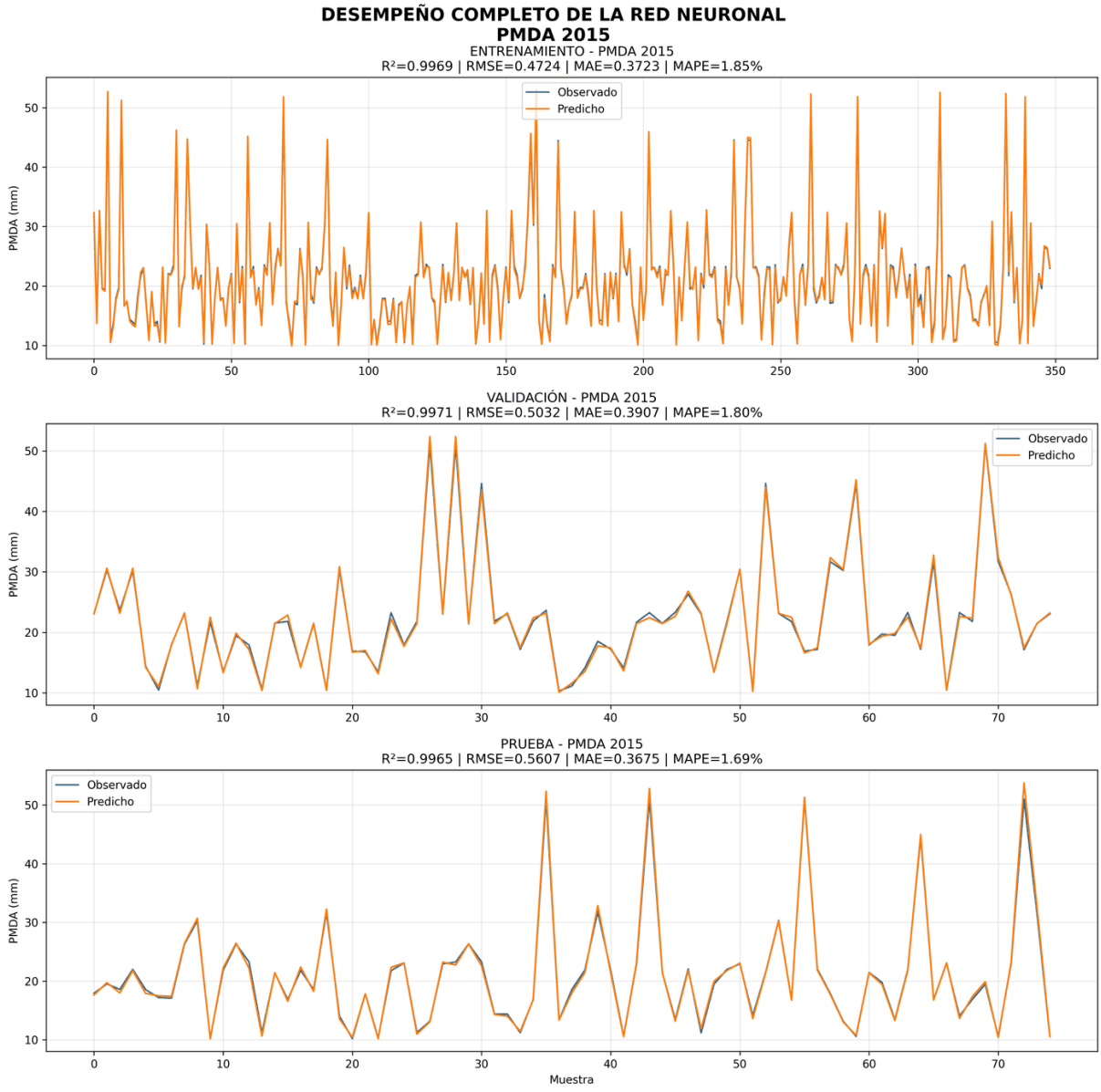
Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA2014



Nota. Elaboración propia.

Figura 134

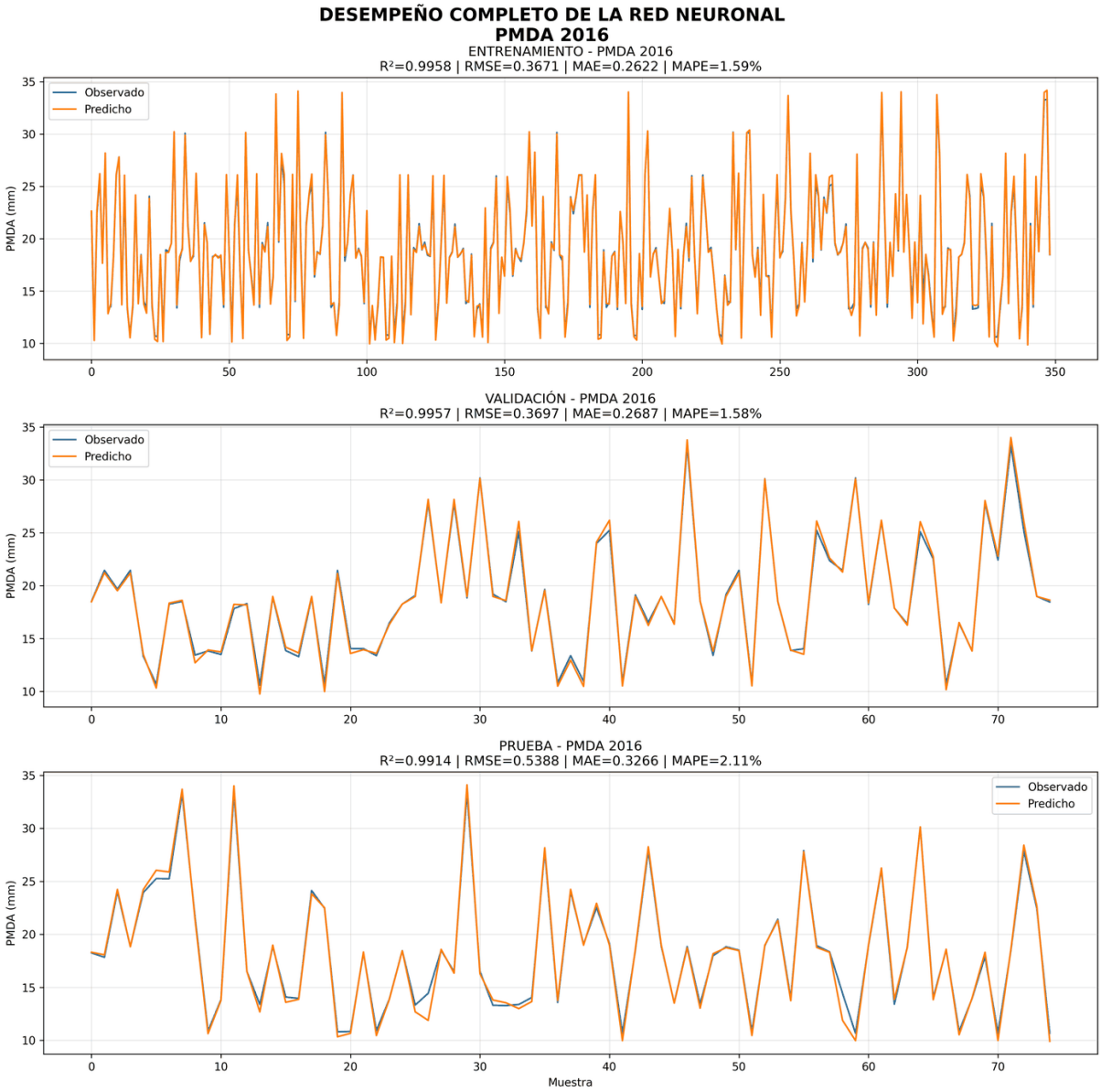
Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA2015



Nota. Elaboración propia.

Figura 135

Entrenamiento, Validación y Prueba de la PMDA2016



Nota. Elaboración propia.

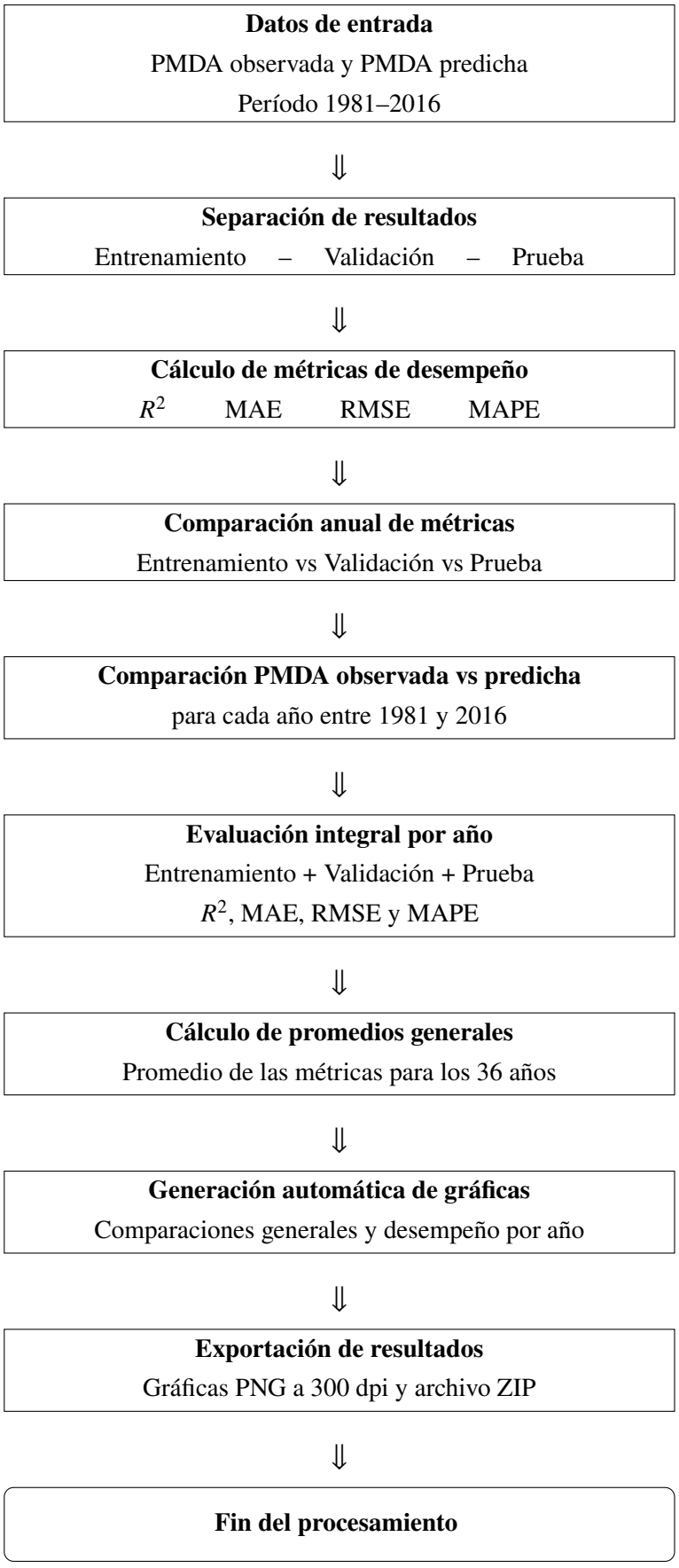
A5 Diagrama de flujo

Figura 136

Procedimiento computacional para la evaluación del modelo de red neuronal.

Inicio del procesamiento en Python

⇓



Nota. Elaboración propia.

A6 Código PYTHON

Listing 1: Código resumido para la evaluación del desempeño de la red neuronal.

```
import os
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

# Crear carpeta para resultados
carpeta = "GRAFICAS_COMPARATIVAS_PMDA"
os.makedirs(carpeta, exist_ok=True)

# Metricas de evaluacion
metricas = {
    "R2": (
    "R2_Entrenamiento",
    "R2_Validacion",
    "R2_Prueba"
    ),
    "MAPE": (
    "MAPE_Entrenamiento_%",
    "MAPE_Validacion_%",
    "MAPE_Prueba_%"
    ),
    "RMSE": (
    "RMSE_Entrenamiento",
    "RMSE_Validacion",
    "RMSE_Prueba"
    ),
    "MAE": (
    "MAE_Entrenamiento",
    "MAE_Validacion",
    "MAE_Prueba"
    )
}

# Comparacion de entrenamiento, validacion y prueba
for nombre, columnas in metricas.items():

plt.figure(figsize=(12, 6))

```

```
    plt.plot(
    metricas_df["Ao"],
    metricas_df[columnas[0]],
    label="Entrenamiento"
    )

    plt.plot(
    metricas_df["Ao"],
    metricas_df[columnas[1]],
    label="Validacion"
    )

    plt.plot(
    metricas_df["Ao"],
    metricas_df[columnas[2]],
    label="Prueba"
    )

    plt.xlabel("Ao")
    plt.ylabel(nombre)
    plt.legend()
    plt.grid(True)

    plt.savefig(
    os.path.join(
    carpeta,
    f"COMPARACION_{nombre}.png"
    ),
    dpi=300,
    bbox_inches="tight"
    )

    plt.close()


    # Observado vs predicho para cada ao
    for i, anio in enumerate(anios):

    conjuntos = [
    ("ENTRENAMIENTO", Y_train, pred_train),
    ("VALIDACION", Y_val, pred_val),
```

```
    ("PRUEBA", Y_test, pred_test)
    ]

    for nombre, observado, predicho in conjuntos:

    plt.figure(figsize=(12, 6))

    plt.plot(
    observado[:, i],
    label="Observado"
    )

    plt.plot(
    predicho[:, i],
    label="Predicho"
    )

    plt.xlabel("Muestra")
    plt.ylabel("PMDA (mm)")
    plt.title(f"PMDA {anio} - {nombre}")

    plt.legend()
    plt.grid(True)

    plt.savefig(
    os.path.join(
    carpeta,
    f"{anio}_{nombre}.png"
    ),
    dpi=300,
    bbox_inches="tight"
    )

    plt.close()


    # Promedios generales 1981-2016
    for nombre, columnas in metricas.items():

    promedio_train = metricas_df[columnas[0]].mean()
    promedio_val   = metricas_df[columnas[1]].mean()
```

```
    promedio_test  = metricas_df[columnas[2]].mean()

    print(
    nombre,
    promedio_train,
    promedio_val,
    promedio_test
    )

```

Nota. Código resumido del procedimiento implementado en Python. Elaboración propia.

A7 Datos para la entrada y salida de la red neuronal artificial

Tabla 97

Datos de entrada del modelo MLP: parámetros morfométricos E1 a E25 de las 499 subcuencas

N.°	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	E21	E22	E23	E24	E25
1	640.75	159.19	4825.85	3391.15	4253.21	9.05	11.50	5.57	0.32	51.00	0.56	12.67	5.84	50.57	2.50	1344.40	5.00	189.00	438.56	0.21	0.68	3.44	1.82	3.74	1.20
2	10.61	16.87	4034.66	2810.50	3405.17	18.91	2.57	4.59	0.47	2.00	0.97	2.79	0.67	3.81	16.77	290.38	2.00	3.00	3.95	0.19	0.37	2.00	6.91	5.59	0.86
3	23.20	21.51	4111.82	2589.22	3417.81	21.43	2.65	3.96	0.63	6.00	1.19	5.07	0.84	4.58	19.72	1771.04	2.00	6.00	8.87	0.21	0.38	5.00	1.84	5.75	1.54
4	134.03	72.19	4492.33	2405.60	3766.59	22.84	9.24	5.53	0.32	24.00	0.50	5.16	2.33	26.00	7.73	231.23	3.00	27.00	70.63	0.17	0.53	4.90	2.80	5.86	1.85
5	55.02	35.63	4703.31	2879.52	3622.59	18.58	4.75	4.26	0.55	7.00	0.75	4.94	1.36	11.14	10.44	702.41	3.00	13.00	29.07	0.13	0.53	3.00	1.55	3.53	1.33
6	50.61	45.87	5271.89	4503.91	4756.35	11.90	3.56	5.71	0.30	7.00	0.63	4.00	2.14	12.67	2.57	242.81	3.00	10.00	29.36	0.12	0.58	2.65	0.84	0.84	3.44
7	5.48	9.78	4375.17	3584.87	3961.62	28.59	1.09	3.70	0.72	1.00	1.71	3.55	0.52	1.55	8.09	57.00	1.00	1.00	1.59	0.18	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00
8	26.13	25.36	4402.86	3135.89	3851.25	19.22	3.23	4.40	0.51	6.00	0.89	4.04	1.06	6.47	12.25	756.74	2.00	6.00	12.85	0.15	0.49	5.00	2.91	7.81	1.85
9	105.75	56.38	4748.32	3013.67	4203.56	15.24	7.60	4.86	0.42	7.00	0.61	5.55	2.09	19.05	8.03	216.19	3.00	22.00	59.48	0.12	0.56	4.00	2.28	5.21	1.05
10	15.79	24.23	4326.28	3632.10	3976.37	9.41	3.46	5.40	0.34	2.00	0.62	2.19	1.27	7.20	7.82	197.25	2.00	3.00	8.89	0.13	0.56	2.00	0.06	2.02	1.20
11	485.79	127.40	4615.22	2872.32	3896.53	14.36	15.70	5.12	0.38	35.00	0.65	12.73	4.35	38.16	3.74	237.72	5.00	117.00	305.73	0.18	0.63	3.08	1.59	3.36	1.42
12	121.23	69.24	4508.94	3323.91	4052.90	9.28	11.20	5.57	0.32	15.00	0.46	4.51	3.06	26.86	3.89	468.50	4.00	31.00	74.51	0.17	0.61	2.82	1.94	3.21	1.16
13	9.35	16.66	4541.79	4148.02	4333.43	9.97	2.73	4.83	0.42	3.00	0.78	2.12	1.19	4.41	3.88	129.52	2.00	4.00	5.64	0.21	0.60	3.00	1.73	3.58	1.44
14	43.55	33.14	4326.40	2023.70	3236.48	28.77	4.66	4.45	0.50	8.00	0.84	4.93	1.03	8.84	19.90	608.83	3.00	12.00	22.00	0.18	0.51	3.00	1.75	3.57	1.69
15	49.21	38.45	5076.90	3229.74	4315.96	23.59	6.76	4.86	0.42	10.00	0.59	3.65	1.40	13.47	9.96	170.39	2.00	12.00	24.46	0.20	0.50	11.00	13.23	18.99	1.86
16	29.01	26.81	4461.61	2826.75	3824.29	20.15	4.10	4.41	0.51	5.00	0.68	3.23	1.08	8.98	15.78	601.98	3.00	9.00	18.70	0.17	0.64	2.45	0.31	3.35	1.33
17	9.14	14.13	4294.69	3877.02	4080.61	9.64	1.94	4.14	0.57	1.00	1.06	2.85	1.03	3.21	6.67	94.00	1.00	1.00	3.25	0.11	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00
18	47.11	36.87	4391.55	2714.16	3888.99	21.98	5.58	4.76	0.44	7.00	0.59	3.59	1.44	13.12	11.16	482.02	3.00	11.00	27.90	0.15	0.59	2.83	1.04	3.28	1.51
19	10.95	16.04	4928.07	4503.05	4709.92	13.62	2.84	4.29	0.54	2.00	0.81	2.38	1.22	4.59	3.77	126.37	2.00	3.00	7.85	0.18	0.72	2.00	0.34	2.16	1.58
20	6.39	11.86	4081.01	3136.59	3567.07	17.79	2.03	4.16	0.57	1.00	1.67	3.74	0.52	1.71	12.00	71.00	1.00	1.00	1.74	0.16	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00
21	38.34	34.11	4142.11	3451.53	3723.35	8.76	4.92	4.88	0.41	8.00	0.66	3.59	1.94	10.67	3.06	91.56	3.00	17.00	26.21	0.23	0.68	3.46	2.47	4.25	1.25
22	552.55	136.59	4344.96	3067.20	3719.79	10.60	16.50	5.15	0.37	38.00	0.61	12.62	5.58	43.78	2.53	769.92	5.00	137.00	396.68	0.15	0.72	3.25	1.46	3.57	1.39
23	456.03	111.09	5050.39	3685.49	4217.78	15.73	5.75	4.68	0.46	8.91	0.80	4.29	4.68	34.99	2.81	320.99	5.00	100.00	265.62	0.17	0.56	3.07	2.21	4.18	1.20
24	37.32	31.62	4686.40	2776.51	3802.22	26.17	5.75	4.68	0.46	8.91	0.80	4.29	1.05	7.94	19.81	320.99	3.00	13.00	19.98	0.17	0.56	3.07	2.21	4.18	1.20
25	24.27	24.09	3872.05	2418.29	3151.76	21.82	5.30	4.61	0.47	8.40	0.82	4.27	0.97	6.41	13.16	327.39	2.00	5.00	9.67	0.18	0.56	3.09	2.23	4.26	1.20
26	640.75	159.19	4825.85	3391.15	4253.21	9.05	11.50	5.57	0.32	51.00	0.56	12.67	5.84	50.57	2.50	1344.40	5.00	189.00	438.56	0.21	0.68	3.44	1.82	3.74	1.20
27	10.61	16.87	4034.66	2810.50	3405.17	18.91	2.57	4.59	0.47	2.00	0.97	2.79	0.67	3.81	16.77	290.38	2.00	3.00	3.95	0.19	0.37	2.00	6.91	5.59	0.86

Continúa en la siguiente página

Tabla 97

Datos de entrada del modelo MLP: parámetros morfométricos E1 a E25 de las 499 subcuencas (continuación)

N.°	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	E21	E22	E23	E24	E25
28	23.20	21.51	4111.82	2589.22	3417.81	21.43	2.65	3.96	0.63	6.00	1.19	5.07	0.84	4.58	19.72	1771.04	2.00	6.00	8.87	0.21	0.38	5.00	1.84	5.75	1.54
29	134.03	72.19	4492.33	2405.60	3766.59	22.84	9.24	5.53	0.32	24.00	0.50	5.16	2.33	26.00	7.73	231.23	3.00	27.00	70.63	0.17	0.53	4.90	2.80	5.86	1.85
30	55.02	35.63	4703.31	2879.52	3622.59	18.58	4.75	4.26	0.55	7.00	0.75	4.94	1.36	11.14	10.44	702.41	3.00	13.00	29.07	0.13	0.53	3.00	1.55	3.53	1.33
31	50.61	45.87	5271.89	4503.91	4756.35	11.90	3.56	5.71	0.30	7.00	0.63	4.00	2.14	12.67	2.57	242.81	3.00	10.00	29.36	0.12	0.58	2.65	0.84	0.84	3.44
32	5.48	9.78	4375.17	3584.87	3961.62	28.59	1.09	3.70	0.72	1.00	1.71	3.55	0.52	1.55	8.09	57.00	1.00	1.00	1.59	0.18	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00
33	26.13	25.36	4402.86	3135.89	3851.25	19.22	3.23	4.40	0.51	6.00	0.89	4.04	1.06	6.47	12.25	756.74	2.00	6.00	12.85	0.15	0.49	5.00	2.91	7.81	1.85
34	105.75	56.38	4748.32	3013.67	4203.56	15.24	7.60	4.86	0.42	7.00	0.61	5.55	2.09	19.05	8.03	216.19	3.00	22.00	59.48	0.12	0.56	4.00	2.28	5.21	1.05
35	15.79	24.23	4326.28	3632.10	3976.37	9.41	3.46	5.40	0.34	2.00	0.62	2.19	1.27	7.20	7.82	197.25	2.00	3.00	8.89	0.13	0.56	2.00	0.06	2.02	1.20
36	485.79	127.40	4615.22	2872.32	3896.53	14.36	15.70	5.12	0.38	35.00	0.65	12.73	4.35	38.16	3.74	237.72	5.00	117.00	305.73	0.18	0.63	3.08	1.59	3.36	1.42
37	121.23	69.24	4508.94	3323.91	4052.90	9.28	11.20	5.57	0.32	15.00	0.46	4.51	3.06	26.86	3.89	468.50	4.00	31.00	74.51	0.17	0.61	2.82	1.94	3.21	1.16
38	9.35	16.66	4541.79	4148.02	4333.43	9.97	2.73	4.83	0.42	3.00	0.78	2.12	1.19	4.41	3.88	129.52	2.00	4.00	5.64	0.21	0.60	3.00	1.73	3.58	1.44
39	43.55	33.14	4326.40	2023.70	3236.48	28.77	4.66	4.45	0.50	8.00	0.84	4.93	1.03	8.84	19.90	608.83	3.00	12.00	22.00	0.18	0.51	3.00	1.75	3.57	1.69
40	49.21	38.45	5076.90	3229.74	4315.96	23.59	6.76	4.86	0.42	10.00	0.59	3.65	1.40	13.47	9.96	170.39	2.00	12.00	24.46	0.20	0.50	11.00	13.23	18.99	1.86
41	29.01	26.81	4461.61	2826.75	3824.29	20.15	4.10	4.41	0.51	5.00	0.68	3.23	1.08	8.98	15.78	601.98	3.00	9.00	18.70	0.17	0.64	2.45	0.31	3.35	1.33
42	9.14	14.13	4294.69	3877.02	4080.61	9.64	1.94	4.14	0.57	1.00	1.06	2.85	1.03	3.21	6.67	94.00	1.00	1.00	3.25	0.11	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00
43	47.11	36.87	4391.55	2714.16	3888.99	21.98	5.58	4.76	0.44	7.00	0.59	3.59	1.44	13.12	11.16	482.02	3.00	11.00	27.90	0.15	0.59	2.83	1.04	3.28	1.51
44	10.95	16.04	4928.07	4503.05	4709.92	13.62	2.84	4.29	0.54	2.00	0.81	2.38	1.22	4.59	3.77	126.37	2.00	3.00	7.85	0.18	0.72	2.00	0.34	2.16	1.58
45	6.39	11.86	4081.01	3136.59	3567.07	17.79	2.03	4.16	0.57	1.00	1.67	3.74	0.52	1.71	12.00	71.00	1.00	1.00	1.74	0.16	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00
46	38.34	34.11	4142.11	3451.53	3723.35	8.76	4.92	4.88	0.41	8.00	0.66	3.59	1.94	10.67	3.06	91.56	3.00	17.00	26.21	0.23	0.68	3.46	2.47	4.25	1.25
47	552.55	136.59	4344.96	3067.20	3719.79	10.60	16.50	5.15	0.37	38.00	0.61	12.62	5.58	43.78	2.53	769.92	5.00	137.00	396.68	0.15	0.72	3.25	1.46	3.57	1.39
48	456.03	111.09	5050.39	3685.49	4217.78	15.73	5.75	4.68	0.46	8.91	0.80	4.29	4.68	34.99	2.81	320.99	5.00	100.00	265.62	0.17	0.56	3.07	2.21	4.18	1.20
49	37.32	31.62	4686.40	2776.51	3802.22	26.17	5.75	4.68	0.46	8.91	0.80	4.29	1.05	7.94	19.81	320.99	3.00	13.00	19.98	0.17	0.56	3.07	2.21	4.18	1.20
50	24.27	24.09	3872.05	2418.29	3151.76	21.82	5.30	4.61	0.47	8.40	0.82	4.27	0.97	6.41	13.16	327.39	2.00	5.00	9.67	0.18	0.56	3.09	2.23	4.26	1.20
51	640.75	159.19	4825.85	3391.15	4253.21	9.05	11.50	5.57	0.32	51.00	0.56	12.67	5.84	50.57	2.50	1344.40	5.00	189.00	438.56	0.21	0.68	3.44	1.82	3.74	1.20
52	552.48	136.51	4345.11	3067.27	3719.80	10.50	16.53	5.17	0.36	38.01	0.61	12.62	5.56	43.81	2.54	769.94	4.93	136.87	396.67	0.17	0.60	3.24	1.53	3.53	1.45
53	485.77	127.41	4615.23	2872.34	3896.53	14.37	15.63	5.05	0.43	34.91	0.57	12.77	4.37	38.16	3.77	237.70	4.96	116.99	305.69	0.25	0.65	3.02	1.64	3.43	1.45
54	134.01	72.23	4492.26	2405.57	3766.58	22.80	9.28	5.45	0.39	24.05	0.50	5.19	2.35	26.08	7.81	231.16	3.06	27.05	70.67	0.15	0.49	4.88	2.78	5.83	1.83

Continúa en la siguiente página

Tabla 97

Datos de entrada del modelo MLP: parámetros morfométricos E1 a E25 de las 499 subcuencas (continuación)

N.°	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	E21	E22	E23	E24	E25
55	105.80	56.40	4748.37	3013.64	4203.55	15.18	7.58	4.84	0.36	6.98	0.68	5.53	2.08	19.02	8.06	216.16	3.03	22.04	59.45	0.06	0.57	4.00	2.33	5.24	1.07
56	552.57	136.65	4345.01	3067.09	3719.84	10.54	16.45	5.20	0.29	38.00	0.70	12.54	5.68	43.86	2.55	769.96	5.02	136.97	396.68	0.05	0.77	3.29	1.52	3.48	1.37
57	23.15	21.50	4111.89	2589.21	3417.81	21.50	2.63	3.96	0.69	5.99	1.23	5.15	0.77	4.63	19.69	1771.06	1.97	5.93	8.93	0.24	0.37	4.97	1.85	5.78	1.49
58	23.18	21.50	4111.85	2589.21	3417.83	21.49	2.60	4.01	0.65	6.04	1.14	5.02	0.83	4.51	19.73	1771.06	1.97	6.03	8.85	0.21	0.30	5.00	1.79	5.76	1.63
59	485.83	127.43	4615.20	2872.38	3896.47	14.30	15.67	5.14	0.42	34.99	0.72	12.72	4.41	38.15	3.79	237.75	4.98	116.93	305.72	0.20	0.57	3.07	1.55	3.41	1.41
60	10.54	16.95	4034.66	2810.54	3405.10	18.91	2.50	4.59	0.50	1.97	0.98	2.82	0.71	3.78	16.77	290.32	2.04	3.05	3.91	0.18	0.37	1.97	6.91	5.59	0.81
61	50.65	45.81	5271.92	4504.00	4756.38	11.93	3.69	5.75	0.34	6.96	0.58	4.05	2.18	12.66	2.70	242.83	3.06	9.87	29.33	0.09	0.57	2.57	0.96	0.83	3.43
62	5.54	9.77	4375.16	3584.85	3961.72	28.58	0.97	3.72	0.71	0.97	1.67	3.64	0.53	1.53	8.09	56.94	1.04	1.03	1.52	0.12	0.30	0.03	0.02	−0.03	−0.05
63	26.06	25.43	4402.83	3135.90	3851.26	19.25	3.25	4.43	0.43	6.03	0.84	4.05	1.05	6.53	12.26	756.73	2.09	6.02	12.86	0.12	0.53	4.89	2.85	7.81	1.92
64	55.05	35.59	4703.25	2879.57	3622.55	18.60	4.68	4.28	0.47	6.98	0.78	4.93	1.36	11.16	10.45	702.39	2.97	13.04	29.09	0.09	0.54	3.10	1.62	3.45	1.31
65	456.00	111.17	5050.39	3685.54	4217.79	15.80	5.78	4.72	0.44	9.00	0.74	4.27	4.64	34.99	2.83	320.94	4.94	100.09	265.53	0.20	0.59	3.11	2.27	4.16	1.20
66	105.77	56.43	4748.27	3013.75	4203.55	15.22	7.57	4.89	0.41	6.98	0.64	5.52	2.11	18.98	8.06	216.22	2.99	21.92	59.49	0.14	0.57	3.93	2.41	5.21	1.07
67	456.06	110.94	5050.38	3685.49	4217.84	15.75	5.85	4.74	0.44	8.84	0.78	4.28	4.62	34.95	2.80	320.96	5.04	100.05	265.52	0.10	0.64	3.18	2.24	4.10	1.21
68	6.39	11.79	4081.02	3136.59	3567.07	17.73	2.00	4.14	0.55	1.00	1.65	3.73	0.50	1.77	12.02	71.03	0.94	1.07	1.72	0.14	0.26	0.02	0.05	0.01	0.05
69	5.46	9.72	4375.28	3584.82	3961.58	28.57	1.03	3.76	0.67	0.99	1.65	3.57	0.57	1.58	8.03	57.00	1.07	1.05	1.55	0.21	0.40	0.09	0.03	0.03	0.02
70	552.53	136.65	4344.82	3067.26	3719.77	10.64	16.44	5.17	0.41	37.92	0.66	12.62	5.61	43.76	2.45	769.85	5.00	137.03	396.66	0.16	0.74	3.22	1.47	3.54	1.48
71	50.61	45.85	5271.87	4503.86	4756.36	11.92	3.57	5.79	0.30	6.92	0.65	4.00	2.17	12.70	2.54	242.80	2.94	10.05	29.36	0.15	0.52	2.55	0.87	0.83	3.39
72	10.64	16.85	4034.74	2810.47	3405.12	18.85	2.59	4.45	0.48	2.01	1.00	2.83	0.64	3.91	16.78	290.48	2.02	3.02	3.87	0.23	0.41	1.93	6.84	5.62	0.88
73	24.28	24.13	3872.07	2418.24	3151.77	21.76	5.33	4.62	0.51	8.29	0.87	4.27	0.96	6.38	13.23	327.37	1.95	5.04	9.68	0.08	0.58	3.09	2.18	4.23	1.18
74	29.03	26.82	4461.70	2826.78	3824.27	20.08	4.12	4.43	0.49	4.96	0.59	3.27	1.18	8.96	15.77	602.06	2.98	8.96	18.75	0.15	0.64	2.45	0.31	3.33	1.27
75	47.07	36.86	4391.64	2714.25	3888.86	22.03	5.58	4.78	0.44	7.01	0.58	3.60	1.44	13.08	11.14	481.99	2.97	11.01	27.92	0.18	0.55	2.92	1.00	3.27	1.52
76	456.00	111.07	5050.43	3685.55	4217.82	15.69	5.80	4.74	0.53	8.98	0.84	4.29	4.72	35.00	2.85	320.93	4.98	100.00	265.57	0.27	0.58	3.10	2.17	4.13	1.22
77	10.63	16.83	4034.58	2810.53	3405.13	18.85	2.60	4.62	0.47	1.94	0.91	2.82	0.62	3.75	16.72	290.39	2.02	3.01	3.88	0.19	0.34	2.06	6.83	5.63	0.73
78	24.15	24.12	3871.98	2418.35	3151.81	21.82	5.33	4.65	0.55	8.34	0.78	4.32	0.95	6.46	13.22	327.37	2.02	4.99	9.67	0.20	0.53	3.07	2.25	4.24	1.22
79	9.16	14.10	4294.68	3877.04	4080.63	9.69	1.94	4.13	0.51	0.99	1.06	2.93	1.09	3.22	6.72	94.08	1.02	0.95	3.21	0.04	0.43	0.01	0.05	0.05	−0.06
80	23.17	21.54	4111.79	2589.25	3417.79	21.44	2.59	3.89	0.63	6.01	1.19	4.97	0.73	4.58	19.66	1771.01	1.99	6.02	8.80	0.24	0.44	5.05	1.79	5.78	1.56
81	38.39	34.06	4142.06	3451.45	3723.38	8.79	4.94	4.89	0.41	7.99	0.70	3.64	1.88	10.68	2.98	91.52	3.02	16.95	26.23	0.28	0.71	3.49	2.51	4.17	1.20

Continúa en la siguiente página

Tabla 97

Datos de entrada del modelo MLP: parámetros morfométricos E1 a E25 de las 499 subcuencas (continuación)

N.°	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	E21	E22	E23	E24	E25
82	105.78	56.33	4748.36	3013.71	4203.55	15.25	7.62	4.91	0.38	6.92	0.67	5.53	2.19	19.00	8.11	216.13	3.02	21.99	59.45	0.19	0.58	4.06	2.31	5.11	1.07
83	24.30	24.17	3872.05	2418.35	3151.84	21.76	5.36	4.67	0.52	8.39	0.89	4.30	0.89	6.35	13.26	327.39	1.95	5.03	9.74	0.18	0.47	3.14	2.25	4.20	1.19
84	23.21	21.51	4111.81	2589.20	3417.72	21.43	2.63	4.06	0.65	5.97	1.15	5.07	0.88	4.65	19.69	1771.03	2.09	5.97	8.81	0.14	0.39	4.99	1.79	5.85	1.62
85	37.32	31.54	4686.32	2776.47	3802.22	26.12	5.74	4.73	0.54	8.96	0.82	4.26	1.07	8.03	19.77	320.93	3.07	13.03	19.96	0.11	0.53	3.07	2.19	4.16	1.16
86	134.08	72.18	4492.36	2405.51	3766.57	22.84	9.26	5.60	0.32	23.99	0.50	5.11	2.34	25.95	7.76	231.23	2.96	26.93	70.59	0.19	0.51	4.99	2.85	5.89	1.83
87	121.22	69.24	4509.06	3323.86	4052.93	9.29	11.26	5.52	0.29	14.91	0.47	4.59	3.11	26.93	3.86	468.50	4.02	30.94	74.55	0.20	0.65	2.87	1.82	3.25	1.15
88	133.89	72.19	4492.26	2405.66	3766.63	22.78	9.23	5.57	0.30	23.93	0.50	5.16	2.31	26.00	7.78	231.28	3.04	27.06	70.63	0.21	0.46	4.93	2.77	5.86	1.83
89	485.82	127.34	4615.18	2872.35	3896.52	14.34	15.70	5.21	0.37	35.01	0.60	12.72	4.30	38.10	3.73	237.74	4.98	116.94	305.67	0.15	0.61	3.07	1.66	3.38	1.42
90	26.07	25.19	4402.83	3135.89	3851.20	19.31	3.19	4.46	0.55	6.00	0.99	4.08	1.12	6.47	12.32	756.64	1.98	6.04	12.81	0.17	0.54	5.02	2.89	7.82	1.83
91	50.60	45.88	5271.92	4503.95	4756.33	11.82	3.60	5.72	0.32	7.04	0.62	4.06	2.22	12.68	2.55	242.82	2.93	10.06	29.35	0.11	0.58	2.63	0.79	0.84	3.41
92	37.31	31.62	4686.36	2776.50	3802.22	26.21	5.81	4.66	0.36	9.01	0.75	4.36	1.12	8.01	19.88	321.07	3.01	12.97	19.93	0.16	0.60	3.13	2.26	4.07	1.27
93	38.37	34.16	4142.13	3451.55	3723.36	8.68	4.86	4.87	0.30	7.95	0.66	3.71	1.98	10.71	3.13	91.51	2.92	16.99	26.18	0.27	0.65	3.43	2.52	4.24	1.29
94	485.77	127.40	4615.30	2872.34	3896.57	14.42	15.64	5.19	0.42	35.02	0.58	12.68	4.36	38.17	3.73	237.64	4.95	117.11	305.76	0.20	0.69	3.04	1.60	3.43	1.43
95	10.58	16.89	4034.67	2810.51	3405.27	18.86	2.52	4.59	0.45	2.06	0.90	2.77	0.64	3.86	16.82	290.50	2.04	3.04	3.91	0.15	0.27	2.02	6.93	5.61	0.85
96	9.16	14.14	4294.61	3877.08	4080.55	9.65	2.00	4.17	0.52	0.99	1.03	2.83	1.07	3.13	6.67	93.94	0.92	1.01	3.23	0.06	0.35	0.02	−0.14	−0.07	0.05
97	10.54	16.90	4034.70	2810.47	3405.05	18.83	2.61	4.66	0.49	2.07	1.02	2.81	0.66	3.86	16.86	290.40	1.96	3.03	3.92	0.16	0.35	1.96	6.97	5.55	0.84
98	15.79	24.25	4326.24	3632.12	3976.38	9.45	3.39	5.46	0.43	1.98	0.64	2.22	1.25	7.22	7.89	197.22	2.03	3.01	8.83	0.19	0.59	1.98	−0.02	1.93	1.10
99	24.32	24.03	3872.03	2418.32	3151.71	21.81	5.17	4.63	0.37	8.51	0.77	4.29	1.02	6.37	13.15	327.41	1.98	5.04	9.61	0.12	0.54	3.06	2.27	4.22	1.28
100	50.55	45.83	5271.88	4503.96	4756.36	11.87	3.54	5.84	0.28	7.08	0.64	3.94	2.13	12.70	2.62	242.87	2.99	10.05	29.35	0.11	0.57	2.60	0.86	0.88	3.46
101	23.13	21.43	4111.83	2589.26	3417.79	21.39	2.59	3.89	0.61	6.01	1.14	5.06	0.67	4.56	19.79	1771.03	2.12	5.95	8.91	0.23	0.40	5.04	1.94	5.79	1.49
102	10.63	16.98	4034.72	2810.47	3405.18	18.93	2.50	4.66	0.53	1.98	0.85	2.83	0.72	3.82	16.79	290.34	2.06	3.08	3.93	0.20	0.37	1.99	6.88	5.55	0.82
103	23.19	21.45	4111.82	2589.23	3417.79	21.46	2.62	3.97	0.70	6.04	1.11	5.04	0.82	4.57	19.77	1771.03	2.01	5.96	8.87	0.18	0.32	5.00	1.92	5.75	1.56
104	5.56	9.78	4375.24	3584.80	3961.62	28.60	1.06	3.71	0.77	1.01	1.74	3.52	0.57	1.58	8.06	57.00	0.98	1.08	1.63	0.09	0.30	0.16	−0.05	0.02	−0.01
105	455.96	111.09	5050.45	3685.42	4217.76	15.76	5.73	4.66	0.54	8.81	0.75	4.30	4.69	35.00	2.89	320.94	4.88	99.97	265.63	0.22	0.65	3.04	2.14	4.24	1.11
106	9.42	16.63	4541.75	4147.98	4333.40	9.95	2.69	4.85	0.32	3.04	0.72	2.12	1.21	4.45	3.92	129.55	1.94	3.96	5.59	0.16	0.63	3.11	1.80	3.58	1.45
107	24.31	24.11	3872.05	2418.40	3151.72	21.86	5.29	4.76	0.50	8.43	0.78	4.31	0.96	6.45	13.16	327.39	2.13	5.01	9.67	0.16	0.52	3.10	2.18	4.21	1.25
108	15.79	24.23	4326.30	3632.19	3976.32	9.44	3.35	5.32	0.34	2.07	0.60	2.14	1.24	7.22	7.76	197.23	2.04	3.02	8.89	0.17	0.56	1.99	0.14	2.08	1.15

Continúa en la siguiente página

Tabla 97

Datos de entrada del modelo MLP: parámetros morfométricos E1 a E25 de las 499 subcuencas (continuación)

N.°	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	E21	E22	E23	E24	E25
109	485.78	127.35	4615.20	2872.24	3896.54	14.41	15.75	5.10	0.39	35.07	0.68	12.68	4.40	38.10	3.78	237.69	4.96	117.08	305.75	0.17	0.62	3.10	1.62	3.36	1.50
110	54.97	35.61	4703.32	2879.54	3622.47	18.54	4.73	4.30	0.48	6.95	0.76	5.02	1.40	11.02	10.41	702.40	2.96	13.05	29.03	0.11	0.55	3.03	1.62	3.48	1.30
111	15.78	24.22	4326.20	3632.09	3976.38	9.43	3.37	5.44	0.37	2.04	0.60	2.27	1.24	7.28	7.83	197.24	2.01	3.00	8.93	0.18	0.63	2.13	0.02	2.10	1.25
112	105.70	56.44	4748.28	3013.69	4203.58	15.28	7.54	4.95	0.51	7.01	0.63	5.53	2.11	19.04	7.98	216.15	3.02	22.03	59.55	0.11	0.60	3.97	2.20	5.21	1.19
113	133.98	72.25	4492.31	2405.60	3766.53	22.88	9.29	5.56	0.23	24.09	0.54	5.16	2.37	25.96	7.75	231.20	3.02	26.96	70.58	0.08	0.46	4.88	2.89	5.87	1.90
114	552.61	136.59	4345.00	3067.28	3719.87	10.64	16.45	5.16	0.35	38.07	0.61	12.58	5.58	43.82	2.53	769.96	5.01	136.98	396.61	0.21	0.71	3.17	1.45	3.50	1.38
115	15.88	24.19	4326.34	3632.12	3976.41	9.34	3.45	5.37	0.36	2.06	0.71	2.20	1.28	7.16	7.76	197.28	1.93	2.92	8.88	0.13	0.54	2.08	0.12	1.89	1.21
116	10.96	16.07	4928.09	4502.99	4709.94	13.61	2.83	4.33	0.56	1.95	0.93	2.37	1.13	4.63	3.83	126.45	1.98	3.09	7.77	0.16	0.75	2.01	0.35	2.21	1.56
117	37.35	31.63	4686.40	2776.48	3802.22	26.13	5.79	4.69	0.48	8.85	0.86	4.26	1.01	7.92	19.89	320.98	3.03	13.02	20.03	0.18	0.53	3.18	2.22	4.22	1.22
118	10.89	16.02	4928.03	4503.03	4709.93	13.60	2.79	4.27	0.54	2.05	0.78	2.33	1.17	4.62	3.71	126.38	2.03	3.02	7.89	0.20	0.73	1.94	0.44	2.16	1.60
119	105.87	56.44	4748.26	3013.77	4203.55	15.23	7.62	4.87	0.47	6.94	0.67	5.48	2.09	19.06	8.05	216.23	3.01	22.00	59.52	0.16	0.52	3.99	2.29	5.17	1.07
120	5.40	9.80	4375.20	3584.92	3961.66	28.71	1.13	3.68	0.69	0.90	1.71	3.56	0.52	1.59	8.07	56.95	0.93	1.08	1.56	0.21	0.32	−0.08	−0.01	0.04	−0.02
121	134.04	72.14	4492.36	2405.59	3766.54	22.92	9.32	5.55	0.23	23.98	0.53	5.19	2.41	26.10	7.80	231.21	2.92	26.97	70.57	0.09	0.39	4.83	2.79	5.88	1.89
122	50.53	45.86	5271.95	4503.90	4756.39	11.93	3.61	5.68	0.27	7.01	0.61	4.07	2.14	12.70	2.58	242.81	3.03	9.98	29.40	0.12	0.55	2.61	0.72	0.84	3.32
123	24.18	24.06	3872.03	2418.27	3151.86	21.83	5.26	4.57	0.39	8.33	0.72	4.31	0.89	6.33	13.18	327.33	1.95	5.00	9.66	0.15	0.63	3.10	2.24	4.38	1.18
124	47.08	36.79	4391.48	2714.06	3888.92	22.02	5.55	4.73	0.40	7.00	0.63	3.58	1.48	13.13	11.18	482.03	3.04	11.04	27.89	0.20	0.62	2.76	1.06	3.18	1.56
125	47.03	36.89	4391.45	2714.29	3889.01	21.88	5.54	4.78	0.47	7.05	0.57	3.59	1.42	13.12	11.14	481.91	3.00	10.98	27.84	0.14	0.63	2.84	1.02	3.22	1.39
126	10.63	16.87	4034.66	2810.55	3405.11	18.92	2.64	4.48	0.56	2.00	0.89	2.77	0.73	3.83	16.76	290.36	1.96	2.97	3.94	0.16	0.39	1.97	6.96	5.69	0.84
127	38.32	34.14	4142.09	3451.52	3723.35	8.69	4.90	4.86	0.40	8.06	0.70	3.55	1.95	10.72	3.08	91.65	3.00	17.01	26.15	0.19	0.69	3.46	2.45	4.24	1.17
128	5.49	9.77	4375.19	3584.85	3961.59	28.52	1.08	3.72	0.64	1.04	1.66	3.49	0.55	1.59	8.08	57.01	1.02	1.04	1.57	0.19	0.30	0.09	−0.01	−0.02	−0.05
129	47.16	36.85	4391.55	2714.17	3888.99	21.91	5.62	4.74	0.45	7.03	0.58	3.62	1.55	13.08	11.20	481.97	2.94	11.00	27.99	0.15	0.56	2.86	1.09	3.22	1.52
130	552.57	136.62	4345.00	3067.30	3719.79	10.69	16.47	5.17	0.39	38.00	0.67	12.67	5.65	43.79	2.54	770.00	4.94	136.98	396.74	0.11	0.74	3.27	1.45	3.63	1.33
131	47.09	36.86	4391.53	2714.23	3888.93	22.01	5.61	4.69	0.48	7.05	0.67	3.55	1.38	13.03	11.11	482.00	3.05	10.96	27.85	0.17	0.48	2.91	0.99	3.34	1.41
132	5.51	9.92	4375.07	3584.80	3961.68	28.66	1.11	3.77	0.73	1.06	1.70	3.55	0.42	1.51	8.08	57.03	1.02	0.89	1.63	0.18	0.34	−0.04	−0.04	−0.07	−0.00
133	133.97	72.31	4492.32	2405.61	3766.53	22.82	9.30	5.47	0.25	24.01	0.56	5.18	2.34	26.07	7.76	231.26	2.93	27.05	70.65	0.21	0.54	4.89	2.72	5.89	1.85
134	28.97	26.82	4461.62	2826.84	3824.29	20.22	4.03	4.48	0.46	5.06	0.74	3.14	1.15	9.01	15.70	601.93	2.95	8.97	18.76	0.11	0.66	2.41	0.42	3.38	1.40
135	24.24	24.06	3872.04	2418.25	3151.76	21.81	5.35	4.62	0.50	8.45	0.84	4.20	1.04	6.38	13.22	327.40	1.97	4.98	9.64	0.13	0.56	3.22	2.28	4.24	1.19

Continúa en la siguiente página

Tabla 97

Datos de entrada del modelo MLP: parámetros morfométricos E1 a E25 de las 499 subcuencas (continuación)

N.°	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	E21	E22	E23	E24	E25
136	49.20	38.37	5076.86	3229.67	4315.91	23.63	6.72	4.89	0.57	10.07	0.56	3.71	1.40	13.46	10.05	170.42	2.06	11.95	24.51	0.19	0.52	11.01	13.27	18.95	1.87
137	121.27	69.22	4508.93	3323.89	4052.90	9.26	11.27	5.58	0.23	14.94	0.54	4.51	2.98	26.74	3.93	468.51	4.07	30.97	74.44	0.14	0.55	2.90	1.95	3.18	1.23
138	6.40	11.79	4080.94	3136.54	3567.07	17.75	2.16	4.12	0.63	0.95	1.62	3.73	0.59	1.66	11.92	71.00	1.01	1.03	1.78	0.15	0.28	−0.01	−0.06	−0.04	−0.04
139	121.26	69.20	4508.88	3323.85	4052.92	9.19	11.26	5.64	0.25	14.86	0.45	4.51	3.03	26.91	3.96	468.54	4.08	31.10	74.52	0.14	0.61	2.94	2.11	3.21	1.16
140	10.95	15.97	4928.13	4503.06	4709.94	13.60	2.82	4.38	0.54	1.97	0.82	2.38	1.20	4.48	3.71	126.36	1.99	3.13	7.91	0.25	0.73	1.94	0.34	2.19	1.70
141	134.08	72.08	4492.26	2405.54	3766.63	22.87	9.25	5.45	0.29	24.07	0.55	5.20	2.35	25.99	7.69	231.21	2.98	26.97	70.67	0.12	0.49	4.91	2.74	5.89	1.91
142	29.07	26.87	4461.57	2826.84	3824.35	20.17	4.08	4.41	0.47	4.97	0.48	3.19	1.05	8.93	15.66	602.04	2.99	9.00	18.73	0.15	0.71	2.51	0.29	3.40	1.24
143	49.33	38.44	5076.95	3229.78	4316.03	23.53	6.80	4.89	0.42	10.09	0.60	3.65	1.37	13.57	9.89	170.42	2.00	11.91	24.50	0.23	0.40	10.96	13.29	19.00	1.80
144	47.21	36.81	4391.55	2714.15	3889.04	22.02	5.56	4.74	0.39	7.03	0.60	3.60	1.41	13.16	11.14	481.99	3.02	11.01	27.94	0.07	0.50	2.91	1.04	3.25	1.44
145	49.17	38.45	5076.94	3229.79	4316.01	23.52	6.78	4.86	0.36	10.00	0.61	3.68	1.39	13.38	9.90	170.38	1.91	12.06	24.57	0.17	0.49	11.01	13.23	19.03	1.92
146	5.52	9.79	4375.22	3584.85	3961.54	28.57	1.00	3.80	0.60	0.96	1.74	3.56	0.46	1.62	8.11	56.96	1.03	0.97	1.52	0.19	0.34	−0.04	0.02	0.00	−0.02
147	5.46	9.77	4375.24	3584.87	3961.55	28.61	1.07	3.68	0.78	1.06	1.81	3.63	0.44	1.54	8.13	56.96	1.06	0.95	1.68	0.20	0.22	−0.08	−0.07	−0.02	0.11
148	49.22	38.39	5076.91	3229.75	4315.86	23.64	6.65	4.91	0.37	9.92	0.62	3.72	1.42	13.45	10.02	170.35	2.04	12.08	24.46	0.13	0.45	11.00	13.23	18.94	1.82
149	38.27	34.09	4142.24	3451.56	3723.24	8.76	4.91	4.98	0.39	8.02	0.67	3.60	1.91	10.76	3.07	91.52	3.00	16.99	26.28	0.17	0.69	3.48	2.45	4.25	1.21
150	47.14	36.89	4391.50	2714.10	3889.00	21.93	5.61	4.78	0.52	7.12	0.59	3.53	1.46	13.14	11.31	481.96	2.99	10.96	27.94	0.24	0.55	2.81	1.10	3.29	1.55
151	24.29	24.03	3872.02	2418.31	3151.77	21.87	5.24	4.53	0.53	8.46	0.83	4.22	0.89	6.49	13.17	327.38	2.09	5.04	9.65	0.28	0.58	3.09	2.17	4.22	1.13
152	485.84	127.37	4615.27	2872.43	3896.58	14.28	15.74	5.11	0.30	34.91	0.66	12.79	4.35	38.09	3.72	237.75	5.04	116.96	305.69	0.28	0.52	3.06	1.54	3.34	1.38
153	11.01	16.02	4928.07	4503.07	4709.95	13.64	2.86	4.33	0.53	2.01	0.86	2.48	1.15	4.63	3.74	126.33	1.98	3.02	7.82	0.17	0.65	1.96	0.27	2.11	1.52
154	26.15	25.35	4402.77	3135.90	3851.29	19.20	3.28	4.38	0.48	5.95	0.93	4.05	1.04	6.47	12.26	756.77	1.91	6.06	12.85	0.17	0.39	4.99	2.84	7.82	1.89
155	37.26	31.55	4686.39	2776.48	3802.15	26.13	5.75	4.73	0.42	8.77	0.74	4.24	0.96	7.96	19.78	321.03	2.95	12.92	19.98	0.16	0.50	3.13	2.18	4.13	1.27
156	28.96	26.73	4461.65	2826.76	3824.24	20.14	4.13	4.32	0.46	5.04	0.69	3.27	1.15	9.04	15.81	601.87	2.93	9.00	18.68	0.16	0.59	2.49	0.30	3.28	1.36
157	38.28	34.05	4142.04	3451.47	3723.46	8.73	4.97	4.87	0.47	8.01	0.66	3.50	1.92	10.67	3.09	91.57	2.99	16.92	26.20	0.22	0.77	3.43	2.38	4.27	1.19
158	9.14	14.15	4294.71	3877.10	4080.52	9.66	1.99	4.18	0.53	1.02	1.03	2.91	1.01	3.23	6.65	94.04	0.98	1.10	3.27	0.11	0.42	−0.04	0.01	0.04	−0.04
159	121.25	69.29	4508.93	3323.87	4052.84	9.30	11.22	5.57	0.38	14.88	0.58	4.54	3.08	26.87	3.96	468.44	4.03	30.99	74.55	0.13	0.67	2.82	1.97	3.16	1.15
160	24.24	24.06	3872.06	2418.37	3151.77	21.87	5.28	4.68	0.48	8.43	0.76	4.25	0.95	6.43	13.05	327.50	1.95	4.94	9.58	0.15	0.53	3.08	2.20	4.28	1.22
161	55.01	35.65	4703.37	2879.48	3622.62	18.62	4.72	4.24	0.58	7.00	0.79	4.96	1.42	11.11	10.41	702.38	2.91	13.01	29.13	0.12	0.57	3.02	1.55	3.48	1.36
162	105.75	56.43	4748.36	3013.77	4203.44	15.20	7.59	4.77	0.35	7.09	0.65	5.60	2.07	19.09	8.01	216.10	2.89	22.02	59.50	0.13	0.62	4.06	2.30	5.27	1.04

Continúa en la siguiente página

Tabla 97

Datos de entrada del modelo MLP: parámetros morfométricos E1 a E25 de las 499 subcuencas (continuación)

N.°	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	E21	E22	E23	E24	E25
163	24.30	24.03	3872.08	2418.23	3151.70	21.79	5.31	4.64	0.47	8.37	0.88	4.28	0.97	6.34	13.14	327.43	2.05	4.97	9.67	0.17	0.58	3.06	2.24	4.23	1.27
164	485.83	127.38	4615.25	2872.35	3896.54	14.41	15.72	5.16	0.41	34.99	0.61	12.71	4.28	38.14	3.81	237.73	5.05	116.93	305.69	0.13	0.62	3.03	1.58	3.31	1.53
165	134.02	72.15	4492.38	2405.63	3766.58	22.83	9.22	5.56	0.29	24.02	0.45	5.17	2.34	25.82	7.63	231.18	3.05	26.99	70.63	0.22	0.59	4.90	2.79	5.82	1.91
166	552.54	136.60	4344.86	3067.10	3719.88	10.51	16.51	5.13	0.34	37.97	0.64	12.64	5.57	43.78	2.57	769.96	5.06	137.01	396.68	0.22	0.68	3.18	1.48	3.57	1.44
167	9.43	16.66	4541.73	4148.04	4333.39	10.01	2.72	4.84	0.48	2.98	0.85	2.13	1.20	4.34	3.83	129.49	2.01	3.97	5.57	0.32	0.60	3.08	1.74	3.63	1.48
168	10.96	16.05	4928.05	4503.06	4709.89	13.62	2.74	4.28	0.59	1.97	0.88	2.42	1.26	4.68	3.83	126.35	2.06	3.00	7.82	0.21	0.64	1.91	0.41	2.24	1.56
169	29.09	26.77	4461.66	2826.78	3824.30	20.14	4.11	4.51	0.50	5.02	0.63	3.37	1.12	8.97	15.74	602.00	2.94	9.04	18.73	0.17	0.66	2.51	0.29	3.39	1.29
170	15.79	24.19	4326.15	3632.13	3976.47	9.39	3.36	5.39	0.34	1.96	0.65	2.17	1.27	7.17	7.84	197.27	2.04	3.08	8.81	0.08	0.57	1.96	0.06	2.09	1.21
171	55.08	35.69	4703.38	2879.48	3622.58	18.60	4.76	4.18	0.57	6.93	0.76	4.90	1.37	11.10	10.39	702.44	3.03	12.93	29.00	0.13	0.62	2.96	1.52	3.56	1.38
172	9.12	14.16	4294.68	3877.00	4080.63	9.59	1.88	4.17	0.67	1.02	1.05	2.84	1.10	3.25	6.68	93.97	0.95	0.99	3.19	0.06	0.38	0.02	−0.03	0.11	−0.04
173	38.34	34.02	4142.08	3451.47	3723.30	8.75	4.94	4.84	0.42	7.99	0.56	3.47	1.92	10.71	3.09	91.55	3.02	16.97	26.13	0.27	0.77	3.48	2.50	4.30	1.24
174	105.83	56.38	4748.34	3013.76	4203.60	15.19	7.56	4.90	0.45	6.98	0.58	5.61	2.10	19.05	8.06	216.25	2.92	22.04	59.50	0.21	0.56	3.89	2.28	5.23	1.07
175	121.22	69.20	4508.98	3323.88	4052.96	9.30	11.22	5.61	0.39	15.00	0.48	4.50	3.10	26.91	3.95	468.55	3.98	31.02	74.53	0.23	0.61	2.85	1.96	3.13	1.22
176	37.34	31.54	4686.45	2776.53	3802.28	26.14	5.76	4.62	0.44	8.96	0.77	4.32	1.03	8.05	19.83	321.00	3.00	12.96	20.03	0.13	0.60	3.03	2.18	4.25	1.24
177	485.74	127.41	4615.20	2872.31	3896.54	14.43	15.70	5.19	0.37	35.03	0.70	12.64	4.35	38.13	3.72	237.76	4.97	117.01	305.74	0.18	0.54	3.18	1.60	3.35	1.42
178	23.20	21.49	4111.86	2589.29	3417.82	21.38	2.61	3.97	0.66	6.03	1.18	5.18	0.78	4.64	19.72	1771.07	1.93	5.97	8.79	0.20	0.40	4.95	1.86	5.80	1.47
179	11.03	16.05	4927.98	4503.04	4709.91	13.67	2.84	4.35	0.59	1.98	0.86	2.40	1.23	4.62	3.84	126.36	2.04	3.05	7.85	0.28	0.77	2.09	0.46	2.11	1.64
180	47.12	36.92	4391.59	2714.17	3888.94	22.00	5.54	4.71	0.40	7.02	0.58	3.60	1.36	13.14	11.19	482.06	2.97	10.97	27.84	0.12	0.61	2.86	1.10	3.29	1.53
181	9.19	14.11	4294.76	3877.13	4080.61	9.63	2.00	4.10	0.52	1.00	1.03	2.83	1.12	3.21	6.64	93.98	1.05	0.91	3.22	0.11	0.39	−0.02	−0.04	−0.01	0.02
182	9.43	16.68	4541.78	4147.97	4333.51	9.99	2.72	4.79	0.46	2.97	0.77	2.11	1.21	4.46	3.93	129.57	2.01	4.06	5.69	0.22	0.44	3.08	1.65	3.57	1.51
183	134.00	72.16	4492.32	2405.66	3766.65	22.89	9.29	5.50	0.36	24.04	0.61	5.14	2.42	26.01	7.71	231.21	3.05	27.02	70.58	0.18	0.50	4.87	2.79	5.83	1.82
184	38.33	34.12	4142.08	3451.52	3723.31	8.75	4.90	4.86	0.41	8.03	0.55	3.54	2.01	10.70	3.12	91.65	3.05	17.03	26.15	0.29	0.64	3.50	2.48	4.28	1.29
185	28.98	26.84	4461.56	2826.83	3824.25	20.19	4.09	4.51	0.53	4.95	0.74	3.15	1.00	9.05	15.73	602.02	2.99	8.96	18.73	0.14	0.67	2.51	0.27	3.33	1.41
186	105.83	56.34	4748.33	3013.70	4203.57	15.29	7.60	4.89	0.45	7.02	0.63	5.51	2.09	19.05	8.10	216.20	2.94	22.01	59.42	0.02	0.58	3.92	2.28	5.16	1.01
187	54.97	35.60	4703.29	2879.55	3622.61	18.55	4.80	4.34	0.57	6.95	0.76	5.01	1.41	11.11	10.44	702.38	2.97	12.98	29.12	0.13	0.54	2.93	1.50	3.50	1.33
188	50.60	46.01	5271.86	4503.90	4756.20	11.93	3.50	5.72	0.27	6.95	0.63	3.93	2.21	12.63	2.59	242.87	2.98	9.96	29.36	0.10	0.57	2.57	0.90	0.92	3.46
189	485.80	127.35	4615.28	2872.33	3896.57	14.42	15.60	5.16	0.40	34.97	0.67	12.73	4.37	38.13	3.77	237.83	4.88	117.03	305.74	0.15	0.52	3.11	1.56	3.38	1.38

Continúa en la siguiente página

Tabla 97

Datos de entrada del modelo MLP: parámetros morfométricos E1 a E25 de las 499 subcuencas (continuación)

N.°	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	E21	E22	E23	E24	E25
190	49.12	38.55	5076.89	3229.69	4315.96	23.59	6.68	4.88	0.47	9.98	0.61	3.62	1.42	13.46	9.85	170.36	2.04	12.01	24.45	0.16	0.52	11.00	13.24	19.04	1.90
191	10.63	16.86	4034.62	2810.50	3405.19	18.92	2.49	4.55	0.41	2.13	0.97	2.82	0.65	3.67	16.77	290.34	2.06	3.06	3.94	0.15	0.35	2.00	6.94	5.55	0.84
192	26.08	25.29	4402.89	3135.88	3851.28	19.23	3.24	4.32	0.57	5.94	0.83	3.98	1.07	6.49	12.28	756.73	2.04	5.92	12.87	0.14	0.53	5.00	2.99	7.82	1.83
193	485.88	127.43	4615.20	2872.30	3896.55	14.40	15.72	5.15	0.41	34.95	0.67	12.71	4.40	38.21	3.66	237.68	5.02	117.05	305.79	0.06	0.54	3.03	1.64	3.34	1.42
194	15.84	24.20	4326.22	3632.12	3976.41	9.38	3.47	5.38	0.37	2.04	0.60	2.18	1.21	7.13	7.81	197.27	1.95	3.03	8.88	0.10	0.47	1.93	0.04	2.06	1.13
195	47.12	36.86	4391.40	2714.23	3888.96	22.02	5.72	4.73	0.52	6.99	0.64	3.54	1.34	13.13	11.17	481.99	3.00	10.97	27.98	0.22	0.54	2.85	1.09	3.27	1.55
196	552.54	136.58	4344.97	3067.24	3719.75	10.56	16.53	5.12	0.32	38.01	0.60	12.62	5.57	43.75	2.56	770.00	5.05	137.02	396.76	0.16	0.69	3.31	1.41	3.54	1.34
197	43.55	33.14	4326.37	2023.68	3236.57	28.62	4.68	4.39	0.45	8.02	0.78	5.00	0.96	8.86	19.83	608.87	2.95	11.95	22.01	0.20	0.47	2.99	1.62	3.58	1.61
198	37.40	31.56	4686.36	2776.49	3802.14	26.16	5.72	4.72	0.49	8.91	0.76	4.22	1.07	7.94	19.87	321.09	3.04	13.05	20.08	0.12	0.53	3.06	2.15	4.28	1.14
199	37.27	31.63	4686.44	2776.54	3802.31	26.20	5.68	4.62	0.47	8.91	0.87	4.32	1.06	7.90	19.92	321.07	2.98	13.00	20.00	0.23	0.66	3.06	2.14	4.20	1.19
200	54.97	35.59	4703.23	2879.49	3622.63	18.54	4.82	4.29	0.49	6.95	0.69	4.87	1.34	11.15	10.41	702.51	2.97	12.99	28.96	0.07	0.49	2.99	1.56	3.50	1.27
201	6.36	11.89	4081.02	3136.68	3567.06	17.74	2.04	4.06	0.56	1.03	1.68	3.62	0.48	1.73	11.98	71.03	1.02	1.02	1.73	0.20	0.17	0.10	0.02	−0.01	0.04
202	10.95	15.96	4928.09	4503.04	4709.82	13.64	2.75	4.30	0.59	2.00	0.76	2.43	1.21	4.74	3.76	126.42	2.05	2.96	7.88	0.23	0.73	2.09	0.34	2.21	1.56
203	456.07	111.14	5050.39	3685.47	4217.91	15.68	5.79	4.68	0.49	9.00	0.81	4.19	4.66	34.99	2.82	320.97	5.03	99.97	265.76	0.13	0.59	3.16	2.13	4.18	1.24
204	9.21	14.15	4294.61	3876.95	4080.54	9.62	2.04	4.18	0.55	1.02	1.06	2.85	1.04	3.23	6.73	94.01	1.00	0.89	3.21	0.07	0.36	−0.06	0.05	−0.03	0.07
205	37.31	31.62	4686.43	2776.46	3802.17	26.17	5.75	4.71	0.54	8.89	0.82	4.39	1.12	7.86	19.78	320.90	2.99	12.97	20.00	0.10	0.54	3.06	2.29	4.19	1.19
206	26.14	25.39	4402.90	3135.87	3851.11	19.11	3.25	4.38	0.55	6.05	1.01	4.04	1.10	6.50	12.21	756.78	1.96	5.95	12.89	0.13	0.43	5.01	2.94	7.85	1.86
207	49.33	38.38	5076.96	3229.81	4315.99	23.55	6.87	4.77	0.50	9.96	0.61	3.64	1.37	13.40	9.89	170.44	1.95	11.92	24.52	0.23	0.50	10.93	13.26	18.95	1.94
208	10.93	15.95	4928.07	4503.02	4709.89	13.61	2.82	4.27	0.59	2.05	0.84	2.36	1.28	4.57	3.82	126.31	2.00	2.95	7.77	0.16	0.73	1.95	0.37	2.13	1.62
209	24.33	24.10	3872.01	2418.29	3151.81	21.80	5.31	4.65	0.53	8.44	0.80	4.21	1.05	6.38	13.07	327.40	2.07	4.96	9.67	0.16	0.58	3.01	2.22	4.29	1.27
210	121.28	69.22	4508.91	3323.95	4052.84	9.28	11.19	5.54	0.22	14.98	0.50	4.53	3.15	26.82	3.87	468.48	4.05	30.99	74.47	0.29	0.59	2.79	2.02	3.10	1.15
211	10.64	16.87	4034.73	2810.45	3405.12	18.93	2.56	4.58	0.53	1.96	0.92	2.79	0.66	3.77	16.82	290.47	1.97	3.03	4.00	0.25	0.37	2.02	6.97	5.50	0.94
212	24.24	24.10	3872.02	2418.21	3151.73	21.82	5.25	4.53	0.54	8.34	0.78	4.27	0.98	6.32	13.13	327.48	2.04	5.07	9.74	0.09	0.65	3.07	2.28	4.30	1.16
213	10.58	16.84	4034.76	2810.58	3405.16	18.89	2.58	4.63	0.48	2.04	0.97	2.75	0.58	3.78	16.72	290.36	2.05	3.03	3.88	0.24	0.34	1.96	6.86	5.59	0.81
214	105.75	56.41	4748.36	3013.67	4203.49	15.23	7.59	4.94	0.47	6.97	0.70	5.55	2.13	19.01	8.00	216.22	3.00	22.07	59.51	0.08	0.58	3.93	2.30	5.20	1.02
215	5.46	9.77	4375.17	3584.96	3961.64	28.73	1.11	3.82	0.67	1.07	1.77	3.57	0.51	1.56	8.13	57.03	1.01	1.02	1.66	0.29	0.27	0.09	−0.00	0.07	−0.04
216	23.22	21.49	4111.85	2589.30	3417.78	21.42	2.62	3.97	0.69	6.09	1.18	5.02	0.89	4.54	19.77	1771.00	2.00	5.88	8.84	0.23	0.42	4.98	1.82	5.66	1.56

Continúa en la siguiente página

Tabla 97

Datos de entrada del modelo MLP: parámetros morfométricos E1 a E25 de las 499 subcuencas (continuación)

N.°	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	E21	E22	E23	E24	E25
217	37.32	31.64	4686.38	2776.48	3802.23	26.08	5.78	4.69	0.50	8.88	0.74	4.26	1.06	7.92	19.72	320.96	3.06	13.00	19.96	0.19	0.59	3.08	2.18	4.25	1.15
218	50.61	45.81	5271.93	4503.85	4756.24	11.86	3.60	5.74	0.36	7.05	0.71	4.04	2.06	12.69	2.63	242.85	3.03	10.09	29.32	0.10	0.63	2.57	0.78	0.87	3.42
219	456.08	111.12	5050.35	3685.51	4217.72	15.76	5.71	4.66	0.34	8.94	0.85	4.29	4.65	34.97	2.79	321.04	4.97	99.99	265.72	0.19	0.58	3.07	2.22	4.14	1.16
220	38.28	34.10	4142.06	3451.51	3723.44	8.74	4.92	4.82	0.39	8.13	0.70	3.54	1.91	10.71	2.98	91.52	2.94	16.97	26.17	0.21	0.72	3.45	2.45	4.17	1.27
221	9.14	14.16	4294.69	3877.00	4080.69	9.61	1.99	4.13	0.55	1.02	1.07	2.77	1.11	3.18	6.72	93.95	0.99	1.07	3.24	0.10	0.38	−0.01	0.02	0.07	0.04
222	485.82	127.44	4615.25	2872.31	3896.58	14.29	15.72	5.21	0.37	34.96	0.63	12.61	4.32	38.18	3.70	237.65	5.07	116.94	305.77	0.21	0.65	3.11	1.61	3.39	1.48
223	24.38	24.04	3871.99	2418.36	3151.72	21.78	5.38	4.67	0.45	8.29	0.81	4.19	0.97	6.46	13.12	327.38	1.97	5.06	9.69	0.08	0.67	3.16	2.22	4.28	1.20
224	552.47	136.59	4345.02	3067.23	3719.79	10.53	16.50	5.10	0.35	37.98	0.63	12.57	5.54	43.80	2.54	769.92	4.98	136.97	396.68	0.06	0.67	3.33	1.48	3.58	1.35
225	38.24	34.20	4142.19	3451.49	3723.37	8.75	4.91	5.02	0.43	8.01	0.71	3.51	1.95	10.55	3.09	91.74	3.13	16.97	26.18	0.26	0.66	3.41	2.50	4.28	1.21
226	9.41	16.68	4541.71	4148.11	4333.44	9.91	2.73	4.80	0.52	2.91	0.83	2.17	1.21	4.39	3.84	129.50	2.01	4.00	5.60	0.27	0.58	2.92	1.74	3.46	1.38
227	37.37	31.67	4686.41	2776.46	3802.28	26.25	5.71	4.66	0.39	8.93	0.76	4.34	1.13	7.94	19.80	321.01	3.08	13.07	19.99	0.16	0.68	3.08	2.15	4.12	1.23
228	134.08	72.18	4492.33	2405.52	3766.58	22.80	9.22	5.49	0.39	23.98	0.47	5.15	2.38	26.01	7.67	231.21	2.99	26.92	70.59	0.10	0.64	4.98	2.74	5.94	1.84
229	24.21	24.12	3871.99	2418.21	3151.74	21.84	5.23	4.65	0.47	8.39	0.78	4.27	1.00	6.42	13.22	327.32	1.96	4.95	9.66	0.11	0.54	3.09	2.21	4.21	1.20
230	24.33	24.14	3872.11	2418.28	3151.76	21.77	5.23	4.63	0.40	8.38	0.79	4.28	1.00	6.42	13.12	327.36	1.98	4.96	9.59	0.11	0.55	3.01	2.24	4.28	1.20
231	24.27	24.18	3872.06	2418.28	3151.66	21.88	5.29	4.61	0.48	8.35	0.72	4.29	0.96	6.43	13.17	327.43	1.99	5.04	9.65	0.26	0.56	3.11	2.26	4.33	1.20
232	10.61	16.87	4034.67	2810.52	3405.10	18.94	2.56	4.65	0.46	2.02	0.89	2.80	0.75	3.83	16.80	290.36	1.99	2.96	3.92	0.19	0.33	1.98	6.91	5.67	0.89
233	6.48	11.90	4081.03	3136.60	3567.01	17.82	2.09	4.19	0.61	0.99	1.64	3.75	0.46	1.74	11.96	71.01	0.98	1.04	1.72	0.11	0.41	0.06	0.01	−0.03	−0.03
234	121.21	69.18	4508.93	3323.95	4052.90	9.28	11.27	5.56	0.23	15.10	0.46	4.49	3.08	26.93	3.94	468.51	4.00	30.97	74.45	0.13	0.69	2.82	1.96	3.20	1.06
235	23.21	21.43	4111.81	2589.17	3417.79	21.43	2.69	3.97	0.66	5.97	1.24	5.02	0.88	4.51	19.68	1771.05	1.93	6.03	8.89	0.20	0.45	5.01	1.85	5.81	1.57
236	47.11	36.89	4391.48	2714.17	3888.93	22.05	5.50	4.80	0.39	7.05	0.60	3.62	1.41	13.12	11.10	481.86	2.99	11.10	27.88	0.17	0.63	2.80	1.08	3.19	1.53
237	5.53	9.76	4375.12	3584.92	3961.66	28.49	1.13	3.73	0.67	0.83	1.63	3.59	0.47	1.58	8.11	57.08	0.99	0.98	1.55	0.11	0.22	−0.02	−0.07	0.06	0.02
238	37.35	31.66	4686.34	2776.52	3802.15	26.15	5.80	4.65	0.43	8.83	0.73	4.37	1.07	8.00	19.86	320.89	3.12	13.05	20.06	0.16	0.50	3.04	2.17	4.14	1.23
239	10.53	16.86	4034.75	2810.43	3405.06	18.80	2.46	4.51	0.45	2.00	0.90	2.83	0.74	3.74	16.80	290.39	1.95	3.02	3.92	0.18	0.34	2.05	6.93	5.52	0.88
240	105.72	56.45	4748.38	3013.69	4203.52	15.22	7.60	4.90	0.41	7.13	0.63	5.55	2.08	19.06	8.13	216.16	3.06	22.05	59.45	0.13	0.55	4.03	2.27	5.18	1.08
241	24.19	24.01	3872.09	2418.31	3151.68	21.90	5.23	4.69	0.43	8.39	0.75	4.14	0.94	6.44	13.22	327.32	2.00	5.08	9.64	0.26	0.58	3.14	2.23	4.19	1.19
242	134.02	72.20	4492.31	2405.61	3766.53	22.82	9.23	5.51	0.32	23.95	0.46	5.12	2.32	26.01	7.63	231.31	3.01	27.06	70.65	0.20	0.48	4.90	2.79	5.88	1.83
243	9.28	16.67	4541.77	4148.03	4333.47	10.02	2.70	4.81	0.46	3.00	0.69	2.11	1.23	4.41	3.94	129.47	1.96	3.92	5.68	0.22	0.59	3.07	1.75	3.61	1.38

Continúa en la siguiente página

Tabla 97

Datos de entrada del modelo MLP: parámetros morfométricos E1 a E25 de las 499 subcuencas (continuación)

N.°	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	E21	E22	E23	E24	E25
244	11.01	16.01	4928.07	4503.08	4709.92	13.58	2.84	4.30	0.62	2.03	0.79	2.32	1.20	4.64	3.84	126.49	1.95	2.98	7.88	0.28	0.74	2.06	0.39	2.23	1.66
245	121.27	69.19	4508.99	3323.97	4052.94	9.34	11.23	5.60	0.39	15.05	0.55	4.52	3.09	26.83	3.90	468.48	4.02	31.04	74.54	0.14	0.64	2.91	2.04	3.19	1.19
246	9.30	16.73	4541.80	4148.13	4333.35	9.94	2.76	4.82	0.42	2.95	0.84	2.14	1.21	4.46	3.83	129.44	2.04	4.06	5.73	0.22	0.60	3.05	1.76	3.57	1.43
247	10.90	16.05	4928.04	4503.04	4709.86	13.61	2.81	4.29	0.49	1.95	0.80	2.41	1.24	4.60	3.77	126.32	2.06	3.01	7.83	0.18	0.83	1.98	0.36	2.14	1.61
248	23.16	21.57	4111.87	2589.20	3417.86	21.37	2.64	3.88	0.62	6.04	1.23	5.00	0.90	4.54	19.75	1771.05	2.02	5.98	8.86	0.19	0.50	4.99	1.78	5.73	1.54
249	9.32	16.67	4541.90	4147.94	4333.39	9.98	2.77	4.83	0.41	3.02	0.82	2.11	1.24	4.37	3.85	129.51	1.98	4.02	5.63	0.13	0.59	3.03	1.72	3.54	1.43
250	121.26	69.21	4508.88	3323.95	4052.87	9.31	11.21	5.62	0.36	15.01	0.48	4.51	3.04	26.89	3.88	468.57	4.04	30.99	74.47	0.15	0.59	2.85	1.94	3.18	1.20
251	10.92	16.03	4928.13	4503.04	4709.89	13.65	2.86	4.32	0.51	1.96	0.81	2.39	1.24	4.65	3.75	126.38	2.06	2.98	7.89	0.16	0.81	1.90	0.25	2.13	1.57
252	9.32	16.72	4541.76	4148.05	4333.53	10.01	2.69	4.84	0.48	3.06	0.73	2.10	1.24	4.40	3.95	129.52	1.99	3.97	5.63	0.09	0.64	2.96	1.83	3.53	1.41
253	15.80	24.23	4326.21	3632.10	3976.40	9.38	3.41	5.43	0.34	1.96	0.58	2.14	1.22	7.19	7.79	197.17	2.01	3.07	8.87	0.14	0.57	2.04	−0.03	2.05	1.34
254	134.05	72.23	4492.35	2405.59	3766.48	22.87	9.13	5.38	0.36	24.00	0.62	5.13	2.31	26.02	7.68	231.23	2.94	27.05	70.64	0.15	0.47	4.92	2.73	5.74	1.82
255	23.22	21.49	4111.95	2589.17	3417.84	21.33	2.65	4.02	0.65	5.99	1.07	5.01	0.85	4.58	19.77	1770.94	1.99	6.02	8.88	0.21	0.46	4.94	1.77	5.79	1.49
256	49.30	38.50	5076.84	3229.74	4315.95	23.55	6.82	4.81	0.34	10.05	0.57	3.64	1.39	13.47	9.92	170.36	2.02	11.97	24.53	0.14	0.46	11.01	13.22	19.09	1.87
257	28.97	26.87	4461.66	2826.69	3824.27	20.23	4.15	4.36	0.55	5.01	0.69	3.18	1.06	9.07	15.79	601.97	3.00	9.03	18.73	0.14	0.69	2.47	0.30	3.25	1.40
258	49.23	38.44	5077.01	3229.69	4316.01	23.63	6.74	4.88	0.43	9.92	0.57	3.72	1.32	13.48	10.00	170.40	1.95	11.94	24.47	0.20	0.61	11.07	13.29	19.00	1.90
259	552.58	136.57	4344.97	3067.19	3719.91	10.52	16.58	5.11	0.29	38.02	0.56	12.64	5.65	43.81	2.51	769.93	5.03	137.01	396.68	0.17	0.63	3.22	1.46	3.44	1.32
260	456.02	111.15	5050.38	3685.52	4217.78	15.69	5.78	4.68	0.51	8.92	0.79	4.29	4.73	34.96	2.79	320.99	5.07	99.91	265.53	0.13	0.49	3.09	2.23	4.12	1.19
261	55.16	35.58	4703.24	2879.50	3622.62	18.49	4.77	4.21	0.54	6.94	0.72	4.98	1.50	11.10	10.46	702.44	2.94	12.99	29.01	0.21	0.61	3.09	1.55	3.59	1.31
262	15.80	24.25	4326.25	3632.06	3976.35	9.37	3.44	5.41	0.33	2.04	0.66	2.30	1.24	7.24	7.84	197.21	2.01	2.98	8.91	0.09	0.56	1.96	0.10	2.10	1.32
263	552.56	136.67	4345.05	3067.19	3719.80	10.60	16.50	5.13	0.37	38.04	0.59	12.62	5.61	43.86	2.51	770.05	4.94	137.04	396.72	0.14	0.72	3.23	1.52	3.44	1.41
264	9.10	14.16	4294.70	3876.95	4080.54	9.62	1.92	4.03	0.59	0.92	0.97	2.83	0.98	3.26	6.73	93.98	1.09	0.99	3.16	0.13	0.32	0.00	0.03	−0.06	−0.02
265	15.65	24.31	4326.22	3632.11	3976.33	9.38	3.47	5.45	0.30	2.03	0.62	2.30	1.35	7.23	7.81	197.29	1.91	2.99	8.94	0.16	0.60	1.94	0.05	2.03	1.22
266	15.75	24.23	4326.28	3632.11	3976.39	9.36	3.48	5.43	0.30	2.07	0.64	2.35	1.21	7.07	7.76	197.24	2.09	2.99	8.83	0.09	0.51	1.94	0.07	1.95	1.22
267	50.57	45.80	5271.83	4503.90	4756.39	11.91	3.58	5.80	0.22	7.04	0.56	4.00	2.26	12.74	2.50	242.83	3.00	9.97	29.40	0.15	0.63	2.67	0.85	0.84	3.31
268	23.27	21.53	4111.87	2589.22	3417.81	21.45	2.70	3.92	0.63	5.88	1.17	5.11	0.75	4.58	19.70	1771.02	2.01	6.04	8.80	0.11	0.37	4.98	1.80	5.73	1.44
269	105.69	56.36	4748.23	3013.66	4203.57	15.19	7.64	4.81	0.36	7.02	0.69	5.51	2.08	19.16	8.03	216.16	2.89	22.02	59.51	0.16	0.51	4.09	2.30	5.22	1.06
270	9.07	14.12	4294.72	3877.07	4080.63	9.70	1.96	4.17	0.52	1.03	1.11	2.87	0.99	3.24	6.76	94.05	1.07	1.02	3.22	0.09	0.26	0.08	−0.00	0.03	−0.05

Continúa en la siguiente página

Tabla 97

Datos de entrada del modelo MLP: parámetros morfométricos E1 a E25 de las 499 subcuencas (continuación)

N.°	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	E21	E22	E23	E24	E25
271	54.96	35.64	4703.35	2879.62	3622.68	18.56	4.76	4.28	0.57	7.02	0.67	4.89	1.37	11.14	10.42	702.36	2.97	13.04	29.14	0.03	0.55	3.00	1.58	3.49	1.25
272	6.35	11.84	4080.97	3136.59	3567.06	17.89	2.13	4.20	0.60	0.97	1.61	3.76	0.56	1.69	11.94	70.96	1.07	0.99	1.78	0.20	0.31	−0.01	0.03	0.09	0.03
273	55.02	35.60	4703.37	2879.53	3622.61	18.49	4.77	4.37	0.48	6.92	0.69	4.94	1.38	11.07	10.46	702.38	3.01	12.96	29.08	0.15	0.55	3.02	1.60	3.49	1.32
274	121.41	69.25	4508.88	3323.94	4052.85	9.27	11.18	5.49	0.37	15.02	0.44	4.42	3.07	26.77	3.82	468.49	3.96	31.01	74.51	0.09	0.58	2.91	1.96	3.24	1.13
275	10.52	16.84	4034.63	2810.56	3405.23	18.83	2.59	4.48	0.48	2.02	1.01	2.81	0.67	3.83	16.77	290.42	1.97	3.06	3.89	0.18	0.33	2.05	6.90	5.57	0.89
276	49.20	38.53	5076.98	3229.76	4315.94	23.59	6.75	4.77	0.45	10.02	0.69	3.62	1.42	13.50	9.98	170.34	2.01	11.96	24.48	0.20	0.50	10.99	13.26	18.99	1.82
277	9.30	16.64	4541.73	4147.95	4333.51	9.92	2.74	4.86	0.48	2.97	0.77	2.16	1.22	4.36	3.85	129.52	2.05	4.01	5.59	0.10	0.61	2.98	1.68	3.57	1.39
278	10.53	16.89	4034.65	2810.44	3405.14	18.93	2.50	4.63	0.51	2.01	0.87	2.79	0.71	3.72	16.73	290.37	2.02	2.98	3.93	0.14	0.38	1.99	6.87	5.60	0.88
279	10.63	16.82	4034.66	2810.42	3405.11	18.87	2.53	4.56	0.55	2.00	1.02	2.84	0.65	3.74	16.88	290.43	2.01	3.02	4.00	0.13	0.42	2.08	7.00	5.60	0.76
280	15.90	24.16	4326.22	3632.04	3976.28	9.41	3.45	5.51	0.33	1.95	0.57	2.29	1.27	7.19	7.85	197.28	1.98	2.94	8.95	0.09	0.48	1.98	0.08	2.05	1.19
281	23.10	21.55	4111.68	2589.16	3417.77	21.31	2.71	3.95	0.70	5.98	1.24	5.14	0.79	4.63	19.81	1771.05	2.01	5.97	8.85	0.24	0.40	4.97	1.82	5.66	1.50
282	29.03	26.76	4461.66	2826.69	3824.25	20.29	4.13	4.45	0.55	5.01	0.61	3.19	1.07	8.97	15.72	602.00	2.99	8.95	18.68	0.17	0.64	2.38	0.31	3.33	1.36
283	5.45	9.82	4375.13	3584.88	3961.67	28.66	1.05	3.62	0.75	1.06	1.73	3.50	0.53	1.63	8.08	57.03	1.08	0.98	1.68	0.22	0.26	0.03	−0.06	0.04	0.09
284	9.37	16.62	4541.80	4147.99	4333.42	9.99	2.75	4.80	0.46	3.01	0.87	2.16	1.20	4.41	3.90	129.54	1.90	4.05	5.67	0.13	0.64	3.04	1.67	3.68	1.42
285	49.27	38.37	5076.87	3229.78	4316.00	23.70	6.77	4.80	0.37	9.98	0.62	3.64	1.42	13.44	10.02	170.42	1.94	11.97	24.35	0.13	0.45	11.01	13.32	19.05	1.84
286	9.35	16.61	4541.77	4148.02	4333.43	10.00	2.70	4.83	0.45	3.06	0.79	2.14	1.16	4.42	3.98	129.53	2.02	3.90	5.62	0.17	0.64	2.97	1.71	3.65	1.47
287	552.52	136.56	4345.02	3067.32	3719.88	10.59	16.50	5.11	0.35	37.94	0.63	12.63	5.56	43.65	2.59	769.99	5.03	136.92	396.79	0.18	0.75	3.20	1.49	3.58	1.31
288	105.73	56.43	4748.28	3013.74	4203.59	15.24	7.57	4.88	0.43	6.99	0.64	5.56	2.11	19.13	7.91	216.20	2.98	22.04	59.40	0.06	0.60	4.00	2.26	5.23	0.99
289	133.90	72.11	4492.27	2405.58	3766.51	22.90	9.19	5.56	0.33	24.01	0.46	5.19	2.38	25.93	7.75	231.23	2.95	26.92	70.68	0.16	0.52	4.99	2.76	5.87	1.86
290	23.15	21.51	4111.84	2589.17	3417.79	21.38	2.68	4.01	0.58	6.07	1.17	5.09	0.91	4.57	19.73	1771.01	2.02	6.01	8.85	0.23	0.37	5.05	1.81	5.77	1.53
291	23.20	21.44	4111.79	2589.27	3417.77	21.47	2.61	4.00	0.56	6.02	1.24	5.11	0.83	4.61	19.69	1770.96	2.06	6.00	8.96	0.12	0.38	5.03	1.85	5.78	1.56
292	485.79	127.38	4615.22	2872.34	3896.48	14.36	15.76	5.18	0.35	34.98	0.67	12.71	4.32	38.07	3.71	237.73	5.08	117.05	305.72	0.13	0.58	3.04	1.62	3.33	1.45
293	134.00	72.17	4492.31	2405.55	3766.63	22.79	9.19	5.51	0.23	23.99	0.49	5.10	2.33	25.97	7.72	231.21	3.00	26.97	70.56	0.13	0.54	4.88	2.86	5.87	1.81
294	10.67	16.94	4034.63	2810.56	3405.17	18.93	2.58	4.55	0.45	2.02	0.99	2.89	0.70	3.74	16.80	290.32	2.04	2.97	3.90	0.19	0.30	2.05	6.97	5.53	0.75
295	50.60	45.90	5271.93	4503.91	4756.38	11.88	3.54	5.72	0.32	6.99	0.69	4.02	2.14	12.71	2.63	242.78	3.03	10.05	29.40	0.17	0.54	2.64	0.87	0.81	3.45
296	552.59	136.54	4344.98	3067.15	3719.72	10.57	16.44	5.25	0.38	37.99	0.58	12.65	5.67	43.76	2.54	769.89	4.99	137.00	396.62	0.15	0.80	3.25	1.42	3.65	1.35
297	552.56	136.62	4344.97	3067.11	3719.78	10.62	16.48	5.11	0.37	38.03	0.69	12.63	5.54	43.83	2.43	769.89	5.00	136.97	396.64	0.18	0.69	3.23	1.37	3.57	1.38

Continúa en la siguiente página

Tabla 97

Datos de entrada del modelo MLP: parámetros morfométricos E1 a E25 de las 499 subcuencas (continuación)

N.°	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	E21	E22	E23	E24	E25
298	552.51	136.55	4344.90	3067.19	3719.93	10.71	16.58	5.12	0.42	37.99	0.63	12.57	5.59	43.78	2.60	769.94	4.98	137.01	396.62	0.21	0.66	3.24	1.41	3.57	1.38
299	455.95	111.04	5050.34	3685.58	4217.76	15.72	5.79	4.64	0.39	8.94	0.74	4.31	4.67	35.05	2.79	321.05	4.97	99.97	265.59	0.12	0.59	3.06	2.23	4.14	1.21
300	5.50	9.74	4375.22	3584.84	3961.67	28.60	1.15	3.63	0.66	1.07	1.69	3.59	0.51	1.55	8.22	56.91	0.98	1.03	1.70	0.23	0.28	0.10	0.01	−0.07	0.06
301	54.98	35.57	4703.25	2879.63	3622.67	18.61	4.72	4.18	0.51	6.96	0.72	5.00	1.44	11.14	10.50	702.49	2.96	12.97	29.07	0.12	0.59	2.97	1.48	3.49	1.31
302	9.18	14.07	4294.71	3876.97	4080.58	9.70	2.01	4.08	0.63	0.96	1.06	2.82	1.09	3.09	6.75	94.02	1.01	0.96	3.28	0.12	0.27	−0.08	0.01	−0.01	−0.00
303	23.29	21.52	4111.82	2589.22	3417.74	21.41	2.64	3.96	0.57	6.01	1.10	5.09	0.84	4.57	19.68	1771.03	2.11	5.91	8.79	0.22	0.38	5.05	1.84	5.68	1.52
304	552.61	136.62	4344.88	3067.22	3719.80	10.67	16.44	5.10	0.20	38.05	0.60	12.58	5.57	43.76	2.48	769.95	5.11	136.97	396.72	0.12	0.72	3.32	1.41	3.57	1.36
305	23.23	21.51	4111.85	2589.23	3417.80	21.45	2.73	4.09	0.69	5.88	1.26	5.00	0.82	4.68	19.67	1771.13	1.99	6.00	8.80	0.23	0.35	5.05	1.87	5.77	1.48
306	49.16	38.51	5076.95	3229.74	4315.98	23.61	6.81	4.83	0.38	10.00	0.57	3.60	1.44	13.49	9.94	170.38	2.08	11.98	24.51	0.15	0.52	10.96	13.26	19.05	1.86
307	9.41	16.74	4541.75	4147.97	4333.44	9.92	2.68	4.78	0.52	3.06	0.82	2.13	1.11	4.39	3.90	129.59	1.95	3.99	5.69	0.29	0.61	2.99	1.74	3.56	1.58
308	38.29	34.13	4142.20	3451.45	3723.36	8.84	4.97	4.90	0.39	8.04	0.68	3.61	1.81	10.65	3.15	91.63	3.01	17.13	26.31	0.23	0.70	3.49	2.53	4.28	1.22
309	38.26	34.08	4142.13	3451.62	3723.45	8.74	4.86	4.81	0.44	7.92	0.61	3.61	1.93	10.71	3.04	91.52	3.07	17.03	26.21	0.24	0.71	3.43	2.44	4.15	1.31
310	9.33	16.69	4541.73	4148.08	4333.46	9.93	2.68	4.81	0.38	3.02	0.77	2.08	1.18	4.37	3.79	129.45	1.97	4.09	5.60	0.26	0.56	3.01	1.80	3.57	1.42
311	10.67	16.90	4034.60	2810.51	3405.17	18.84	2.60	4.56	0.51	1.96	0.98	2.90	0.60	3.82	16.79	290.41	1.93	3.05	3.91	0.25	0.40	1.92	6.83	5.63	0.85
312	47.09	36.84	4391.42	2714.10	3888.98	21.95	5.52	4.78	0.40	6.97	0.55	3.54	1.41	13.12	11.13	482.06	2.97	11.06	27.93	0.15	0.52	2.93	0.99	3.24	1.57
313	121.22	69.21	4508.93	3323.96	4052.87	9.33	11.13	5.56	0.33	15.02	0.50	4.52	3.07	26.86	3.89	468.54	4.07	31.05	74.54	0.24	0.57	2.87	1.91	3.17	1.10
314	23.35	21.55	4111.80	2589.20	3417.75	21.52	2.62	3.94	0.65	5.97	1.22	5.06	0.77	4.58	19.77	1771.14	1.95	5.99	8.91	0.15	0.42	4.96	1.86	5.74	1.63
315	5.47	9.70	4375.17	3584.88	3961.64	28.58	1.04	3.67	0.78	1.05	1.67	3.52	0.48	1.49	8.14	57.00	0.96	1.00	1.56	0.14	0.26	0.03	0.04	−0.05	−0.09
316	133.99	72.22	4492.31	2405.62	3766.70	22.82	9.22	5.52	0.30	23.98	0.54	5.13	2.31	25.99	7.78	231.17	2.94	27.01	70.64	0.21	0.57	4.91	2.79	5.81	1.78
317	47.19	36.88	4391.53	2714.17	3888.95	22.02	5.66	4.71	0.43	7.04	0.61	3.66	1.49	13.15	11.19	481.99	3.07	10.91	27.90	0.11	0.59	2.76	1.11	3.33	1.38
318	485.79	127.42	4615.32	2872.33	3896.69	14.37	15.68	5.13	0.39	34.92	0.53	12.74	4.39	38.20	3.80	237.68	5.14	117.00	305.75	0.14	0.60	3.14	1.59	3.33	1.46
319	10.94	16.13	4928.08	4502.92	4709.85	13.61	2.86	4.15	0.46	1.96	0.80	2.37	1.29	4.73	3.74	126.33	2.07	3.07	7.85	0.07	0.64	2.00	0.43	2.15	1.57
320	15.76	24.25	4326.32	3632.10	3976.48	9.45	3.51	5.44	0.37	2.02	0.50	2.24	1.24	7.20	7.95	197.20	1.95	3.04	8.86	0.13	0.57	2.02	0.00	1.92	1.10
321	15.83	24.29	4326.31	3632.17	3976.43	9.44	3.47	5.41	0.31	2.03	0.62	2.14	1.34	7.18	7.77	197.22	2.07	3.08	8.86	0.13	0.62	2.02	0.08	2.00	1.18
322	9.18	14.10	4294.76	3877.01	4080.63	9.65	1.88	4.07	0.58	0.99	1.11	2.83	0.97	3.10	6.59	94.02	1.01	0.98	3.21	0.04	0.43	0.10	−0.01	−0.01	0.02
323	105.72	56.38	4748.28	3013.64	4203.50	15.21	7.57	4.86	0.45	7.09	0.61	5.59	2.13	19.07	8.06	216.20	3.03	21.95	59.41	0.09	0.62	4.08	2.31	5.18	1.06
324	105.70	56.44	4748.28	3013.65	4203.63	15.23	7.52	4.86	0.38	7.07	0.64	5.54	2.18	19.08	7.94	216.21	2.97	22.00	59.52	−0.01	0.59	4.00	2.28	5.17	1.08

Continúa en la siguiente página

Tabla 97

Datos de entrada del modelo MLP: parámetros morfométricos E1 a E25 de las 499 subcuencas (continuación)

N.°	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	E21	E22	E23	E24	E25
325	456.03	111.09	5050.41	3685.58	4217.76	15.61	5.72	4.62	0.51	8.91	0.85	4.27	4.73	35.04	2.84	320.95	5.00	100.01	265.56	0.21	0.47	3.05	2.30	4.08	1.24
326	28.94	26.80	4461.61	2826.71	3824.35	20.17	4.07	4.41	0.39	4.94	0.75	3.22	1.05	8.98	15.79	601.98	3.03	8.99	18.72	0.16	0.63	2.46	0.37	3.37	1.37
327	9.19	14.09	4294.69	3877.12	4080.56	9.70	1.80	4.22	0.59	1.07	1.08	2.88	1.09	3.18	6.63	94.00	1.04	0.93	3.25	0.14	0.39	0.04	−0.06	−0.02	−0.06
328	38.30	34.14	4142.17	3451.55	3723.42	8.73	4.88	4.80	0.40	7.95	0.60	3.61	1.92	10.75	3.10	91.56	2.99	16.99	26.18	0.25	0.76	3.44	2.36	4.28	1.25
329	455.91	111.12	5050.40	3685.52	4217.70	15.74	5.69	4.70	0.41	8.90	0.80	4.39	4.63	34.99	2.85	320.98	5.03	100.03	265.50	0.18	0.61	3.03	2.22	4.23	1.23
330	54.97	35.70	4703.39	2879.43	3622.60	18.64	4.69	4.31	0.56	6.94	0.80	4.94	1.36	11.14	10.42	702.39	2.96	12.89	29.02	0.16	0.49	3.07	1.40	3.54	1.28
331	23.18	21.47	4111.86	2589.34	3417.86	21.49	2.72	4.00	0.61	5.98	1.22	5.14	0.83	4.55	19.73	1770.98	2.01	6.05	8.90	0.10	0.43	4.99	1.84	5.74	1.50
332	121.34	69.27	4508.93	3323.93	4052.90	9.31	11.16	5.55	0.40	15.00	0.45	4.45	3.03	26.78	4.00	468.49	3.98	31.01	74.54	0.20	0.60	2.82	1.99	3.18	1.17
333	485.82	127.43	4615.20	2872.28	3896.53	14.37	15.77	5.07	0.30	34.95	0.61	12.73	4.32	38.17	3.76	237.73	4.96	116.97	305.75	0.16	0.65	3.02	1.55	3.34	1.39
334	9.29	16.69	4541.80	4148.02	4333.36	9.88	2.60	4.86	0.40	3.03	0.84	2.18	1.23	4.38	3.88	129.53	1.99	3.92	5.67	0.24	0.69	3.07	1.70	3.67	1.48
335	9.17	14.12	4294.62	3877.06	4080.53	9.61	1.93	4.05	0.53	1.09	1.13	2.75	1.16	3.23	6.71	94.01	0.97	1.05	3.21	0.10	0.39	0.06	0.08	−0.04	−0.05
336	485.78	127.34	4615.18	2872.39	3896.61	14.36	15.71	5.22	0.38	34.94	0.70	12.71	4.26	38.18	3.72	237.75	5.12	116.95	305.79	0.22	0.60	3.12	1.55	3.35	1.43
337	26.16	25.35	4402.81	3135.89	3851.21	19.23	3.24	4.44	0.54	5.91	0.90	4.11	1.05	6.51	12.26	756.73	1.93	5.99	12.80	0.14	0.39	4.99	2.96	7.80	1.89
338	121.22	69.21	4508.95	3323.87	4052.89	9.27	11.12	5.62	0.38	14.94	0.43	4.52	3.02	26.84	3.86	468.51	3.98	31.11	74.49	0.22	0.64	2.80	2.09	3.18	1.21
339	10.88	16.03	4928.10	4503.01	4709.98	13.67	2.90	4.26	0.55	2.07	0.76	2.32	1.17	4.57	3.83	126.30	1.96	2.93	7.83	0.14	0.70	2.06	0.34	2.18	1.65
340	10.91	16.15	4928.05	4503.03	4709.83	13.63	2.81	4.31	0.54	1.97	0.84	2.35	1.20	4.53	3.82	126.42	1.98	2.95	7.96	0.14	0.68	2.02	0.33	2.17	1.61
341	23.19	21.54	4111.78	2589.21	3417.81	21.38	2.68	3.96	0.60	5.98	1.18	5.01	0.82	4.54	19.72	1771.03	2.01	6.10	8.89	0.17	0.37	4.97	1.85	5.79	1.49
342	24.20	24.13	3872.04	2418.34	3151.73	21.81	5.36	4.65	0.44	8.46	0.84	4.29	1.02	6.37	13.12	327.42	1.97	4.94	9.68	0.22	0.57	3.09	2.21	4.30	1.13
343	23.17	21.51	4111.85	2589.31	3417.82	21.41	2.69	3.98	0.64	6.01	1.23	5.00	0.79	4.66	19.72	1771.02	2.07	6.07	8.90	0.22	0.42	4.95	1.78	5.74	1.52
344	6.35	11.88	4081.01	3136.59	3567.23	17.77	2.04	4.13	0.54	0.98	1.66	3.79	0.53	1.64	11.98	71.05	1.04	1.00	1.71	0.16	0.27	0.05	−0.08	0.08	0.03
345	455.94	111.04	5050.35	3685.46	4217.73	15.72	5.77	4.67	0.42	8.87	0.80	4.28	4.63	35.05	2.77	320.97	4.95	100.09	265.61	0.17	0.62	3.03	2.18	4.13	1.26
346	10.94	16.02	4928.04	4503.05	4709.87	13.68	2.75	4.34	0.59	2.00	0.77	2.44	1.20	4.52	3.79	126.35	1.99	3.04	7.90	0.12	0.79	1.91	0.36	2.20	1.62
347	485.81	127.44	4615.17	2872.31	3896.53	14.35	15.71	5.10	0.27	34.99	0.61	12.67	4.41	38.26	3.80	237.71	5.00	117.01	305.70	0.21	0.64	3.05	1.66	3.39	1.32
348	6.50	11.84	4080.95	3136.65	3567.07	17.74	2.07	4.24	0.60	0.97	1.60	3.64	0.54	1.74	11.99	70.94	1.05	1.00	1.67	0.12	0.24	−0.06	−0.03	0.05	−0.04
349	43.48	33.19	4326.40	2023.76	3236.46	28.83	4.67	4.45	0.60	8.05	0.77	4.93	0.99	8.81	19.89	608.88	2.98	12.00	21.90	0.09	0.47	3.05	1.68	3.55	1.67
350	37.39	31.58	4686.44	2776.54	3802.24	26.18	5.74	4.72	0.55	8.96	0.79	4.28	0.97	7.90	19.79	320.99	3.01	12.90	20.01	0.16	0.57	3.00	2.23	4.30	1.09
351	15.71	24.28	4326.34	3632.06	3976.41	9.42	3.45	5.48	0.39	1.92	0.61	2.23	1.21	7.19	7.73	197.27	1.96	2.98	8.82	0.15	0.63	2.03	0.04	2.00	1.20

Continúa en la siguiente página

Tabla 97

Datos de entrada del modelo MLP: parámetros morfométricos E1 a E25 de las 499 subcuencas (continuación)

N.°	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	E21	E22	E23	E24	E25
352	456.03	111.19	5050.36	3685.51	4217.75	15.71	5.70	4.67	0.47	8.88	0.84	4.32	4.67	35.04	2.77	320.95	5.04	100.02	265.67	0.15	0.52	3.11	2.19	4.17	1.24
353	43.51	33.12	4326.45	2023.72	3236.52	28.76	4.69	4.45	0.60	8.02	0.78	4.87	0.99	8.90	19.90	608.82	3.06	11.98	21.99	0.20	0.47	3.07	1.81	3.58	1.70
354	105.79	56.36	4748.32	3013.79	4203.62	15.24	7.60	4.80	0.44	6.97	0.62	5.61	2.06	19.05	8.00	216.20	2.91	21.96	59.45	0.13	0.57	3.91	2.35	5.22	1.01
355	5.48	9.76	4375.15	3584.88	3961.59	28.58	1.07	3.72	0.71	1.05	1.75	3.55	0.48	1.51	8.09	56.98	1.08	0.97	1.65	0.19	0.38	0.06	0.01	−0.08	−0.02
356	552.54	136.63	4344.91	3067.22	3719.78	10.59	16.43	5.15	0.43	37.98	0.63	12.71	5.57	43.75	2.51	769.87	5.01	137.02	396.63	0.20	0.72	3.30	1.47	3.51	1.43
357	49.27	38.43	5076.90	3229.65	4315.95	23.58	6.70	4.87	0.37	10.01	0.65	3.63	1.41	13.52	9.90	170.40	1.93	12.08	24.51	0.24	0.43	11.00	13.32	19.06	1.82
358	5.53	9.72	4375.15	3584.85	3961.62	28.55	1.16	3.67	0.73	1.03	1.70	3.57	0.49	1.56	8.08	57.01	0.95	1.01	1.51	0.09	0.36	−0.01	−0.00	0.02	0.02
359	552.54	136.62	4344.98	3067.17	3719.82	10.58	16.54	5.16	0.38	37.97	0.51	12.63	5.60	43.77	2.51	769.85	4.90	136.93	396.67	0.20	0.66	3.26	1.47	3.68	1.38
360	121.28	69.19	4508.91	3323.86	4052.93	9.36	11.25	5.51	0.38	14.96	0.49	4.57	3.11	26.81	3.91	468.50	4.02	31.05	74.58	0.13	0.67	2.75	1.93	3.21	1.21
361	552.47	136.63	4344.95	3067.31	3719.82	10.52	16.48	5.20	0.38	37.96	0.54	12.62	5.69	43.74	2.47	769.90	4.92	136.92	396.68	0.14	0.65	3.27	1.47	3.57	1.40
362	134.08	72.19	4492.32	2405.60	3766.70	22.94	9.24	5.53	0.38	24.01	0.51	5.12	2.33	25.96	7.76	231.21	3.00	27.08	70.71	0.17	0.54	4.85	2.80	5.87	1.78
363	23.24	21.53	4111.78	2589.21	3417.84	21.49	2.65	3.89	0.61	5.94	1.15	5.06	0.88	4.52	19.63	1771.12	1.97	6.01	8.80	0.16	0.39	4.97	1.89	5.83	1.55
364	9.29	16.71	4541.77	4148.09	4333.46	10.05	2.79	4.88	0.47	2.99	0.78	2.02	1.07	4.36	3.84	129.43	1.87	4.09	5.64	0.25	0.62	3.06	1.72	3.58	1.36
365	485.77	127.47	4615.17	2872.36	3896.55	14.34	15.75	5.07	0.39	34.97	0.67	12.71	4.39	38.16	3.72	237.65	4.97	116.98	305.72	0.19	0.60	3.11	1.59	3.34	1.50
366	9.20	14.15	4294.66	3876.95	4080.58	9.59	1.91	4.12	0.55	0.95	0.96	2.87	1.12	3.20	6.65	93.94	1.02	1.01	3.32	0.11	0.34	−0.00	0.07	0.00	0.02
367	49.19	38.44	5076.99	3229.74	4316.01	23.58	6.76	4.81	0.40	10.03	0.53	3.54	1.37	13.48	9.94	170.37	1.97	12.01	24.53	0.25	0.59	10.92	13.24	19.01	1.86
368	105.67	56.35	4748.29	3013.66	4203.61	15.24	7.58	4.84	0.43	7.07	0.64	5.44	2.06	19.09	8.05	216.22	2.96	21.94	59.50	0.04	0.54	4.02	2.38	5.20	1.04
369	47.19	36.93	4391.56	2714.18	3888.88	21.97	5.65	4.81	0.44	6.95	0.59	3.61	1.43	13.10	11.11	482.00	2.97	11.05	27.92	0.11	0.65	2.79	1.01	3.24	1.52
370	10.95	16.07	4928.14	4503.09	4709.89	13.57	2.81	4.25	0.42	1.98	0.89	2.47	1.26	4.59	3.78	126.46	2.05	3.01	7.88	0.09	0.75	2.05	0.36	2.14	1.60
371	5.57	9.77	4375.21	3584.83	3961.52	28.55	1.11	3.68	0.68	0.99	1.77	3.59	0.44	1.47	8.10	57.04	0.90	1.01	1.55	0.21	0.30	−0.07	−0.04	0.06	−0.02
372	26.18	25.41	4402.82	3135.90	3851.26	19.14	3.27	4.36	0.48	5.98	0.90	4.16	0.91	6.54	12.20	756.78	1.92	5.95	12.96	0.12	0.48	4.96	2.88	7.88	1.87
373	9.07	14.21	4294.72	3877.11	4080.66	9.69	1.90	4.18	0.55	0.92	1.08	2.79	1.04	3.26	6.63	93.96	0.93	1.01	3.27	0.07	0.38	0.00	−0.08	0.02	−0.02
374	37.25	31.64	4686.50	2776.53	3802.20	26.24	5.70	4.67	0.46	8.86	0.82	4.31	0.97	7.84	19.80	321.02	2.98	12.98	20.02	0.19	0.58	3.08	2.32	4.19	1.15
375	38.32	34.07	4142.10	3451.55	3723.44	8.85	4.82	4.84	0.39	8.04	0.68	3.56	1.89	10.61	3.04	91.61	3.09	17.00	26.18	0.27	0.59	3.51	2.47	4.19	1.24
376	105.84	56.36	4748.28	3013.74	4203.54	15.16	7.57	4.88	0.46	7.05	0.59	5.54	2.05	19.11	8.04	216.24	3.07	22.08	59.39	0.06	0.62	4.05	2.35	5.23	1.05
377	5.42	9.81	4375.19	3584.87	3961.69	28.66	1.12	3.69	0.74	1.02	1.65	3.61	0.54	1.54	8.06	56.94	0.94	0.96	1.59	0.22	0.35	0.03	−0.05	−0.10	0.02
378	133.95	72.09	4492.45	2405.49	3766.62	22.82	9.28	5.59	0.34	24.07	0.43	5.11	2.32	25.99	7.67	231.20	2.98	27.03	70.57	0.13	0.43	4.88	2.88	5.93	1.83

Continúa en la siguiente página

Tabla 97

Datos de entrada del modelo MLP: parámetros morfométricos E1 a E25 de las 499 subcuencas (continuación)

N.°	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	E21	E22	E23	E24	E25
379	23.35	21.43	4111.77	2589.20	3417.79	21.43	2.69	4.03	0.60	5.95	1.24	5.06	0.83	4.64	19.80	1771.12	1.98	5.99	8.87	0.15	0.41	5.04	1.86	5.73	1.63
380	29.06	26.77	4461.50	2826.71	3824.34	20.09	4.11	4.36	0.52	5.00	0.67	3.26	1.12	9.02	15.86	601.90	3.05	8.95	18.64	0.23	0.62	2.42	0.31	3.28	1.40
381	6.42	11.92	4080.96	3136.52	3567.09	17.67	2.02	4.16	0.61	1.02	1.71	3.65	0.44	1.69	11.96	71.07	0.95	1.00	1.75	0.04	0.24	0.10	−0.04	−0.01	0.04
382	38.36	34.09	4142.04	3451.51	3723.41	8.78	4.93	4.83	0.44	8.05	0.65	3.54	1.89	10.77	3.06	91.62	2.95	17.02	26.30	0.30	0.62	3.52	2.49	4.18	1.26
383	54.98	35.62	4703.34	2879.45	3622.56	18.54	4.74	4.26	0.60	6.96	0.71	4.97	1.41	11.16	10.44	702.39	3.05	12.96	29.06	0.10	0.50	2.98	1.50	3.49	1.36
384	9.30	16.71	4541.83	4148.12	4333.45	9.93	2.65	4.85	0.38	3.04	0.77	2.14	1.15	4.40	3.93	129.47	1.91	3.91	5.69	0.29	0.65	3.00	1.68	3.55	1.42
385	23.21	21.50	4111.79	2589.19	3417.87	21.41	2.56	3.92	0.60	5.96	1.21	5.07	0.80	4.68	19.72	1770.98	1.97	5.98	8.89	0.27	0.34	4.91	1.89	5.68	1.68
386	485.80	127.37	4615.13	2872.36	3896.48	14.31	15.57	5.11	0.30	35.05	0.64	12.75	4.40	38.18	3.67	237.75	4.94	116.95	305.71	0.16	0.58	3.04	1.52	3.42	1.40
387	105.80	56.41	4748.35	3013.69	4203.54	15.25	7.62	4.91	0.42	6.98	0.61	5.50	2.01	18.93	7.99	216.15	2.96	21.97	59.55	0.14	0.56	3.93	2.24	5.23	1.07
388	10.95	16.01	4928.02	4503.08	4709.85	13.63	2.85	4.27	0.51	1.95	0.84	2.32	1.28	4.58	3.72	126.45	2.00	3.07	7.88	0.16	0.67	1.99	0.51	2.20	1.65
389	15.70	24.21	4326.23	3632.03	3976.45	9.36	3.46	5.38	0.39	2.04	0.69	2.22	1.32	7.10	7.85	197.36	2.01	3.02	8.86	0.10	0.55	2.11	0.07	2.00	1.20
390	10.63	16.92	4034.61	2810.55	3405.07	18.93	2.57	4.66	0.45	2.07	0.89	2.78	0.65	3.79	16.71	290.40	1.92	3.03	3.97	0.17	0.37	2.02	6.83	5.59	0.83
391	552.64	136.57	4344.87	3067.19	3719.73	10.60	16.47	5.14	0.37	38.01	0.65	12.62	5.59	43.76	2.59	770.01	5.00	137.13	396.72	0.18	0.61	3.27	1.41	3.65	1.39
392	552.56	136.49	4345.00	3067.26	3719.76	10.59	16.52	5.21	0.33	38.00	0.56	12.62	5.58	43.76	2.53	769.98	4.99	136.95	396.64	0.18	0.74	3.26	1.42	3.56	1.34
393	38.40	34.05	4142.13	3451.51	3723.30	8.77	4.93	4.86	0.42	8.01	0.69	3.62	1.98	10.63	3.07	91.60	2.99	17.12	26.30	0.21	0.61	3.45	2.40	4.31	1.24
394	552.49	136.63	4344.98	3067.24	3719.78	10.67	16.45	5.12	0.45	37.98	0.52	12.57	5.64	43.77	2.42	769.92	5.04	137.04	396.66	0.16	0.68	3.13	1.47	3.53	1.22
395	105.70	56.36	4748.35	3013.68	4203.56	15.25	7.57	4.87	0.43	6.97	0.70	5.47	2.13	19.02	7.99	216.20	2.96	21.95	59.48	0.21	0.55	3.94	2.33	5.23	1.07
396	9.16	14.12	4294.63	3877.01	4080.57	9.53	1.91	4.08	0.64	1.04	1.09	2.73	0.95	3.21	6.74	93.97	0.98	0.99	3.32	0.14	0.37	0.04	0.04	−0.02	0.03
397	10.58	16.86	4034.63	2810.55	3405.21	18.89	2.54	4.58	0.41	2.03	1.05	2.86	0.73	3.82	16.71	290.30	2.00	3.02	3.88	0.13	0.28	2.02	6.95	5.59	0.93
398	49.23	38.46	5076.93	3229.66	4315.98	23.58	6.75	4.88	0.40	10.02	0.59	3.62	1.47	13.43	10.01	170.42	1.94	12.02	24.48	0.11	0.51	10.95	13.13	18.99	1.94
399	55.03	35.48	4703.34	2879.49	3622.58	18.58	4.73	4.18	0.47	7.05	0.75	4.91	1.40	11.20	10.41	702.43	3.06	12.95	29.04	0.14	0.51	3.02	1.65	3.58	1.38
400	54.98	35.69	4703.32	2879.44	3622.57	18.57	4.63	4.18	0.47	6.96	0.76	4.93	1.32	11.14	10.42	702.42	3.03	13.04	29.10	0.12	0.51	2.93	1.53	3.52	1.32
401	55.06	35.56	4703.38	2879.48	3622.52	18.56	4.76	4.22	0.51	6.94	0.79	4.99	1.33	11.24	10.35	702.34	3.04	12.97	29.10	0.17	0.56	3.10	1.60	3.55	1.32
402	6.44	11.97	4080.95	3136.55	3567.01	17.78	2.04	4.15	0.52	0.99	1.63	3.71	0.58	1.66	12.02	70.97	1.04	0.90	1.77	0.09	0.30	−0.05	0.05	−0.05	0.01
403	121.20	69.28	4508.89	3323.89	4052.89	9.26	11.25	5.69	0.36	15.03	0.43	4.50	3.10	26.86	3.96	468.55	3.98	30.91	74.44	0.19	0.65	2.88	1.95	3.26	1.19
404	6.41	11.85	4081.03	3136.62	3567.07	17.74	2.00	4.07	0.50	0.99	1.69	3.83	0.54	1.74	11.99	71.09	0.96	1.02	1.81	0.13	0.26	0.02	−0.01	−0.01	0.02
405	15.80	24.15	4326.24	3632.07	3976.47	9.42	3.50	5.45	0.26	1.96	0.63	2.20	1.35	7.33	7.83	197.30	2.07	2.94	8.84	0.08	0.51	1.93	0.05	2.04	1.22

Continúa en la siguiente página

Tabla 97

Datos de entrada del modelo MLP: parámetros morfométricos E1 a E25 de las 499 subcuencas (continuación)

N.°	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	E21	E22	E23	E24	E25
406	55.10	35.64	4703.25	2879.47	3622.62	18.68	4.85	4.21	0.52	7.04	0.77	4.89	1.42	11.13	10.47	702.38	2.92	12.99	29.09	0.09	0.52	2.95	1.64	3.60	1.32
407	10.67	16.86	4034.68	2810.54	3405.21	18.92	2.58	4.59	0.40	1.99	1.00	2.79	0.75	3.81	16.72	290.39	2.08	2.99	4.06	0.18	0.40	2.01	6.88	5.59	0.99
408	26.03	25.38	4402.88	3135.88	3851.27	19.06	3.20	4.47	0.49	6.10	0.90	4.05	1.04	6.45	12.16	756.72	1.96	6.05	12.92	0.22	0.53	5.04	2.81	7.81	1.88
409	105.68	56.36	4748.30	3013.57	4203.63	15.37	7.59	4.80	0.39	6.98	0.61	5.54	2.07	19.06	8.04	216.22	3.02	21.98	59.46	0.11	0.48	4.08	2.26	5.25	1.12
410	121.19	69.20	4508.90	3323.87	4052.89	9.35	11.23	5.54	0.22	14.93	0.47	4.46	3.06	26.83	3.89	468.55	3.92	30.97	74.52	0.23	0.65	2.83	1.92	3.22	1.17
411	485.74	127.34	4615.25	2872.42	3896.50	14.37	15.76	5.11	0.42	34.96	0.66	12.73	4.31	38.19	3.75	237.73	5.01	116.98	305.76	0.23	0.52	3.01	1.53	3.29	1.46
412	26.10	25.39	4402.77	3135.89	3851.30	19.26	3.24	4.36	0.46	5.98	0.84	4.05	1.05	6.48	12.20	756.78	2.03	5.99	12.90	0.11	0.53	5.08	2.90	7.84	1.85
413	50.55	45.86	5271.88	4503.83	4756.40	11.89	3.59	5.67	0.34	6.97	0.56	4.02	2.26	12.76	2.57	242.86	2.97	9.97	29.38	0.03	0.60	2.60	0.87	0.85	3.36
414	9.39	16.59	4541.75	4148.03	4333.35	9.94	2.64	4.76	0.42	3.02	0.74	2.25	1.16	4.47	3.88	129.61	1.99	4.08	5.65	0.24	0.53	2.97	1.74	3.55	1.47
415	9.31	16.70	4541.76	4148.04	4333.42	9.95	2.74	4.86	0.36	3.00	0.81	2.11	1.23	4.43	3.83	129.50	1.99	3.92	5.72	0.21	0.57	2.92	1.70	3.65	1.34
416	552.45	136.57	4344.98	3067.19	3719.85	10.59	16.53	5.10	0.34	37.95	0.56	12.65	5.59	43.72	2.40	769.96	4.95	137.08	396.64	0.18	0.74	3.21	1.57	3.54	1.36
417	26.12	25.40	4402.84	3135.77	3851.20	19.19	3.18	4.45	0.54	6.02	0.90	4.06	1.07	6.38	12.24	756.70	2.05	5.90	12.92	0.20	0.52	4.93	2.92	7.93	1.92
418	24.27	24.07	3872.01	2418.32	3151.75	21.76	5.34	4.60	0.56	8.48	0.85	4.23	1.01	6.44	13.15	327.44	1.99	5.01	9.79	0.21	0.59	3.20	2.26	4.19	1.16
419	9.18	14.18	4294.71	3877.06	4080.55	9.63	1.94	4.13	0.58	1.00	1.07	2.76	1.02	3.20	6.65	93.96	1.11	0.97	3.26	0.16	0.37	0.04	−0.03	0.04	−0.04
420	10.94	16.03	4928.06	4503.04	4709.75	13.66	2.80	4.35	0.55	2.05	0.82	2.41	1.16	4.59	3.70	126.34	2.03	3.06	7.86	0.24	0.75	2.02	0.27	2.14	1.61
421	47.09	36.91	4391.59	2714.19	3888.92	21.88	5.61	4.77	0.50	7.07	0.60	3.64	1.43	13.11	11.19	481.96	3.05	10.99	27.86	0.02	0.55	2.89	1.01	3.22	1.53
422	38.36	34.18	4142.13	3451.48	3723.28	8.79	4.91	4.91	0.45	7.95	0.70	3.65	1.95	10.68	3.07	91.63	3.12	17.01	26.15	0.25	0.69	3.40	2.42	4.14	1.24
423	43.50	33.15	4326.39	2023.66	3236.44	28.73	4.60	4.43	0.52	7.98	0.94	4.89	0.96	8.84	19.92	608.78	3.02	12.08	21.99	0.21	0.45	2.97	1.78	3.48	1.74
424	23.26	21.54	4111.87	2589.24	3417.80	21.37	2.71	3.97	0.61	5.98	1.26	5.05	0.78	4.58	19.73	1771.06	2.03	5.96	8.87	0.25	0.39	5.05	1.81	5.68	1.45
425	37.41	31.60	4686.44	2776.52	3802.19	26.16	5.72	4.68	0.44	8.89	0.88	4.15	1.02	7.92	19.80	321.02	2.97	13.00	19.91	0.15	0.50	3.14	2.26	4.13	1.29
426	38.30	34.11	4142.08	3451.49	3723.32	8.84	4.96	4.83	0.34	8.00	0.65	3.56	1.98	10.68	3.03	91.57	3.05	17.01	26.14	0.23	0.69	3.56	2.57	4.32	1.26
427	121.19	69.25	4508.99	3323.93	4052.86	9.24	11.27	5.55	0.31	15.01	0.50	4.57	3.07	26.75	3.94	468.55	3.98	30.93	74.51	0.12	0.69	2.82	2.03	3.19	1.15
428	50.63	45.91	5271.99	4503.95	4756.39	11.94	3.61	5.70	0.40	6.96	0.57	4.02	2.19	12.63	2.58	242.83	2.99	9.96	29.30	0.11	0.63	2.61	0.89	0.89	3.36
429	37.41	31.55	4686.36	2776.59	3802.22	26.07	5.76	4.64	0.31	8.87	0.78	4.28	1.10	7.93	19.85	320.96	2.94	13.00	19.91	0.16	0.55	3.03	2.19	4.22	1.23
430	121.19	69.20	4509.00	3323.87	4052.96	9.19	11.20	5.56	0.35	14.96	0.47	4.50	3.07	26.87	3.87	468.54	3.99	30.99	74.48	0.10	0.62	2.82	1.90	3.25	1.21
431	134.03	72.23	4492.40	2405.59	3766.59	22.91	9.18	5.45	0.34	24.07	0.56	5.10	2.38	25.98	7.75	231.28	3.11	26.93	70.62	0.17	0.49	4.85	2.78	5.89	1.89
432	49.23	38.45	5076.89	3229.80	4315.98	23.62	6.62	4.92	0.45	9.94	0.54	3.67	1.43	13.42	9.93	170.35	2.02	12.00	24.52	0.20	0.51	11.01	13.27	18.91	1.85

Continúa en la siguiente página

Tabla 97

Datos de entrada del modelo MLP: parámetros morfométricos E1 a E25 de las 499 subcuencas (continuación)

N.°	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	E21	E22	E23	E24	E25
433	23.24	21.47	4111.80	2589.24	3417.84	21.42	2.61	3.94	0.63	5.98	1.12	5.15	0.87	4.50	19.71	1771.04	2.04	5.92	8.87	0.26	0.37	5.03	1.88	5.74	1.50
434	9.33	16.55	4541.73	4148.06	4333.41	9.89	2.72	4.82	0.42	2.93	0.77	2.12	1.25	4.44	3.87	129.48	1.94	4.04	5.71	0.27	0.57	3.03	1.73	3.55	1.44
435	43.53	33.07	4326.27	2023.73	3236.44	28.82	4.69	4.45	0.43	8.05	0.85	4.88	1.04	8.88	19.80	608.93	2.98	11.98	21.97	0.17	0.44	3.01	1.77	3.58	1.80
436	43.58	33.17	4326.47	2023.73	3236.52	28.81	4.69	4.36	0.59	8.06	0.76	4.88	0.99	8.92	19.90	608.87	2.95	12.00	21.99	0.10	0.45	2.97	1.77	3.52	1.75
437	47.01	36.96	4391.49	2714.23	3889.00	22.00	5.56	4.69	0.42	7.04	0.63	3.57	1.38	13.06	11.12	482.05	2.91	11.01	27.93	0.07	0.64	2.85	1.03	3.28	1.51
438	26.02	25.42	4402.83	3135.95	3851.29	19.17	3.18	4.39	0.46	5.96	0.89	3.99	1.08	6.49	12.30	756.68	1.95	5.95	12.86	0.10	0.52	4.98	2.98	7.87	1.93
439	23.23	21.52	4111.93	2589.24	3417.70	21.49	2.57	3.98	0.58	6.07	1.12	5.07	0.82	4.64	19.83	1771.06	1.86	6.05	8.92	0.21	0.32	5.02	1.83	5.72	1.50
440	43.58	33.15	4326.42	2023.73	3236.43	28.75	4.66	4.45	0.42	7.97	0.80	4.87	1.00	8.88	19.87	608.76	2.98	12.01	22.01	0.18	0.53	2.97	1.74	3.54	1.69
441	10.92	15.97	4927.97	4503.10	4709.88	13.63	2.83	4.33	0.60	2.02	0.77	2.34	1.26	4.66	3.68	126.36	2.00	3.05	7.84	0.16	0.67	1.96	0.37	2.12	1.54
442	105.73	56.37	4748.39	3013.62	4203.54	15.25	7.67	4.88	0.38	7.06	0.53	5.62	2.13	19.06	8.08	216.23	2.95	21.99	59.54	0.09	0.58	3.93	2.28	5.15	1.08
443	43.51	33.14	4326.47	2023.67	3236.45	28.77	4.70	4.41	0.57	7.97	0.85	4.88	1.06	8.90	19.89	608.84	3.07	12.05	21.95	0.19	0.49	2.97	1.75	3.49	1.71
444	26.11	25.35	4402.84	3135.84	3851.31	19.28	3.23	4.36	0.41	6.00	0.92	3.96	1.05	6.41	12.25	756.75	2.01	6.03	12.83	0.21	0.45	5.06	2.92	7.82	1.81
445	10.96	16.08	4928.07	4503.10	4709.95	13.63	2.85	4.29	0.61	2.01	0.88	2.44	1.29	4.56	3.79	126.44	2.13	3.04	7.87	0.23	0.71	1.95	0.36	2.09	1.67
446	15.77	24.15	4326.25	3632.14	3976.30	9.37	3.44	5.38	0.39	1.95	0.65	2.24	1.30	7.18	7.84	197.23	1.96	2.95	8.84	0.21	0.57	1.95	0.09	2.07	1.17
447	37.31	31.56	4686.45	2776.51	3802.23	26.18	5.75	4.70	0.51	8.89	0.72	4.39	1.04	7.93	19.91	321.01	2.95	13.08	19.97	0.12	0.50	3.13	2.14	4.23	1.15
448	121.20	69.28	4508.99	3323.90	4052.90	9.31	11.12	5.59	0.31	15.11	0.47	4.45	3.02	26.79	3.91	468.47	4.01	31.01	74.46	0.15	0.62	2.82	1.92	3.17	1.09
449	49.14	38.31	5076.92	3229.76	4315.98	23.50	6.80	4.83	0.36	9.99	0.50	3.59	1.48	13.47	10.01	170.45	2.00	11.98	24.39	0.19	0.49	11.17	13.23	18.93	1.90
450	485.82	127.40	4615.17	2872.23	3896.50	14.32	15.60	5.19	0.37	34.93	0.67	12.77	4.26	38.09	3.81	237.73	5.05	117.01	305.75	0.15	0.73	2.98	1.60	3.34	1.32
451	47.14	36.88	4391.48	2714.24	3889.10	22.02	5.51	4.79	0.46	6.95	0.62	3.64	1.44	13.11	11.18	482.02	3.08	11.01	27.91	0.09	0.60	2.83	1.05	3.26	1.59
452	50.65	45.91	5271.83	4503.96	4756.37	11.91	3.52	5.67	0.23	7.03	0.57	4.05	2.15	12.68	2.48	242.78	3.06	9.93	29.41	0.13	0.59	2.61	0.83	0.74	3.35
453	49.20	38.42	5076.93	3229.80	4315.99	23.61	6.69	4.86	0.47	10.02	0.68	3.63	1.38	13.57	9.93	170.39	2.08	12.02	24.37	0.22	0.51	11.04	13.21	18.94	1.81
454	55.12	35.55	4703.39	2879.53	3622.59	18.54	4.81	4.28	0.37	6.99	0.75	4.94	1.30	11.10	10.43	702.46	3.00	13.08	29.08	0.11	0.53	3.04	1.50	3.43	1.22
455	50.53	45.91	5271.92	4503.90	4756.37	11.88	3.53	5.75	0.31	7.04	0.59	3.97	2.23	12.62	2.52	242.81	2.98	9.97	29.30	0.08	0.58	2.64	0.73	0.88	3.43
456	23.21	21.48	4111.80	2589.26	3417.75	21.46	2.68	3.95	0.68	6.00	1.13	5.17	0.86	4.58	19.69	1771.10	2.06	5.98	8.87	0.11	0.40	5.04	1.86	5.79	1.51
457	456.08	111.12	5050.46	3685.55	4217.78	15.72	5.77	4.73	0.44	8.92	0.76	4.28	4.69	34.98	2.86	321.00	5.05	99.93	265.60	0.19	0.51	3.09	2.27	4.20	1.13
458	134.03	72.19	4492.32	2405.57	3766.66	22.84	9.28	5.54	0.32	24.01	0.46	5.14	2.37	26.05	7.77	231.22	2.93	27.01	70.65	0.23	0.60	4.98	2.71	5.96	1.87
459	10.58	16.92	4034.67	2810.49	3405.18	18.87	2.56	4.55	0.38	2.00	1.00	2.84	0.66	3.73	16.78	290.43	2.02	3.02	4.01	0.18	0.39	1.99	6.88	5.65	0.84

Continúa en la siguiente página

Tabla 97

Datos de entrada del modelo MLP: parámetros morfométricos E1 a E25 de las 499 subcuencas (continuación)

N.°	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	E21	E22	E23	E24	E25
460	10.91	15.97	4928.03	4503.04	4709.82	13.68	2.86	4.31	0.49	1.93	0.75	2.45	1.24	4.60	3.82	126.40	2.02	3.00	7.88	0.15	0.73	2.04	0.36	2.21	1.58
461	38.31	34.03	4142.22	3451.55	3723.39	8.79	5.04	4.90	0.34	7.99	0.65	3.58	1.94	10.66	3.06	91.55	3.02	17.04	26.28	0.23	0.60	3.42	2.48	4.27	1.18
462	133.95	72.21	4492.35	2405.53	3766.61	22.82	9.24	5.52	0.35	24.00	0.46	5.20	2.30	25.91	7.73	231.24	2.91	26.94	70.67	0.20	0.57	4.97	2.80	5.98	1.83
463	28.97	26.86	4461.65	2826.90	3824.39	20.12	4.08	4.35	0.50	4.91	0.66	3.17	1.11	9.00	15.78	601.99	2.95	9.01	18.74	0.18	0.61	2.49	0.32	3.38	1.38
464	121.29	69.24	4508.96	3323.86	4052.87	9.25	11.24	5.54	0.39	14.99	0.48	4.41	3.01	26.84	3.90	468.47	4.12	30.88	74.51	0.18	0.56	2.76	1.91	3.21	1.15
465	43.54	33.08	4326.44	2023.65	3236.46	28.80	4.63	4.43	0.44	8.00	0.84	4.95	1.00	8.73	19.99	608.80	3.03	12.01	22.10	0.21	0.45	2.92	1.73	3.54	1.75
466	23.11	21.56	4111.80	2589.17	3417.69	21.54	2.62	3.91	0.63	5.93	1.15	5.08	0.75	4.57	19.69	1771.08	1.96	6.05	8.86	0.23	0.30	4.94	1.92	5.74	1.56
467	26.20	25.30	4402.93	3135.84	3851.27	19.30	3.28	4.30	0.54	6.07	0.84	3.98	0.99	6.39	12.24	756.78	1.91	5.91	12.85	0.17	0.49	4.96	2.84	7.76	1.83
468	49.18	38.46	5076.91	3229.73	4315.94	23.60	6.69	4.92	0.34	10.02	0.53	3.65	1.41	13.46	9.96	170.37	2.02	11.96	24.52	0.22	0.61	11.00	13.26	18.98	1.80
469	9.36	16.57	4541.69	4148.07	4333.39	10.04	2.66	4.86	0.43	3.00	0.83	2.14	1.15	4.39	3.81	129.56	2.05	3.99	5.70	0.31	0.63	2.93	1.76	3.62	1.53
470	38.37	34.12	4142.07	3451.51	3723.39	8.68	4.91	4.84	0.34	8.00	0.61	3.67	1.95	10.78	3.06	91.58	2.99	17.02	26.27	0.12	0.77	3.50	2.43	4.18	1.28
471	37.26	31.62	4686.44	2776.46	3802.21	26.15	5.65	4.63	0.46	8.94	0.85	4.34	1.04	7.92	19.85	320.98	3.06	12.99	19.95	0.28	0.59	3.15	2.13	4.21	1.20
472	43.51	33.18	4326.41	2023.72	3236.49	28.72	4.66	4.49	0.49	8.00	0.89	4.95	1.02	8.90	19.81	608.88	3.01	11.95	22.00	0.27	0.53	2.99	1.68	3.55	1.75
473	37.32	31.73	4686.39	2776.52	3802.24	26.17	5.75	4.72	0.44	8.96	0.81	4.24	0.95	7.89	19.80	321.06	3.04	13.01	20.07	0.13	0.54	3.14	2.21	4.26	1.26
474	26.07	25.32	4402.86	3135.89	3851.20	19.22	3.17	4.41	0.52	6.06	0.90	4.08	1.03	6.51	12.15	756.67	1.87	6.00	12.81	0.12	0.38	4.89	2.88	7.80	1.81
475	50.59	45.80	5271.81	4503.89	4756.32	11.86	3.61	5.73	0.31	6.94	0.61	3.95	2.17	12.62	2.56	242.80	3.04	9.98	29.40	−0.02	0.59	2.68	0.74	0.81	3.50
476	121.24	69.27	4508.91	3323.87	4052.91	9.36	11.12	5.61	0.32	15.05	0.53	4.53	3.05	26.82	3.85	468.51	4.08	31.01	74.56	0.17	0.63	2.80	1.93	3.19	1.19
477	9.16	14.07	4294.71	3876.97	4080.63	9.68	1.90	4.16	0.58	0.99	1.08	2.77	0.99	3.21	6.66	94.00	1.04	0.97	3.19	0.15	0.34	0.01	−0.09	−0.04	0.01
478	456.08	111.11	5050.46	3685.51	4217.72	15.80	5.80	4.72	0.46	8.89	0.75	4.27	4.77	34.95	2.83	321.06	5.00	100.02	265.60	0.14	0.60	3.05	2.20	4.19	1.19
479	49.18	38.40	5077.05	3229.77	4316.00	23.66	6.74	4.85	0.40	10.00	0.58	3.74	1.45	13.43	9.95	170.38	1.97	11.96	24.40	0.26	0.47	10.95	13.15	19.02	1.94
480	37.35	31.63	4686.38	2776.50	3802.21	26.24	5.73	4.85	0.48	8.96	0.69	4.23	1.14	7.98	19.88	320.92	3.00	13.00	19.98	0.12	0.54	3.01	2.22	4.25	1.22
481	15.82	24.21	4326.33	3632.07	3976.39	9.38	3.48	5.35	0.38	2.14	0.63	2.27	1.24	7.24	7.82	197.28	2.07	3.10	8.82	0.14	0.51	2.03	0.02	1.99	1.24
482	23.24	21.60	4111.79	2589.18	3417.72	21.48	2.60	3.97	0.70	5.97	1.18	5.08	0.78	4.61	19.61	1770.94	1.97	6.05	8.89	0.14	0.33	4.99	1.84	5.78	1.50
483	9.36	16.68	4541.73	4147.99	4333.47	9.91	2.73	4.76	0.44	3.05	0.77	2.11	1.19	4.42	3.91	129.54	1.96	3.92	5.63	0.24	0.65	2.98	1.63	3.59	1.49
484	105.78	56.32	4748.24	3013.61	4203.69	15.24	7.60	4.86	0.41	7.06	0.63	5.54	2.14	18.98	8.04	216.21	3.01	21.96	59.40	0.10	0.43	3.96	2.20	5.19	1.06
485	485.76	127.37	4615.25	2872.35	3896.46	14.38	15.69	5.10	0.38	35.07	0.76	12.78	4.36	38.10	3.70	237.79	5.04	116.89	305.77	0.08	0.64	3.03	1.57	3.36	1.40
486	23.24	21.48	4111.93	2589.13	3417.89	21.38	2.62	4.00	0.66	6.03	1.24	5.05	0.87	4.61	19.71	1770.96	1.99	6.04	8.85	0.10	0.38	4.97	1.74	5.74	1.46

Continúa en la siguiente página

Tabla 97

Datos de entrada del modelo MLP: parámetros morfométricos E1 a E25 de las 499 subcuencas (continuación)

N.°	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	E21	E22	E23	E24	E25
487	6.36	11.81	4081.06	3136.64	3567.11	17.72	1.94	4.13	0.66	0.95	1.55	3.65	0.56	1.67	11.98	70.96	1.01	0.93	1.74	0.13	0.23	−0.05	−0.05	0.02	0.06
488	43.55	33.16	4326.38	2023.72	3236.47	28.82	4.74	4.38	0.57	7.98	0.80	4.85	1.04	8.79	19.92	608.76	2.97	12.02	22.02	0.19	0.56	3.03	1.79	3.59	1.66
489	6.42	11.84	4081.03	3136.54	3567.04	17.85	2.00	4.19	0.60	1.00	1.66	3.75	0.56	1.73	11.99	71.04	1.00	1.06	1.73	0.17	0.28	0.05	−0.02	−0.05	0.03
490	456.14	111.07	5050.43	3685.44	4217.71	15.70	5.67	4.75	0.56	8.93	0.88	4.41	4.68	34.96	2.83	321.01	5.01	100.01	265.63	0.18	0.54	3.09	2.18	4.23	1.19
491	456.09	111.10	5050.47	3685.53	4217.76	15.74	5.72	4.66	0.48	8.89	0.85	4.38	4.62	35.04	2.80	321.07	4.99	99.99	265.58	0.22	0.62	3.04	2.25	4.14	1.24
492	43.55	33.08	4326.37	2023.71	3236.44	28.80	4.70	4.45	0.49	8.06	0.84	4.88	1.01	8.78	20.00	608.86	3.01	11.95	21.99	0.15	0.48	2.97	1.83	3.55	1.70
493	47.06	36.79	4391.55	2714.13	3889.09	21.99	5.53	4.78	0.44	7.07	0.61	3.59	1.42	13.09	11.11	482.04	2.85	11.02	27.91	0.17	0.57	2.78	0.99	3.37	1.48
494	121.17	69.33	4508.94	3323.91	4052.91	9.41	11.16	5.50	0.39	14.95	0.41	4.45	3.02	26.79	3.89	468.46	4.01	31.06	74.49	0.17	0.66	2.92	1.98	3.26	1.13
495	9.10	14.23	4294.74	3877.04	4080.66	9.60	1.90	4.09	0.62	1.10	1.09	2.82	1.13	3.19	6.76	94.01	0.96	1.05	3.22	0.02	0.31	0.02	0.05	−0.04	0.00
496	43.62	33.06	4326.41	2023.68	3236.49	28.80	4.68	4.42	0.47	7.85	0.87	4.98	1.11	8.85	19.89	608.84	2.98	12.08	22.07	0.06	0.51	3.04	1.78	3.51	1.69
497	29.09	26.91	4461.61	2826.67	3824.32	20.12	4.12	4.44	0.43	5.00	0.67	3.22	1.13	8.97	15.84	601.90	3.06	9.00	18.60	0.16	0.68	2.49	0.22	3.43	1.30
498	552.54	136.62	4344.98	3067.14	3719.80	10.63	16.41	5.21	0.37	38.04	0.59	12.62	5.60	43.84	2.53	769.84	4.99	137.01	396.71	0.08	0.70	3.20	1.55	3.68	1.41
499	47.15	36.90	4391.53	2714.06	3889.07	21.89	5.50	4.78	0.56	6.97	0.61	3.63	1.38	13.14	11.16	482.06	2.98	11.10	27.91	0.16	0.65	2.84	0.98	3.20	1.48

Nota. Elaboración propia.

Tabla 98

Datos de salida del modelo MLP: precipitación máxima diaria anual (mm) de 1981 a 2016 de las 499 subcuencas

N.°	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1	12.79	8.43	5.54	22.92	9.24	9.39	5.96	13.20	23.37	12.63	14.14	7.21	12.07	21.42	12.76	15.09	11.64	13.67	14.43	17.80	16.09	11.52	15.35	12.02	9.58	18.01	15.49	11.34	18.38	8.56	12.26	17.98	10.59	10.93	13.16	14.43
2	19.07	24.08	22.70	20.61	33.60	20.36	25.55	21.41	22.85	23.51	19.62	30.65	23.13	25.66	16.27	22.13	20.31	20.60	21.23	21.65	17.24	19.63	21.68	20.55	22.48	19.54	22.48	18.11	27.75	20.96	24.81	24.42	23.18	24.91	17.18	25.20
3	28.07	31.61	33.80	45.02	23.32	23.56	37.25	45.66	38.92	30.20	29.96	23.97	31.73	35.81	19.65	37.47	32.38	26.24	27.13	24.57	25.98	26.27	20.87	20.16	26.18	38.38	25.88	25.56	48.70	46.30	39.36	32.56	33.11	31.57	23.03	18.48
4	34.71	38.70	23.38	32.14	17.49	24.32	19.72	35.91	25.54	21.07	17.55	19.93	22.23	25.16	13.95	21.52	21.02	19.47	20.85	26.53	15.96	19.15	20.05	18.26	21.89	19.66	22.28	16.37	20.78	15.80	23.87	28.78	14.67	20.32	31.69	22.46
5	17.41	21.59	19.47	41.80	23.95	23.86	25.25	37.55	34.21	26.51	30.24	22.71	18.77	17.52	23.53	23.98	51.51	28.52	30.77	11.58	12.23	26.44	20.33	25.70	34.41	23.60	20.78	17.80	30.37	20.02	20.93	30.74	22.07	20.75	19.69	26.06
6	58.25	53.91	31.88	35.11	33.00	55.72	37.27	43.16	38.88	34.64	27.35	35.27	37.62	41.04	30.15	33.25	32.43	41.59	22.52	26.84	29.25	26.72	33.67	32.98	27.64	27.21	20.89	20.69	52.02	49.78	29.33	39.50	44.69	38.74	51.01	27.86
7	10.04	17.72	11.90	14.68	10.46	9.66	11.10	13.89	14.36	12.22	12.52	11.63	16.16	11.07	8.96	11.93	12.90	12.97	14.68	8.24	7.28	10.27	10.22	9.98	11.23	8.06	11.51	10.06	16.77	15.15	11.65	14.06	11.81	10.26	10.30	10.82
8	17.75	15.98	20.01	19.36	10.86	11.63	15.30	27.40	19.53	14.38	19.39	13.14	20.89	19.46	11.85	14.08	15.76	13.76	23.83	17.74	13.68	12.86	16.40	14.73	19.07	16.63	20.43	15.18	17.90	21.27	22.13	24.13	16.55	14.63	14.38	13.32
9	24.45	20.64	11.02	35.46	15.57	26.19	9.64	25.11	48.26	23.29	22.39	18.19	22.64	31.97	16.23	27.80	20.57	23.80	19.65	29.02	19.56	16.90	21.68	23.84	21.98	18.15	27.15	17.90	25.75	16.28	24.61	25.87	18.61	16.74	16.86	14.04
10	12.95	14.31	11.35	11.03	9.26	9.54	9.40	12.87	12.18	17.14	12.05	11.29	10.36	9.98	9.23	13.28	11.43	10.31	14.77	14.55	14.47	10.71	10.83	8.96	9.57	10.70	12.44	12.72	10.46	9.84	11.48	13.90	12.68	10.42	11.20	13.38
11	14.23	22.52	17.91	15.52	11.61	14.19	13.00	18.57	17.97	20.83	14.48	13.63	12.51	15.14	11.40	17.66	15.18	11.85	17.18	15.85	13.95	13.45	12.62	12.75	12.18	14.97	14.63	13.64	12.93	12.82	16.11	19.07	12.96	13.13	13.47	13.45
12	31.97	35.60	23.66	36.70	21.96	35.73	25.16	34.68	81.72	24.85	29.96	25.14	31.65	27.09	29.86	23.16	24.19	23.73	22.30	33.33	22.16	20.88	24.08	27.19	19.60	26.87	28.92	18.36	17.53	23.47	37.23	26.91	17.84	20.57	23.25	16.47
13	27.08	36.23	24.23	30.87	20.30	31.38	23.88	31.51	32.92	16.16	20.74	24.10	25.64	22.97	16.96	36.84	23.37	23.58	17.09	26.03	23.41	19.27	21.65	23.78	16.23	24.09	19.13	22.19	22.68	19.12	23.99	23.85	19.30	22.23	18.58	24.05
14	29.40	34.28	36.36	51.44	34.51	30.94	37.88	44.41	41.17	34.28	37.10	36.33	43.26	38.42	25.10	34.65	82.56	36.87	36.45	21.29	20.14	23.44	26.17	38.18	40.52	40.35	33.84	28.95	56.70	40.80	32.16	35.59	48.20	35.39	26.32	33.34
15	10.79	9.35	11.76	13.74	9.60	15.83	16.44	17.62	14.25	15.71	13.38	10.66	15.09	16.60	12.08	10.63	14.70	14.95	12.82	14.09	12.72	10.24	11.79	12.33	14.26	12.73	18.12	10.12	11.69	11.60	13.71	14.61	12.81	14.32	14.11	10.83
16	32.68	39.11	22.45	33.94	29.38	32.44	27.27	43.98	40.13	27.80	21.36	24.47	20.61	23.86	19.45	24.43	23.57	30.21	24.05	30.21	21.49	23.65	26.02	18.27	33.67	24.21	30.52	21.61	25.78	14.63	29.73	30.93	23.39	20.48	44.57	30.13
17	32.55	38.33	30.43	29.61	24.72	40.52	33.17	35.96	80.61	28.94	32.58	30.77	25.78	21.73	28.77	26.49	35.46	25.17	22.80	28.12	20.21	21.44	24.20	21.07	27.02	26.71	32.62	18.23	21.65	22.17	31.14	28.48	16.54	17.69	21.81	13.85
18	16.18	15.90	9.88	16.45	8.41	14.89	17.47	14.12	14.02	16.18	18.48	10.95	13.62	10.10	7.23	8.83	12.97	11.90	16.08	9.73	5.88	11.17	10.81	9.65	12.47	11.45	19.80	11.95	10.80	15.12	15.13	14.60	10.21	15.60	10.55	10.67
19	22.72	26.65	27.67	33.77	22.58	35.35	17.64	26.83	25.07	24.83	24.34	18.09	27.74	36.34	18.09	23.80	25.05	32.74	33.57	30.49	23.93	27.04	36.05	21.32	23.21	27.12	29.55	24.48	23.85	32.73	25.64	29.65	25.98	26.71	23.63	19.64
20	15.69	18.56	20.34	39.71	17.67	19.58	22.43	31.67	32.43	19.11	24.54	20.16	17.36	17.78	19.20	18.24	46.22	23.92	19.90	13.14	11.64	20.21	19.18	20.25	27.25	20.00	21.49	18.78	38.35	21.13	20.18	29.40	24.27	19.77	19.47	17.89
21	25.00	37.40	37.44	49.72	26.60	34.00	42.28	41.42	52.44	46.85	38.35	30.57	36.70	39.27	28.41	41.89	32.86	34.01	50.29	34.90	28.25	25.53	25.96	26.66	61.90	30.75	28.04	30.03	46.16	43.41	30.98	42.68	31.83	40.41	30.31	21.45
22	19.38	20.07	28.17	25.12	18.98	17.47	23.75	30.68	37.31	31.90	21.44	22.32	25.86	28.35	14.49	17.03	17.82	17.99	24.37	12.80	14.05	17.10	17.17	18.54	22.52	20.83	18.50	19.09	34.74	25.90	23.66	30.59	20.73	19.92	17.91	18.26
23	23.72	26.41	21.88	29.76	19.68	24.39	22.58	29.44	34.01	23.77	22.82	20.96	23.25	24.40	17.89	22.92	26.54	22.63	23.03	21.30	17.71	18.81	20.31	19.87	23.40	21.82	22.48	18.33	26.90	23.04	23.64	26.29	21.46	21.16	21.48	18.91
24	25.56	27.23	22.62	30.07	20.16	25.07	23.34	30.17	34.49	24.28	23.21	21.59	23.75	24.53	18.13	23.27	27.22	23.04	23.43	21.45	17.78	19.14	20.53	20.23	24.03	21.99	22.79	18.64	27.28	23.70	24.16	26.66	21.95	21.62	21.85	19.12
25	27.41	27.37	22.62	30.50	19.55	25.28	23.24	30.57	35.02	24.32	23.37	21.18	23.78	24.48	18.21	23.32	27.53	23.15	23.53	21.44	17.81	19.12	20.48	20.21	24.10	22.10	22.81	18.67	27.26	23.82	24.13	26.77	21.89	21.47	22.07	18.84
26	12.79	8.43	5.54	22.92	9.24	9.39	5.96	13.20	23.37	12.63	14.14	7.21	12.07	21.42	12.76	15.09	11.64	13.67	14.43	17.80	16.09	11.52	15.35	12.02	9.58	18.01	15.49	11.34	18.38	8.56	12.26	17.98	10.59	10.93	13.16	14.43
27	19.07	24.08	22.70	20.61	33.60	20.36	25.55	21.41	22.85	23.51	19.62	30.65	23.13	25.66	16.27	22.13	20.31	20.60	21.23	21.65	17.24	19.63	21.68	20.55	22.48	19.54	22.48	18.11	27.75	20.96	24.81	24.42	23.18	24.91	17.18	25.20
28	28.07	31.61	33.80	45.02	23.32	23.56	37.25	45.66	38.92	30.20	29.96	23.97	31.73	35.81	19.65	37.47	32.38	26.24	27.13	24.57	25.98	26.27	20.87	20.16	26.18	38.38	25.88	25.56	48.70	46.30	39.36	32.56	33.11	31.57	23.03	18.48
29	34.71	38.70	23.38	32.14	17.49	24.32	19.72	35.91	25.54	21.07	17.55	19.93	22.23	25.16	13.95	21.52	21.02	19.47	20.85	26.53	15.96	19.15	20.05	18.26	21.89	19.66	22.28	16.37	20.78	15.80	23.87	28.78	14.67	20.32	31.69	22.46
30	17.41	21.59	19.47	41.80	23.95	23.86	25.25	37.55	34.21	26.51	30.24	22.71	18.77	17.52	23.53	23.98	51.51	28.52	30.77	11.58	12.23	26.44	20.33	25.70	34.41	23.60	20.78	17.80	30.37	20.02	20.93	30.74	22.07	20.75	19.69	26.06
31	58.25	53.91	31.88	35.11	33.00	55.72	37.27	43.16	38.88	34.64	27.35	35.27	37.62	41.04	30.15	33.25	32.43	41.59	22.52	26.84	29.25	26.72	33.67	32.98	27.64	27.21	20.89	20.69	52.02	49.78	29.33	39.50	44.69	38.74	51.01	27.86
32	10.04	17.72	11.90	14.68	10.46	9.66	11.10	13.89	14.36	12.22	12.52	11.63	16.16	11.07	8.96	11.93	12.90	12.97	14.68	8.24	7.28	10.27	10.22	9.98	11.23	8.06	11.51	10.06	16.77	15.15	11.65	14.06	11.81	10.26	10.30	10.82
33	17.75	15.98	20.01	19.36	10.86	11.63	15.30	27.40	19.53	14.38	19.39	13.14	20.89	19.46	11.85	14.08	15.76	13.76	23.83	17.74	13.68	12.86	16.40	14.73	19.07	16.63	20.43	15.18	17.90	21.27	22.13	24.13	16.55	14.63	14.38	13.32
34	24.45	20.64	11.02	35.46	15.57	26.19	9.64	25.11	48.26	23.29	22.39	18.19	22.64	31.97	16.23	27.80	20.57	23.80	19.65	29.02	19.56	16.90	21.68	23.84	21.98	18.15	27.15	17.90	25.75	16.28	24.61	25.87	18.61	16.74	16.86	14.04
35	12.95	14.31	11.35	11.03	9.26	9.54	9.40	12.87	12.18	17.14	12.05	11.29	10.36	9.98	9.23	13.28	11.43	10.31	14.77	14.55	14.47	10.71	10.83	8.96	9.57	10.70	12.44	12.72	10.46	9.84	11.48	13.90	12.68	10.42	11.20	13.38
36	14.23	22.52	17.91	15.52	11.61	14.19	13.00	18.57	17.97	20.83	14.48	13.63	12.51	15.14	11.40	17.66	15.18	11.85	17.18	15.85	13.95	13.45	12.62	12.75	12.18	14.97	14.63	13.64	12.93	12.82	16.11	19.07	12.96	13.13	13.47	13.45

Continúa en la siguiente página

Tabla 98

Datos de salida del modelo MLP: precipitación máxima diaria anual (mm) de 1981 a 2016 de las 499 subcuencas (continuación)

N.°	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
37	31.97	35.60	23.66	36.70	21.96	35.73	25.16	34.68	81.72	24.85	29.96	25.14	31.65	27.09	29.86	23.16	24.19	23.73	22.30	33.33	22.16	20.88	24.08	27.19	19.60	26.87	28.92	18.36	17.53	23.47	37.23	26.91	17.84	20.57	23.25	16.47
38	27.08	36.23	24.23	30.87	20.30	31.38	23.88	31.51	32.92	16.16	20.74	24.10	25.64	22.97	16.96	36.84	23.37	23.58	17.09	26.03	23.41	19.27	21.65	23.78	16.23	24.09	19.13	22.19	22.68	19.12	23.99	23.85	19.30	22.23	18.58	24.05
39	29.40	34.28	36.36	51.44	34.51	30.94	37.88	44.41	41.17	34.28	37.10	36.33	43.26	38.42	25.10	34.65	82.56	36.87	36.45	21.29	20.14	23.44	26.17	38.18	40.52	40.35	33.84	28.95	56.70	40.80	32.16	35.59	48.20	35.39	26.32	33.34
40	10.79	9.35	11.76	13.74	9.60	15.83	16.44	17.62	14.25	15.71	13.38	10.66	15.09	16.60	12.08	10.63	14.70	14.95	12.82	14.09	12.72	10.24	11.79	12.33	14.26	12.73	18.12	10.12	11.69	11.60	13.71	14.61	12.81	14.32	14.11	10.83
41	32.68	39.11	22.45	33.94	29.38	32.44	27.27	43.98	40.13	27.80	21.36	24.47	20.61	23.86	19.45	24.43	23.57	30.21	24.05	30.21	21.49	23.65	26.02	18.27	33.67	24.21	30.52	21.61	25.78	14.63	29.73	30.93	23.39	20.48	44.57	30.13
42	32.55	38.33	30.43	29.61	24.72	40.52	33.17	35.96	80.61	28.94	32.58	30.77	25.78	21.73	28.77	26.49	35.46	25.17	22.80	28.12	20.21	21.44	24.20	21.07	27.02	26.71	32.62	18.23	21.65	22.17	31.14	28.48	16.54	17.69	21.81	13.85
43	16.18	15.90	9.88	16.45	8.41	14.89	17.47	14.12	14.02	16.18	18.48	10.95	13.62	10.10	7.23	8.83	12.97	11.90	16.08	9.73	5.88	11.17	10.81	9.65	12.47	11.45	19.80	11.95	10.80	15.12	15.13	14.60	10.21	15.60	10.55	10.67
44	22.72	26.65	27.67	33.77	22.58	35.35	17.64	26.83	25.07	24.83	24.34	18.09	27.74	36.34	18.09	23.80	25.05	32.74	33.57	30.49	23.93	27.04	36.05	21.32	23.21	27.12	29.55	24.48	23.85	32.73	25.64	29.65	25.98	26.71	23.63	19.64
45	15.69	18.56	20.34	39.71	17.67	19.58	22.43	31.67	32.43	19.11	24.54	20.16	17.36	17.78	19.20	18.24	46.22	23.92	19.90	13.14	11.64	20.21	19.18	20.25	27.25	20.00	21.49	18.78	38.35	21.13	20.18	29.40	24.27	19.77	19.47	17.89
46	25.00	37.40	37.44	49.72	26.60	34.00	42.28	41.42	52.44	46.85	38.35	30.57	36.70	39.27	28.41	41.89	32.86	34.01	50.29	34.90	28.25	25.53	25.96	26.66	61.90	30.75	28.04	30.03	46.16	43.41	30.98	42.68	31.83	40.41	30.31	21.45
47	19.38	20.07	28.17	25.12	18.98	17.47	23.75	30.68	37.31	31.90	21.44	22.32	25.86	28.35	14.49	17.03	17.82	17.99	24.37	12.80	14.05	17.10	17.17	18.54	22.52	20.83	18.50	19.09	34.74	25.90	23.66	30.59	20.73	19.92	17.91	18.26
48	23.72	26.41	21.88	29.76	19.68	24.39	22.58	29.44	34.01	23.77	22.82	20.96	23.25	24.40	17.89	22.92	26.54	22.63	23.03	21.30	17.71	18.81	20.31	19.87	23.40	21.82	22.48	18.33	26.90	23.04	23.64	26.29	21.46	21.16	21.48	18.91
49	25.56	27.23	22.62	30.07	20.16	25.07	23.34	30.17	34.49	24.28	23.21	21.59	23.75	24.53	18.13	23.27	27.22	23.04	23.43	21.45	17.78	19.14	20.53	20.23	24.03	21.99	22.79	18.64	27.28	23.70	24.16	26.66	21.95	21.62	21.85	19.12
50	27.41	27.37	22.62	30.50	19.55	25.28	23.24	30.57	35.02	24.32	23.37	21.18	23.78	24.48	18.21	23.32	27.53	23.15	23.53	21.44	17.81	19.12	20.48	20.21	24.10	22.10	22.81	18.67	27.26	23.82	24.13	26.77	21.89	21.47	22.07	18.84
51	12.79	8.43	5.54	22.92	9.24	9.39	5.96	13.20	23.37	12.63	14.14	7.21	12.07	21.42	12.76	15.09	11.64	13.67	14.43	17.80	16.09	11.52	15.35	12.02	9.58	18.01	15.49	11.34	18.38	8.56	12.26	17.98	10.59	10.93	13.16	14.43
52	19.37	20.12	28.15	25.23	18.87	17.54	23.73	30.65	37.20	31.98	21.30	22.36	25.80	28.33	14.38	17.07	17.83	17.87	24.35	12.78	14.13	17.16	17.24	18.52	22.48	20.85	18.45	19.06	34.83	25.76	23.69	30.55	20.68	19.91	17.87	18.34
53	14.16	22.50	17.86	15.57	11.62	14.23	13.01	18.52	17.92	20.81	14.41	13.64	12.47	15.19	11.40	17.63	15.22	11.83	17.16	15.81	13.96	13.38	12.61	12.71	12.13	14.90	14.61	13.62	12.99	12.85	16.09	19.11	12.96	13.06	13.44	13.48
54	34.73	38.67	23.32	32.18	17.49	24.36	19.69	35.92	25.58	21.06	17.49	20.02	22.27	25.22	14.02	21.59	21.02	19.41	20.87	26.50	15.95	19.21	20.08	18.30	21.94	19.72	22.35	16.39	20.79	15.77	23.98	28.78	14.64	20.38	31.63	22.46
55	24.48	20.58	10.99	35.44	15.56	26.17	9.61	25.06	48.16	23.32	22.37	18.16	22.61	31.89	16.21	27.85	20.60	23.84	19.64	29.04	19.51	16.81	21.75	23.83	21.95	18.10	27.17	17.84	25.78	16.37	24.51	25.96	18.57	16.86	16.86	13.98
56	19.30	20.07	28.16	25.09	18.99	17.53	23.76	30.71	37.37	31.78	21.38	22.30	25.88	28.41	14.48	16.95	17.83	18.03	24.30	12.83	14.01	17.00	17.14	18.47	22.49	20.79	18.50	19.10	34.77	25.94	23.63	30.65	20.73	19.97	17.91	18.30
57	28.12	31.67	33.85	44.99	23.31	23.54	37.24	45.66	38.90	30.19	30.05	24.02	31.77	35.85	19.71	37.46	32.31	26.26	27.06	24.57	26.01	26.24	20.87	20.21	26.18	38.43	25.86	25.53	48.72	46.31	39.32	32.57	33.13	31.48	23.06	18.48
58	28.00	31.58	33.83	45.11	23.41	23.55	37.34	45.62	38.86	30.19	29.94	24.02	31.74	35.94	19.77	37.40	32.35	26.27	27.15	24.59	26.04	26.25	20.86	20.16	26.16	38.38	25.82	25.58	48.66	46.32	39.40	32.50	33.02	31.50	23.10	18.45
59	14.23	22.57	17.92	15.48	11.68	14.16	13.07	18.66	17.99	20.74	14.46	13.63	12.44	15.22	11.41	17.66	15.15	11.79	17.17	15.91	13.96	13.39	12.60	12.89	12.18	15.06	14.58	13.67	12.92	12.88	16.15	19.09	12.90	13.10	13.49	13.48
60	19.00	23.99	22.75	20.60	33.63	20.28	25.62	21.38	22.83	23.61	19.63	30.62	23.18	25.66	16.23	22.13	20.25	20.61	21.25	21.68	17.19	19.46	21.67	20.53	22.46	19.44	22.53	18.08	27.71	20.94	24.83	24.37	23.19	24.91	17.15	25.22
61	58.27	53.95	31.94	35.16	33.03	55.70	37.32	43.18	38.89	34.70	27.34	35.32	37.49	40.95	30.17	33.41	32.43	41.64	22.53	26.93	29.23	26.79	33.59	32.98	27.63	27.18	20.84	20.61	52.10	49.71	29.38	39.48	44.60	38.74	51.03	27.85
62	10.08	17.77	11.95	14.67	10.55	9.60	11.11	13.91	14.32	12.26	12.55	11.67	16.16	11.02	8.86	11.95	12.88	12.98	14.74	8.22	7.27	10.21	10.21	10.08	11.25	8.13	11.53	10.12	16.78	15.27	11.60	14.09	11.79	10.26	10.36	10.86
63	17.79	15.96	19.97	19.34	10.89	11.61	15.28	27.43	19.63	14.40	19.39	13.16	20.89	19.47	11.81	14.00	15.71	13.72	23.86	17.79	13.62	12.93	16.39	14.85	19.08	16.58	20.44	15.22	17.89	21.22	22.13	24.17	16.55	14.70	14.48	13.39
64	17.41	21.58	19.43	41.72	23.99	23.88	25.17	37.50	34.17	26.50	30.19	22.70	18.77	17.47	23.48	24.04	51.58	28.52	30.77	11.57	12.27	26.45	20.37	25.60	34.37	23.68	20.83	17.80	30.40	20.06	20.92	30.73	22.11	20.75	19.80	26.11
65	23.64	26.40	21.90	29.72	19.68	24.38	22.56	29.53	33.98	23.76	22.87	20.93	23.20	24.30	17.94	22.90	26.62	22.67	23.02	21.27	17.73	18.77	20.29	19.93	23.44	21.88	22.51	18.42	26.91	22.97	23.57	26.37	21.44	21.21	21.52	18.96
66	24.43	20.73	10.96	35.51	15.44	26.26	9.69	25.18	48.25	23.31	22.47	18.18	22.56	31.97	16.32	27.79	20.53	23.90	19.63	29.08	19.49	16.90	21.69	23.87	22.04	18.12	27.15	17.93	25.70	16.34	24.62	25.84	18.54	16.67	16.83	14.00
67	23.80	26.37	21.89	29.76	19.64	24.32	22.63	29.51	33.93	23.76	22.85	20.92	23.33	24.38	17.95	22.89	26.59	22.62	22.96	21.31	17.73	18.80	20.31	19.91	23.44	21.85	22.47	18.30	26.85	23.01	23.62	26.34	21.44	21.17	21.41	18.85
68	15.67	18.61	20.32	39.71	17.64	19.51	22.44	31.66	32.37	19.16	24.57	20.08	17.46	17.82	19.23	18.17	46.29	24.01	19.88	13.10	11.68	20.28	19.22	20.28	27.27	19.95	21.43	18.91	38.30	21.15	20.26	29.44	24.31	19.76	19.47	17.89
69	10.00	17.77	11.83	14.69	10.51	9.73	11.14	13.89	14.34	12.30	12.53	11.69	16.15	11.08	8.97	11.95	13.01	13.00	14.65	8.24	7.31	10.23	10.28	10.01	11.22	8.04	11.54	10.08	16.77	15.10	11.67	14.09	11.78	10.22	10.21	10.83
70	19.38	20.06	28.20	25.06	18.99	17.49	23.82	30.76	37.33	31.98	21.44	22.37	25.82	28.42	14.48	17.10	17.84	17.92	24.36	12.74	14.09	17.07	17.20	18.59	22.55	20.89	18.46	19.07	34.65	25.88	23.68	30.56	20.77	19.92	17.93	18.25
71	58.26	53.93	31.92	35.20	32.96	55.65	37.21	43.12	38.86	34.75	27.34	35.29	37.62	41.10	30.20	33.29	32.43	41.61	22.51	26.80	29.24	26.71	33.73	32.98	27.67	27.28	20.92	20.69	51.93	49.72	29.33	39.45	44.65	38.73	51.01	27.89
72	19.09	24.07	22.71	20.56	33.56	20.43	25.51	21.35	22.86	23.52	19.62	30.58	23.16	25.73	16.35	22.12	20.26	20.59	21.27	21.73	17.24	19.63	21.67	20.46	22.45	19.58	22.48	18.08	27.79	21.04	24.82	24.40	23.17	24.87	17.21	25.27

Continúa en la siguiente página

Tabla 98

Datos de salida del modelo MLP: precipitación máxima diaria anual (mm) de 1981 a 2016 de las 499 subcuencas (continuación)

N.°	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
73	27.45	27.27	22.68	30.41	19.53	25.20	23.24	30.52	35.00	24.32	23.39	21.16	23.75	24.41	18.19	23.36	27.54	23.19	23.50	21.45	17.78	19.10	20.41	20.25	24.15	22.14	22.92	18.58	27.25	23.85	24.18	26.63	21.80	21.40	21.97	18.80
74	32.68	39.06	22.46	33.97	29.44	32.35	27.24	44.04	40.20	27.78	21.39	24.39	20.59	23.89	19.50	24.49	23.60	30.17	23.99	30.30	21.47	23.65	25.97	18.16	33.55	24.22	30.49	21.66	25.80	14.70	29.67	30.83	23.34	20.44	44.62	30.19
75	16.21	15.89	9.83	16.38	8.42	15.00	17.54	14.16	14.09	16.28	18.49	10.98	13.65	10.02	7.19	8.89	13.04	11.89	16.02	9.84	5.84	11.25	10.80	9.61	12.45	11.36	19.82	11.89	10.85	15.07	15.13	14.62	10.25	15.60	10.50	10.70
76	23.79	26.44	21.90	29.77	19.76	24.46	22.63	29.40	33.97	23.72	22.81	20.93	23.23	24.47	17.78	22.89	26.45	22.60	23.07	21.24	17.70	18.75	20.27	19.88	23.39	21.78	22.49	18.29	26.90	23.07	23.60	26.26	21.42	21.22	21.47	18.99
77	19.00	24.14	22.71	20.60	33.58	20.37	25.55	21.31	22.85	23.42	19.64	30.68	23.16	25.67	16.30	22.07	20.29	20.66	21.20	21.69	17.22	19.56	21.65	20.52	22.44	19.49	22.53	18.08	27.78	21.00	24.86	24.42	23.09	24.88	17.21	25.26
78	27.45	27.34	22.61	30.43	19.53	25.28	23.18	30.54	34.98	24.34	23.36	21.24	23.75	24.52	18.21	23.33	27.50	23.16	23.53	21.46	17.77	19.23	20.51	20.25	24.15	22.06	22.72	18.68	27.28	23.86	24.16	26.74	21.80	21.45	22.06	18.93
79	32.56	38.33	30.36	29.55	24.72	40.54	33.21	36.05	80.52	29.04	32.60	30.82	25.80	21.68	28.76	26.52	35.44	25.12	22.91	28.09	20.12	21.42	24.33	21.07	27.05	26.73	32.55	18.20	21.57	22.22	31.06	28.50	16.56	17.63	21.71	13.82
80	27.99	31.60	33.73	45.03	23.25	23.54	37.24	45.72	38.88	30.20	29.94	24.00	31.71	35.89	19.66	37.47	32.44	26.24	27.14	24.59	26.06	26.26	20.91	20.27	26.20	38.42	25.91	25.54	48.68	46.39	39.33	32.57	33.13	31.57	23.14	18.51
81	25.06	37.39	37.43	49.82	26.62	34.03	42.23	41.35	52.48	46.90	38.27	30.58	36.65	39.18	28.38	41.90	32.83	33.97	50.33	34.96	28.28	25.58	25.93	26.73	61.90	30.72	28.06	29.98	46.13	43.46	31.02	42.70	31.81	40.33	30.37	21.41
82	24.50	20.61	11.07	35.46	15.52	26.15	9.64	25.09	48.30	23.23	22.38	18.18	22.62	31.94	16.22	27.83	20.62	23.85	19.71	29.10	19.53	16.87	21.63	23.85	22.04	18.27	27.19	17.91	25.72	16.33	24.65	25.88	18.58	16.72	16.89	14.08
83	27.40	27.44	22.66	30.53	19.52	25.27	23.21	30.54	34.98	24.31	23.37	21.17	23.77	24.49	18.29	23.21	27.57	23.16	23.51	21.46	17.79	19.16	20.52	20.24	24.09	22.12	22.86	18.73	27.30	23.84	24.22	26.78	21.87	21.37	22.00	18.84
84	28.06	31.65	33.83	45.01	23.27	23.56	37.24	45.58	38.84	30.21	30.03	23.92	31.67	35.91	19.64	37.49	32.43	26.23	27.18	24.58	25.94	26.17	20.87	20.14	26.19	38.29	25.89	25.63	48.70	46.32	39.38	32.64	33.12	31.58	22.99	18.43
85	25.60	27.23	22.69	29.99	20.09	25.06	23.33	30.19	34.41	24.22	23.29	21.45	23.76	24.53	18.11	23.25	27.12	22.93	23.41	21.51	17.72	19.12	20.56	20.26	24.09	21.99	22.80	18.64	27.16	23.74	24.20	26.74	22.07	21.66	21.77	19.15
86	34.74	38.72	23.31	32.12	17.41	24.33	19.71	35.89	25.66	21.18	17.57	19.95	22.28	25.18	13.84	21.52	20.97	19.51	20.86	26.49	16.03	19.20	20.08	18.28	21.81	19.61	22.41	16.31	20.77	15.86	23.86	28.81	14.67	20.33	31.73	22.39
87	31.99	35.57	23.65	36.74	22.02	35.70	25.17	34.65	81.80	24.88	30.02	25.08	31.72	27.13	29.73	23.07	24.16	23.67	22.36	33.33	22.07	20.95	24.03	27.18	19.55	26.83	28.88	18.30	17.59	23.46	37.28	26.91	17.87	20.64	23.32	16.42
88	34.73	38.73	23.30	32.11	17.46	24.22	19.79	35.98	25.58	21.11	17.54	19.88	22.19	25.16	13.99	21.53	20.93	19.43	20.79	26.55	15.93	19.13	20.01	18.31	21.99	19.68	22.25	16.30	20.79	15.84	23.85	28.71	14.61	20.22	31.71	22.47
89	14.17	22.49	17.90	15.47	11.59	14.20	12.96	18.71	17.94	20.89	14.53	13.68	12.40	15.09	11.35	17.73	15.22	11.87	17.17	15.86	13.97	13.56	12.59	12.75	12.25	15.04	14.80	13.62	12.92	12.88	16.09	18.91	12.99	13.10	13.48	13.47
90	17.72	15.93	20.03	19.39	10.78	11.64	15.23	27.36	19.57	14.34	19.38	13.15	20.89	19.53	11.87	14.08	15.78	13.76	23.87	17.80	13.70	12.81	16.26	14.80	19.09	16.67	20.47	15.17	17.87	21.24	22.16	24.18	16.53	14.63	14.33	13.39
91	58.22	54.05	31.85	35.12	32.98	55.78	37.35	43.22	38.81	34.60	27.38	35.29	37.66	41.01	30.15	33.24	32.43	41.58	22.49	26.83	29.33	26.72	33.62	32.93	27.73	27.11	20.86	20.59	52.05	49.79	29.38	39.51	44.74	38.69	50.99	27.83
92	25.66	27.20	22.65	30.07	20.21	25.07	23.27	30.15	34.54	24.28	23.19	21.52	23.69	24.59	18.12	23.29	27.25	23.04	23.35	21.45	17.78	19.11	20.63	20.23	24.03	21.95	22.79	18.68	27.23	23.64	24.20	26.69	21.93	21.63	21.81	19.10
93	25.06	37.41	37.41	49.64	26.67	33.94	42.20	41.36	52.47	46.82	38.31	30.63	36.75	39.29	28.44	41.90	32.86	34.06	50.35	34.93	28.23	25.52	25.94	26.65	61.96	30.75	28.10	30.00	46.23	43.35	30.98	42.72	31.76	40.37	30.35	21.52
94	14.25	22.59	17.86	15.52	11.61	14.17	13.00	18.61	17.96	20.91	14.48	13.67	12.49	15.20	11.31	17.69	15.13	11.83	17.12	15.92	13.93	13.47	12.65	12.76	12.04	14.95	14.69	13.66	12.97	12.87	16.07	19.00	12.98	13.11	13.46	13.41
95	19.08	24.02	22.73	20.69	33.54	20.42	25.59	21.41	22.87	23.37	19.57	30.59	23.16	25.67	16.24	22.11	20.29	20.59	21.25	21.59	17.33	19.58	21.71	20.59	22.46	19.60	22.46	18.10	27.78	21.03	24.92	24.37	23.12	24.98	17.23	25.23
96	32.52	38.24	30.37	29.68	24.73	40.56	33.12	35.97	80.52	28.88	32.59	30.74	25.87	21.75	28.79	26.53	35.43	25.14	22.71	28.20	20.25	21.43	24.14	21.18	27.01	26.66	32.66	18.20	21.68	22.16	31.06	28.55	16.52	17.72	21.78	13.92
97	19.13	24.01	22.73	20.56	33.55	20.31	25.65	21.45	22.87	23.54	19.61	30.69	23.17	25.69	16.29	22.13	20.24	20.63	21.24	21.62	17.23	19.63	21.66	20.59	22.48	19.50	22.40	18.00	27.71	20.99	24.80	24.37	23.19	24.87	17.30	25.23
98	12.89	14.28	11.42	11.03	9.32	9.56	9.40	12.85	12.14	17.11	11.96	11.33	10.41	9.87	9.21	13.20	11.47	10.29	14.88	14.56	14.54	10.64	10.77	9.02	9.56	10.64	12.44	12.69	10.54	9.80	11.45	13.87	12.63	10.39	11.16	13.34
99	27.40	27.41	22.64	30.41	19.66	25.29	23.25	30.52	34.96	24.28	23.30	21.14	23.82	24.46	18.25	23.34	27.45	23.15	23.50	21.45	17.76	19.07	20.59	20.28	24.06	22.07	22.86	18.67	27.33	23.91	24.20	26.74	21.94	21.47	22.06	18.77
100	58.29	53.93	31.85	35.11	32.96	55.76	37.29	43.11	38.88	34.62	27.31	35.26	37.63	40.99	30.13	33.17	32.50	41.52	22.63	26.80	29.22	26.62	33.67	32.96	27.60	27.21	20.93	20.70	52.06	49.76	29.30	39.55	44.63	38.68	51.05	27.91
101	27.91	31.57	33.82	44.88	23.36	23.54	37.26	45.62	38.92	30.28	29.88	23.96	31.74	35.76	19.66	37.46	32.39	26.12	27.16	24.56	26.01	26.25	20.91	20.16	26.16	38.43	25.78	25.53	48.76	46.20	39.42	32.48	33.12	31.62	23.03	18.51
102	19.03	23.98	22.69	20.72	33.56	20.44	25.62	21.50	22.82	23.41	19.62	30.56	23.14	25.58	16.27	22.07	20.30	20.56	21.29	21.69	17.21	19.67	21.73	20.49	22.47	19.58	22.48	18.10	27.72	20.92	24.87	24.47	23.09	24.89	17.12	25.19
103	28.05	31.63	33.76	45.13	23.31	23.51	37.27	45.57	38.98	30.21	29.96	23.99	31.72	35.83	19.57	37.40	32.46	26.19	27.04	24.50	26.06	26.30	20.93	20.16	26.21	38.39	25.88	25.57	48.74	46.26	39.40	32.56	33.13	31.55	22.98	18.47
104	10.07	17.79	11.92	14.77	10.47	9.61	11.12	13.90	14.39	12.19	12.48	11.68	16.18	11.08	8.98	11.91	12.83	13.00	14.64	8.25	7.29	10.17	10.14	10.01	11.21	8.11	11.60	10.16	16.87	15.17	11.61	14.10	11.77	10.24	10.33	10.77
105	23.68	26.39	21.98	29.80	19.73	24.30	22.65	29.39	34.01	23.65	22.83	20.99	23.18	24.40	17.90	22.94	26.57	22.57	23.06	21.27	17.72	18.80	20.28	19.84	23.39	21.78	22.50	18.29	26.89	23.10	23.59	26.26	21.45	21.18	21.44	18.88
106	27.13	36.18	24.35	30.85	20.32	31.42	23.96	31.55	32.91	16.12	20.75	24.16	25.58	23.02	16.95	36.94	23.38	23.56	17.07	26.01	23.36	19.21	21.70	23.77	16.16	24.06	19.06	22.15	22.69	19.08	24.04	23.79	19.33	22.22	18.60	23.96
107	27.36	27.39	22.55	30.51	19.49	25.35	23.17	30.62	35.09	24.31	23.50	21.23	23.83	24.37	18.17	23.30	27.51	23.14	23.58	21.48	17.66	19.09	20.52	20.17	24.07	22.17	22.79	18.73	27.28	23.78	24.13	26.77	21.81	21.47	22.05	18.89
108	12.94	14.46	11.44	10.98	9.20	9.50	9.36	12.88	12.24	17.09	12.11	11.33	10.28	9.96	9.27	13.24	11.52	10.24	14.83	14.57	14.47	10.69	10.85	8.98	9.63	10.64	12.44	12.72	10.55	9.86	11.42	13.85	12.67	10.48	11.14	13.24

Continúa en la siguiente página

Tabla 98

Datos de salida del modelo MLP: precipitación máxima diaria anual (mm) de 1981 a 2016 de las 499 subcuencas (continuación)

N.°	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
109	14.27	22.59	17.97	15.48	11.59	14.15	12.97	18.56	18.01	20.87	14.49	13.66	12.52	15.13	11.38	17.71	15.22	11.81	17.13	15.80	13.86	13.45	12.58	12.79	12.12	15.03	14.63	13.65	12.94	12.78	16.08	19.05	13.11	13.05	13.48	13.43
110	17.42	21.59	19.48	41.75	23.92	23.81	25.22	37.44	34.19	26.49	30.15	22.70	18.79	17.50	23.60	23.98	51.48	28.45	30.87	11.59	12.20	26.45	20.35	25.76	34.37	23.55	20.64	17.81	30.29	19.94	21.02	30.77	22.00	20.79	19.66	26.03
111	12.93	14.33	11.32	10.99	9.30	9.51	9.43	12.81	12.17	17.14	11.89	11.36	10.35	10.00	9.28	13.21	11.44	10.26	14.73	14.56	14.54	10.71	10.86	8.93	9.63	10.61	12.47	12.72	10.42	9.88	11.53	13.84	12.65	10.47	11.25	13.35
112	24.33	20.75	11.11	35.55	15.53	26.11	9.62	25.02	48.31	23.28	22.45	18.22	22.67	31.96	16.20	27.87	20.56	23.83	19.57	29.12	19.61	16.94	21.71	23.78	21.93	18.17	27.10	17.87	25.70	16.25	24.62	25.93	18.65	16.65	16.85	14.01
113	34.73	38.69	23.46	32.19	17.47	24.34	19.69	35.87	25.59	21.09	17.49	19.94	22.16	25.15	13.99	21.47	20.95	19.46	20.89	26.51	16.06	19.15	20.03	18.24	21.92	19.64	22.29	16.48	20.80	15.79	23.89	28.75	14.58	20.33	31.64	22.52
114	19.40	20.05	28.22	25.05	18.98	17.47	23.70	30.62	37.33	31.86	21.39	22.31	25.91	28.32	14.46	16.99	17.82	18.02	24.43	12.83	14.08	16.99	17.22	18.54	22.59	20.90	18.47	19.09	34.73	25.94	23.71	30.60	20.63	19.91	17.83	18.24
115	12.97	14.34	11.31	11.00	9.30	9.49	9.44	12.80	12.18	17.19	12.07	11.45	10.38	9.92	9.18	13.16	11.41	10.24	14.67	14.52	14.44	10.72	10.86	9.00	9.61	10.73	12.43	12.68	10.43	9.80	11.31	13.89	12.72	10.39	11.28	13.34
116	22.64	26.68	27.70	33.85	22.55	35.35	17.56	26.90	25.12	24.88	24.25	18.05	27.71	36.29	18.17	23.83	25.02	32.75	33.58	30.60	23.91	27.10	36.06	21.30	23.30	27.20	29.66	24.50	23.78	32.76	25.68	29.59	26.01	26.75	23.64	19.66
117	25.50	27.17	22.51	30.02	20.10	25.07	23.37	30.21	34.50	24.23	23.25	21.62	23.79	24.50	18.17	23.28	27.25	23.01	23.37	21.40	17.82	19.13	20.60	20.23	24.03	21.98	22.78	18.61	27.32	23.71	24.12	26.75	22.00	21.62	21.69	19.12
118	22.78	26.69	27.66	33.73	22.52	35.38	17.61	26.80	25.16	24.88	24.40	18.21	27.66	36.36	18.10	23.71	24.98	32.67	33.67	30.48	23.91	26.95	36.10	21.25	23.30	27.14	29.56	24.44	23.92	32.70	25.69	29.70	25.93	26.79	23.65	19.67
119	24.48	20.68	10.97	35.42	15.58	26.18	9.66	25.10	48.31	23.19	22.37	18.14	22.62	31.97	16.29	27.83	20.50	23.78	19.67	29.07	19.47	16.89	21.71	23.87	22.04	18.09	27.18	17.97	25.77	16.28	24.55	25.84	18.57	16.68	16.85	14.04
120	10.07	17.68	11.89	14.68	10.36	9.70	11.12	13.80	14.41	12.27	12.48	11.59	16.13	11.00	9.03	11.94	12.93	13.02	14.73	8.20	7.30	10.26	10.18	10.04	11.25	8.07	11.54	10.03	16.77	15.22	11.70	14.11	11.89	10.30	10.28	10.86
121	34.73	38.69	23.39	32.17	17.54	24.28	19.76	35.99	25.46	21.16	17.48	19.89	22.19	25.15	13.88	21.52	20.98	19.40	20.84	26.58	15.97	19.16	20.03	18.28	21.88	19.68	22.31	16.38	20.77	15.78	23.80	28.71	14.70	20.31	31.76	22.43
122	58.31	53.95	31.87	34.96	32.96	55.61	37.35	43.17	38.92	34.67	27.31	35.22	37.59	41.00	30.14	33.21	32.37	41.59	22.49	26.84	29.15	26.71	33.65	32.91	27.64	27.20	20.82	20.62	52.06	49.81	29.38	39.56	44.72	38.70	51.00	27.90
123	27.44	27.35	22.61	30.55	19.58	25.35	23.11	30.64	34.91	24.23	23.45	21.18	23.84	24.51	18.20	23.39	27.53	23.10	23.56	21.42	17.88	19.15	20.51	20.18	24.08	22.04	22.86	18.61	27.26	23.87	24.06	26.76	21.88	21.51	22.12	18.78
124	16.26	15.85	9.91	16.50	8.48	14.92	17.42	14.05	14.00	16.12	18.51	10.98	13.58	10.08	7.18	8.81	13.01	11.85	16.19	9.74	5.91	11.14	10.82	9.62	12.44	11.43	19.75	11.91	10.82	15.09	15.12	14.58	10.20	15.57	10.49	10.68
125	16.11	15.85	9.87	16.53	8.42	14.92	17.38	14.09	14.00	16.28	18.46	10.94	13.56	10.06	7.29	8.78	12.89	11.99	16.01	9.75	5.92	11.19	10.86	9.70	12.52	11.55	19.82	11.90	10.74	15.07	15.06	14.58	10.24	15.67	10.65	10.65
126	19.04	24.13	22.71	20.63	33.65	20.34	25.52	21.40	22.86	23.55	19.54	30.57	23.12	25.63	16.37	22.15	20.27	20.56	21.17	21.67	17.26	19.61	21.66	20.61	22.52	19.58	22.51	18.12	27.68	20.98	24.73	24.32	23.12	24.91	17.25	25.27
127	24.93	37.45	37.45	49.66	26.63	34.05	42.27	41.46	52.45	46.78	38.35	30.53	36.70	39.33	28.39	41.91	32.75	34.02	50.15	34.95	28.28	25.61	26.00	26.63	61.85	30.77	27.96	29.97	46.17	43.40	30.98	42.65	31.79	40.33	30.37	21.44
128	10.02	17.73	11.90	14.70	10.48	9.57	11.08	13.90	14.34	12.33	12.48	11.57	16.09	11.03	8.88	11.94	12.95	13.02	14.66	8.30	7.22	10.26	10.26	10.01	11.26	8.11	11.48	10.00	16.75	15.18	11.62	14.10	11.79	10.23	10.37	10.83
129	16.23	16.00	9.84	16.46	8.41	14.89	17.47	14.06	13.98	16.27	18.44	10.93	13.75	10.14	7.20	8.89	12.98	11.93	16.14	9.77	5.81	11.12	10.77	9.68	12.45	11.56	19.76	11.95	10.79	15.12	15.09	14.59	10.19	15.58	10.50	10.60
130	19.38	19.99	28.18	25.01	19.02	17.45	23.70	30.68	37.24	31.96	21.36	22.27	25.83	28.27	14.48	17.07	17.84	17.91	24.38	12.85	14.09	17.12	17.12	18.52	22.49	20.81	18.43	18.96	34.69	25.83	23.59	30.65	20.75	19.88	17.94	18.23
131	16.20	15.87	9.90	16.51	8.42	14.85	17.47	14.19	14.01	16.17	18.47	10.95	13.70	10.12	7.33	8.84	12.98	12.00	16.07	9.64	5.95	11.14	10.84	9.66	12.50	11.49	19.86	12.05	10.84	15.08	15.09	14.67	10.23	15.62	10.50	10.61
132	9.99	17.79	11.95	14.80	10.51	9.71	11.06	13.86	14.45	12.19	12.56	11.55	16.14	11.00	8.98	11.93	12.91	13.00	14.70	8.21	7.35	10.28	10.28	10.01	11.15	8.06	11.46	10.06	16.73	15.13	11.70	14.05	11.79	10.32	10.32	10.86
133	34.67	38.70	23.36	32.16	17.51	24.35	19.63	35.85	25.53	21.06	17.58	19.96	22.25	25.10	13.95	21.57	20.99	19.49	20.89	26.52	15.94	19.13	20.09	18.25	21.97	19.64	22.31	16.40	20.83	15.83	23.86	28.77	14.68	20.34	31.74	22.43
134	32.74	39.12	22.48	34.06	29.44	32.43	27.21	43.97	40.09	27.92	21.38	24.46	20.59	23.86	19.52	24.53	23.54	30.23	24.09	30.17	21.51	23.69	25.99	18.26	33.73	24.24	30.50	21.55	25.79	14.60	29.63	30.91	23.33	20.52	44.49	30.15
135	27.41	27.46	22.61	30.43	19.46	25.31	23.25	30.62	35.01	24.23	23.34	21.15	23.71	24.51	18.20	23.34	27.51	23.17	23.41	21.44	17.81	19.14	20.35	20.30	24.21	22.06	22.80	18.65	27.26	23.76	24.08	26.72	21.94	21.55	22.08	18.86
136	10.76	9.37	11.65	13.84	9.58	15.78	16.40	17.54	14.25	15.76	13.27	10.64	15.04	16.56	12.12	10.70	14.68	14.93	12.78	14.11	12.75	10.21	11.79	12.30	14.26	12.74	18.10	10.14	11.68	11.52	13.82	14.63	12.82	14.35	14.10	10.92
137	32.00	35.73	23.66	36.66	21.92	35.77	25.16	34.66	81.73	24.88	30.01	25.11	31.69	27.10	29.92	23.21	24.23	23.64	22.30	33.39	22.17	20.85	24.03	27.15	19.65	26.90	28.89	18.36	17.56	23.47	37.29	26.92	17.82	20.62	23.36	16.43
138	15.62	18.51	20.30	39.70	17.69	19.56	22.42	31.65	32.47	19.13	24.58	20.25	17.31	17.70	19.27	18.34	46.27	23.88	19.86	13.11	11.64	20.14	19.28	20.25	27.17	19.99	21.50	18.88	38.32	21.14	20.17	29.38	24.32	19.69	19.54	17.83
139	31.85	35.63	23.62	36.64	21.89	35.71	25.18	34.70	81.78	24.85	30.01	25.13	31.60	27.21	29.79	23.15	24.23	23.71	22.30	33.26	22.17	20.84	24.16	27.19	19.60	26.91	29.00	18.33	17.50	23.50	37.16	26.84	17.88	20.55	23.22	16.43
140	22.64	26.59	27.70	33.78	22.59	35.38	17.61	26.78	25.01	24.82	24.40	18.04	27.75	36.35	18.11	23.86	25.03	32.75	33.62	30.47	23.89	26.99	36.11	21.33	23.23	27.13	29.48	24.48	23.81	32.77	25.57	29.66	25.94	26.69	23.73	19.69
141	34.76	38.74	23.36	32.21	17.53	24.33	19.67	35.98	25.48	21.03	17.54	19.98	22.13	25.18	13.95	21.47	21.02	19.40	20.88	26.53	15.98	19.18	20.14	18.21	21.97	19.61	22.34	16.31	20.73	15.71	23.80	28.72	14.67	20.36	31.82	22.53
142	32.67	39.12	22.53	33.94	29.37	32.47	27.24	44.01	40.14	27.83	21.37	24.51	20.59	23.76	19.54	24.45	23.63	30.23	24.09	30.20	21.54	23.60	26.01	18.31	33.65	24.23	30.47	21.61	25.85	14.57	29.80	30.94	23.37	20.43	44.59	30.12
143	10.70	9.23	11.82	13.66	9.52	15.86	16.35	17.67	14.27	15.77	13.39	10.69	15.05	16.64	12.04	10.65	14.71	15.04	12.88	14.11	12.72	10.24	11.83	12.42	14.33	12.70	18.13	10.15	11.70	11.47	13.68	14.57	12.85	14.30	14.26	10.77
144	16.12	15.96	9.86	16.47	8.42	14.90	17.46	14.07	13.97	16.16	18.52	11.01	13.67	10.11	7.21	8.79	13.02	11.85	16.08	9.69	5.84	11.14	10.78	9.68	12.45	11.47	19.89	11.90	10.85	15.06	15.13	14.57	10.15	15.57	10.47	10.71

Continúa en la siguiente página

Tabla 98

Datos de salida del modelo MLP: precipitación máxima diaria anual (mm) de 1981 a 2016 de las 499 subcuencas (continuación)

N.°	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
145	10.80	9.35	11.73	13.67	9.69	15.88	16.40	17.63	14.28	15.66	13.31	10.64	15.09	16.64	12.09	10.67	14.72	14.99	12.91	14.08	12.70	10.25	11.75	12.35	14.16	12.71	18.07	10.20	11.76	11.61	13.70	14.51	12.83	14.32	14.06	10.72
146	10.03	17.63	11.91	14.76	10.39	9.56	11.13	13.85	14.40	12.19	12.60	11.59	16.19	11.13	8.96	11.91	12.86	12.98	14.58	8.19	7.24	10.34	10.28	9.91	11.17	8.04	11.47	10.07	16.62	15.17	11.75	14.08	11.83	10.22	10.23	10.83
147	10.08	17.83	11.90	14.73	10.43	9.62	11.07	13.99	14.42	12.23	12.47	11.60	16.17	11.07	8.93	11.97	12.83	12.95	14.68	8.24	7.37	10.21	10.18	9.99	11.21	8.07	11.45	9.97	16.75	15.09	11.65	14.00	11.68	10.22	10.30	10.86
148	10.84	9.31	11.71	13.75	9.55	15.91	16.46	17.60	14.18	15.73	13.37	10.68	15.15	16.60	12.10	10.61	14.75	14.97	12.86	13.99	12.76	10.26	11.83	12.36	14.29	12.77	18.07	10.17	11.69	11.57	13.68	14.63	12.87	14.41	14.08	10.85
149	25.02	37.35	37.44	49.73	26.56	34.06	42.25	41.50	52.45	46.82	38.35	30.58	36.74	39.30	28.39	41.91	32.90	33.93	50.26	34.88	28.30	25.55	25.91	26.69	61.82	30.71	28.06	30.08	46.20	43.44	31.01	42.70	31.83	40.36	30.25	21.45
150	16.23	15.94	9.96	16.47	8.38	14.90	17.42	14.09	14.08	16.13	18.51	11.03	13.58	10.03	7.28	8.79	12.90	11.92	16.04	9.76	5.90	11.16	10.81	9.66	12.52	11.43	19.82	11.99	10.78	15.17	15.12	14.53	10.22	15.61	10.53	10.65
151	27.40	27.42	22.55	30.44	19.57	25.30	23.29	30.55	35.02	24.24	23.30	21.21	23.65	24.41	18.23	23.35	27.59	23.11	23.53	21.56	17.80	19.13	20.51	20.27	24.15	22.10	22.89	18.67	27.18	23.86	24.07	26.76	21.82	21.51	22.01	18.76
152	14.19	22.49	17.86	15.50	11.60	14.13	12.96	18.60	18.05	20.80	14.45	13.71	12.50	15.14	11.39	17.66	15.18	11.81	17.23	15.81	13.98	13.40	12.64	12.78	12.08	15.02	14.63	13.58	12.92	12.80	16.15	19.04	12.92	13.09	13.47	13.37
153	22.74	26.60	27.70	33.69	22.67	35.32	17.58	26.88	24.96	24.96	24.38	18.16	27.80	36.41	18.14	23.82	25.05	32.81	33.63	30.50	23.92	26.99	36.05	21.39	23.22	27.20	29.58	24.52	23.87	32.77	25.64	29.68	26.06	26.71	23.62	19.60
154	17.81	15.95	19.94	19.36	10.87	11.67	15.29	27.42	19.51	14.38	19.41	13.06	20.91	19.46	11.80	14.02	15.72	13.77	23.90	17.68	13.70	12.83	16.43	14.74	19.07	16.74	20.45	15.17	17.93	21.30	22.18	24.14	16.55	14.70	14.39	13.27
155	25.62	27.30	22.63	30.12	20.27	25.01	23.41	30.24	34.47	24.37	23.13	21.57	23.79	24.47	18.15	23.30	27.19	23.00	23.50	21.48	17.79	19.13	20.61	20.22	23.98	21.86	22.85	18.76	27.23	23.73	24.21	26.66	21.92	21.61	21.84	19.20
156	32.62	39.13	22.45	33.94	29.39	32.37	27.26	43.98	40.10	27.76	21.41	24.55	20.56	23.80	19.49	24.48	23.57	30.31	24.09	30.21	21.49	23.62	25.99	18.32	33.74	24.15	30.47	21.55	25.67	14.67	29.79	30.93	23.36	20.46	44.59	30.19
157	25.04	37.46	37.44	49.70	26.62	33.97	42.25	41.41	52.51	46.87	38.38	30.56	36.74	39.33	28.48	41.81	32.84	33.95	50.27	34.90	28.16	25.57	25.93	26.59	61.88	30.76	28.03	29.99	46.26	43.47	31.00	42.62	31.85	40.40	30.28	21.46
158	32.61	38.41	30.47	29.60	24.65	40.49	33.14	35.90	80.66	28.99	32.60	30.73	25.77	21.73	28.74	26.49	35.53	25.16	22.81	28.09	20.25	21.46	24.16	21.10	27.02	26.64	32.55	18.20	21.55	22.18	31.14	28.46	16.58	17.71	21.75	13.87
159	31.99	35.60	23.67	36.65	21.98	35.71	25.11	34.68	81.73	24.78	29.99	25.17	31.62	27.00	29.83	23.16	24.12	23.69	22.24	33.43	22.22	20.86	24.06	27.16	19.61	26.93	28.91	18.45	17.54	23.51	37.19	26.90	17.85	20.56	23.17	16.36
160	27.48	27.42	22.62	30.52	19.61	25.28	23.20	30.54	35.02	24.30	23.36	21.18	23.73	24.52	18.21	23.32	27.60	23.20	23.46	21.42	17.79	19.05	20.50	20.20	24.11	22.10	22.81	18.64	27.22	23.81	24.13	26.81	21.97	21.50	22.06	18.90
161	17.47	21.56	19.43	41.81	23.99	23.86	25.23	37.61	34.31	26.52	30.20	22.79	18.71	17.52	23.48	23.93	51.45	28.59	30.72	11.51	12.27	26.43	20.27	25.66	34.46	23.61	20.85	17.79	30.41	20.07	20.93	30.69	22.17	20.84	19.71	26.11
162	24.46	20.69	11.04	35.49	15.55	26.14	9.63	25.08	48.23	23.24	22.44	18.16	22.67	32.05	16.21	27.70	20.58	23.76	19.71	28.97	19.61	16.91	21.73	23.74	22.00	18.22	27.16	17.89	25.78	16.24	24.62	25.94	18.63	16.75	16.79	14.06
163	27.35	27.33	22.58	30.54	19.66	25.31	23.23	30.49	34.97	24.36	23.30	21.18	23.80	24.49	18.18	23.37	27.44	23.24	23.55	21.43	17.86	19.11	20.43	20.17	24.07	22.01	22.84	18.68	27.27	23.91	24.11	26.74	21.86	21.53	22.04	18.86
164	14.32	22.46	17.94	15.58	11.66	14.20	12.99	18.61	18.03	20.68	14.42	13.64	12.58	15.19	11.42	17.63	15.17	11.83	17.24	15.83	13.90	13.38	12.60	12.82	12.18	14.95	14.61	13.73	12.94	12.81	16.12	19.14	12.93	13.13	13.47	13.45
165	34.70	38.70	23.37	32.16	17.46	24.32	19.81	35.89	25.61	21.04	17.53	19.91	22.17	25.11	13.95	21.57	20.95	19.54	20.83	26.46	15.99	19.13	19.97	18.34	21.94	19.59	22.25	16.33	20.85	15.84	23.88	28.74	14.70	20.29	31.76	22.47
166	19.50	20.05	28.15	25.07	18.88	17.46	23.65	30.65	37.34	31.88	21.51	22.33	25.87	28.39	14.54	17.09	17.77	17.97	24.33	12.71	14.07	17.09	17.10	18.61	22.53	20.78	18.47	19.06	34.80	25.94	23.65	30.60	20.71	19.88	17.84	18.21
167	27.12	36.34	24.20	30.81	20.28	31.39	23.89	31.50	32.86	16.16	20.73	24.09	25.71	23.07	17.01	36.80	23.50	23.59	17.16	25.95	23.48	19.25	21.66	23.74	16.24	24.02	19.10	22.17	22.68	19.02	24.05	23.80	19.34	22.21	18.59	24.00
168	22.59	26.69	27.75	33.80	22.61	35.35	17.61	26.88	25.14	24.81	24.32	18.10	27.77	36.37	18.18	23.83	25.05	32.83	33.64	30.45	23.93	26.99	35.94	21.38	23.13	27.07	29.65	24.42	23.94	32.81	25.59	29.65	26.01	26.74	23.50	19.65
169	32.72	39.08	22.43	33.93	29.43	32.41	27.33	44.00	40.09	27.82	21.37	24.46	20.59	23.88	19.46	24.47	23.58	30.16	24.08	30.17	21.53	23.64	26.03	18.30	33.62	24.19	30.58	21.49	25.81	14.67	29.68	30.94	23.37	20.47	44.68	30.08
170	12.97	14.35	11.35	10.93	9.27	9.49	9.40	12.85	12.17	17.10	12.04	11.28	10.34	9.87	9.22	13.25	11.42	10.29	14.74	14.62	14.46	10.70	10.74	8.94	9.55	10.70	12.44	12.72	10.41	9.83	11.53	13.95	12.73	10.32	11.16	13.39
171	17.40	21.58	19.41	41.80	24.01	23.84	25.24	37.62	34.22	26.54	30.20	22.72	18.73	17.51	23.51	24.08	51.49	28.47	30.79	11.52	12.27	26.49	20.34	25.68	34.41	23.59	20.77	17.75	30.41	19.99	20.85	30.66	22.06	20.75	19.69	25.99
172	32.51	38.42	30.45	29.63	24.73	40.45	33.20	35.88	80.68	29.06	32.52	30.79	25.77	21.68	28.80	26.47	35.38	25.14	22.88	28.21	20.22	21.47	24.13	21.14	27.05	26.61	32.56	18.22	21.74	22.12	31.04	28.40	16.59	17.66	21.81	13.82
173	24.93	37.45	37.40	49.62	26.54	34.00	42.33	41.44	52.45	46.80	38.41	30.55	36.64	39.24	28.43	41.95	32.97	34.02	50.40	34.92	28.16	25.59	25.95	26.66	61.92	30.82	27.98	30.12	46.09	43.42	30.96	42.66	31.65	40.46	30.38	21.44
174	24.39	20.66	10.97	35.49	15.55	26.16	9.67	25.21	48.27	23.34	22.37	18.23	22.60	32.02	16.24	27.80	20.52	23.75	19.69	29.08	19.57	16.85	21.59	23.73	22.00	18.27	27.13	17.91	25.75	16.33	24.55	25.76	18.66	16.80	16.90	13.93
175	31.98	35.66	23.65	36.64	21.91	35.75	25.01	34.64	81.73	24.86	29.96	25.09	31.59	27.13	29.92	23.12	24.27	23.72	22.29	33.24	22.17	20.94	24.10	27.13	19.57	26.87	28.96	18.35	17.50	23.45	37.22	26.90	17.93	20.51	23.25	16.58
176	25.59	27.27	22.61	30.07	20.17	24.99	23.32	30.23	34.49	24.15	23.14	21.54	23.79	24.51	18.13	23.31	27.20	23.04	23.37	21.45	17.84	19.18	20.52	20.15	24.11	22.03	22.80	18.62	27.28	23.69	24.20	26.67	22.00	21.70	21.80	19.07
177	14.24	22.53	17.85	15.51	11.68	14.18	12.95	18.61	17.97	20.88	14.57	13.73	12.55	15.15	11.42	17.65	15.26	11.85	17.16	15.84	13.92	13.42	12.63	12.75	12.17	14.99	14.66	13.55	12.92	12.92	16.11	19.04	12.95	13.23	13.53	13.47
178	28.11	31.56	33.85	45.09	23.33	23.58	37.28	45.67	38.98	30.15	29.99	23.98	31.76	35.74	19.64	37.54	32.39	26.27	27.06	24.57	25.96	26.21	20.84	20.25	26.13	38.29	25.93	25.61	48.75	46.30	39.30	32.49	33.09	31.56	22.94	18.51
179	22.75	26.76	27.74	33.84	22.57	35.35	17.66	26.83	25.07	24.84	24.32	18.17	27.78	36.35	18.06	23.80	25.04	32.70	33.66	30.46	23.92	27.08	36.01	21.29	23.28	27.13	29.60	24.46	23.88	32.75	25.59	29.67	25.94	26.80	23.73	19.62
180	16.16	15.83	9.83	16.43	8.42	14.87	17.45	14.17	13.94	16.15	18.45	10.88	13.61	10.19	7.27	8.81	13.04	11.94	16.13	9.79	5.90	11.12	10.79	9.73	12.51	11.46	19.77	11.95	10.86	15.08	15.11	14.63	10.20	15.56	10.58	10.77

Continúa en la siguiente página

Tabla 98

Datos de salida del modelo MLP: precipitación máxima diaria anual (mm) de 1981 a 2016 de las 499 subcuencas (continuación)

N.°	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
181	32.50	38.34	30.42	29.61	24.66	40.52	33.13	35.88	80.61	29.00	32.59	30.76	25.80	21.69	28.76	26.45	35.50	25.20	22.81	28.20	20.21	21.52	24.21	21.12	26.99	26.69	32.71	18.21	21.62	22.15	31.12	28.45	16.50	17.68	21.85	13.84
182	27.10	36.22	24.22	30.89	20.33	31.37	23.98	31.59	32.95	16.16	20.79	24.06	25.62	22.92	16.86	36.85	23.49	23.57	17.04	26.02	23.34	19.29	21.67	23.79	16.21	24.07	19.07	22.16	22.80	19.12	24.00	23.84	19.32	22.28	18.60	24.06
183	34.70	38.77	23.37	32.18	17.47	24.29	19.85	35.88	25.45	21.09	17.52	19.88	22.26	25.18	13.92	21.55	20.96	19.55	20.84	26.60	15.89	19.11	20.00	18.32	21.81	19.76	22.27	16.33	20.73	15.74	23.83	28.70	14.72	20.25	31.68	22.36
184	24.93	37.42	37.42	49.75	26.56	33.91	42.32	41.54	52.42	46.78	38.36	30.53	36.73	39.43	28.44	41.82	32.80	34.04	50.21	34.89	28.21	25.53	25.94	26.65	61.85	30.72	28.07	29.99	46.09	43.43	31.03	42.72	31.82	40.37	30.35	21.43
185	32.59	39.13	22.39	33.88	29.45	32.38	27.21	43.95	40.19	27.77	21.35	24.59	20.62	23.86	19.45	24.43	23.60	30.27	24.01	30.17	21.46	23.62	26.05	18.24	33.60	24.20	30.56	21.61	25.80	14.59	29.78	30.92	23.42	20.43	44.58	30.16
186	24.48	20.63	10.98	35.54	15.53	26.17	9.60	25.07	48.24	23.31	22.43	18.16	22.59	31.84	16.18	27.83	20.56	23.80	19.65	28.99	19.57	16.80	21.58	23.81	22.05	18.12	27.15	17.94	25.77	16.28	24.64	25.92	18.61	16.68	16.81	14.06
187	17.32	21.59	19.50	41.83	23.95	23.84	25.18	37.59	34.28	26.47	30.21	22.71	18.83	17.43	23.56	23.91	51.49	28.45	30.73	11.56	12.24	26.50	20.31	25.69	34.40	23.54	20.81	17.82	30.33	20.04	20.90	30.77	22.07	20.78	19.71	26.03
188	58.33	54.01	31.80	35.20	33.03	55.68	37.35	43.08	38.81	34.58	27.25	35.29	37.67	41.03	30.14	33.23	32.41	41.56	22.60	26.79	29.27	26.72	33.66	32.91	27.66	27.26	20.78	20.72	51.98	49.69	29.36	39.45	44.65	38.73	50.97	27.83
189	14.18	22.52	17.93	15.46	11.60	14.13	13.09	18.52	17.98	20.85	14.48	13.65	12.53	15.16	11.36	17.71	15.23	11.86	17.07	15.81	13.88	13.48	12.62	12.67	12.21	15.00	14.73	13.65	12.81	12.89	16.09	19.00	12.98	13.10	13.51	13.47
190	10.82	9.37	11.72	13.65	9.45	15.85	16.46	17.57	14.34	15.74	13.38	10.67	14.97	16.55	12.01	10.71	14.65	15.03	12.83	14.02	12.80	10.22	11.98	12.30	14.19	12.84	18.04	10.13	11.68	11.63	13.69	14.49	12.73	14.39	14.15	10.85
191	19.06	24.11	22.77	20.70	33.59	20.34	25.51	21.33	22.84	23.56	19.71	30.58	23.13	25.62	16.37	22.13	20.29	20.57	21.28	21.64	17.24	19.64	21.73	20.60	22.38	19.58	22.47	18.07	27.73	20.95	24.86	24.42	23.17	24.99	17.14	25.17
192	17.82	16.00	20.01	19.37	10.87	11.62	15.32	27.43	19.50	14.38	19.39	13.14	20.91	19.55	11.81	14.14	15.75	13.74	23.81	17.70	13.69	12.88	16.32	14.79	19.08	16.63	20.41	15.21	17.93	21.29	22.23	24.23	16.53	14.57	14.38	13.33
193	14.29	22.48	17.86	15.50	11.61	14.14	12.99	18.61	18.05	20.75	14.54	13.58	12.51	15.24	11.42	17.59	15.15	11.76	17.21	15.81	13.96	13.47	12.68	12.80	12.16	15.01	14.67	13.61	12.95	12.88	16.16	19.07	12.94	13.08	13.47	13.38
194	12.94	14.35	11.28	11.00	9.24	9.56	9.38	12.94	12.24	17.09	12.06	11.21	10.39	10.03	9.32	13.20	11.42	10.36	14.70	14.51	14.43	10.60	10.86	8.97	9.71	10.71	12.52	12.75	10.56	9.86	11.51	13.80	12.71	10.32	11.25	13.32
195	16.18	15.93	9.98	16.48	8.43	14.88	17.49	14.09	13.99	16.10	18.41	10.91	13.61	10.19	7.33	8.85	12.89	11.96	16.10	9.69	5.85	11.23	10.81	9.66	12.40	11.52	19.85	11.95	10.79	15.12	15.14	14.60	10.25	15.70	10.59	10.56
196	19.39	20.08	28.18	25.14	18.93	17.51	23.77	30.61	37.28	31.93	21.43	22.27	25.91	28.39	14.51	17.01	17.80	18.02	24.44	12.76	14.06	17.10	17.20	18.53	22.50	20.78	18.55	18.99	34.72	25.96	23.72	30.58	20.79	19.87	17.89	18.34
197	29.30	34.27	36.50	51.51	34.54	30.88	37.82	44.31	41.28	34.29	37.13	36.33	43.28	38.40	25.11	34.72	82.50	36.83	36.49	21.25	20.17	23.48	26.18	38.19	40.44	40.36	33.80	28.95	56.82	40.82	32.12	35.56	48.21	35.46	26.31	33.42
198	25.48	27.18	22.61	30.02	20.31	25.01	23.26	30.14	34.55	24.21	23.23	21.64	23.72	24.49	18.14	23.24	27.23	23.02	23.46	21.39	17.91	19.23	20.47	20.25	24.02	21.95	22.82	18.78	27.30	23.75	24.11	26.68	21.97	21.65	21.90	19.06
199	25.64	27.23	22.65	30.05	20.20	25.12	23.39	30.21	34.48	24.32	23.21	21.59	23.72	24.51	18.07	23.27	27.26	23.05	23.44	21.42	17.77	19.16	20.56	20.24	24.05	21.99	22.78	18.65	27.23	23.64	24.26	26.67	21.95	21.61	21.82	19.09
200	17.40	21.68	19.35	41.80	24.00	23.94	25.31	37.55	34.13	26.49	30.19	22.80	18.85	17.55	23.45	23.95	51.42	28.41	30.79	11.62	12.25	26.38	20.37	25.69	34.49	23.59	20.80	17.77	30.39	20.01	20.89	30.73	22.05	20.79	19.66	26.08
201	15.66	18.57	20.33	39.69	17.80	19.56	22.39	31.61	32.50	19.16	24.47	20.16	17.42	17.82	19.27	18.23	46.23	23.90	19.89	13.20	11.68	20.19	19.13	20.24	27.32	19.93	21.47	18.71	38.28	21.08	20.18	29.37	24.26	19.86	19.49	17.88
202	22.67	26.64	27.64	33.72	22.65	35.36	17.70	26.82	25.12	24.81	24.37	18.15	27.70	36.36	17.97	23.62	25.00	32.74	33.58	30.48	23.91	27.04	36.04	21.26	23.12	27.06	29.55	24.42	24.00	32.78	25.58	29.72	26.07	26.73	23.65	19.63
203	23.73	26.44	21.87	29.71	19.79	24.37	22.58	29.42	34.01	23.76	22.89	21.00	23.30	24.36	17.93	22.93	26.49	22.61	22.97	21.33	17.69	18.80	20.21	19.84	23.37	21.85	22.48	18.39	26.96	23.17	23.69	26.26	21.43	21.21	21.46	18.93
204	32.54	38.35	30.35	29.65	24.72	40.53	33.17	35.88	80.59	29.03	32.57	30.80	25.72	21.76	28.80	26.62	35.47	25.18	22.81	28.16	20.28	21.48	24.23	21.13	27.03	26.71	32.66	18.21	21.69	22.12	31.18	28.45	16.51	17.65	21.86	13.82
205	25.56	27.24	22.49	30.07	20.23	24.99	23.36	30.17	34.50	24.25	23.15	21.60	23.68	24.49	18.15	23.27	27.13	22.95	23.46	21.36	17.84	19.09	20.53	20.18	23.95	22.03	22.75	18.63	27.32	23.73	24.11	26.64	21.88	21.63	21.85	19.13
206	17.77	16.02	20.06	19.30	10.74	11.63	15.27	27.44	19.51	14.41	19.53	13.16	20.86	19.50	11.90	14.16	15.77	13.79	23.85	17.68	13.68	12.87	16.51	14.80	19.17	16.60	20.47	15.08	18.02	21.24	22.07	24.11	16.65	14.59	14.41	13.31
207	10.77	9.38	11.80	13.72	9.61	15.88	16.35	17.57	14.15	15.70	13.42	10.63	15.04	16.63	12.05	10.64	14.70	14.95	12.81	14.04	12.67	10.20	11.82	12.44	14.30	12.71	18.14	10.16	11.66	11.68	13.70	14.58	12.73	14.36	14.18	10.76
208	22.70	26.72	27.64	33.88	22.65	35.33	17.62	26.80	25.01	24.87	24.28	18.12	27.72	36.30	18.08	23.81	25.08	32.78	33.55	30.42	24.11	27.03	36.07	21.29	23.29	27.18	29.61	24.43	23.83	32.75	25.54	29.67	25.92	26.79	23.59	19.66
209	27.46	27.30	22.56	30.50	19.49	25.36	23.29	30.61	35.07	24.43	23.34	21.15	23.71	24.48	18.18	23.40	27.51	23.08	23.41	21.51	17.76	19.20	20.55	20.20	24.09	22.09	22.77	18.74	27.23	23.88	24.11	26.66	21.84	21.50	22.04	18.93
210	32.00	35.61	23.81	36.72	21.91	35.74	25.17	34.68	81.67	24.75	29.91	25.09	31.66	27.06	29.90	23.16	24.17	23.80	22.22	33.35	22.11	20.86	24.06	27.13	19.58	26.92	28.97	18.35	17.64	23.47	37.15	27.00	17.81	20.57	23.28	16.50
211	19.09	24.08	22.69	20.54	33.61	20.40	25.58	21.43	22.85	23.60	19.71	30.67	23.14	25.73	16.18	22.14	20.33	20.63	21.29	21.65	17.21	19.61	21.70	20.61	22.55	19.44	22.46	18.13	27.79	21.03	24.95	24.37	23.22	24.93	17.19	25.18
212	27.38	27.30	22.54	30.48	19.50	25.32	23.26	30.52	35.02	24.37	23.40	21.21	23.73	24.42	18.15	23.34	27.47	23.10	23.46	21.41	17.83	19.17	20.52	20.24	24.11	22.17	22.83	18.72	27.21	23.81	24.03	26.80	21.88	21.49	22.01	18.77
213	19.18	24.08	22.74	20.61	33.58	20.38	25.60	21.44	22.77	23.45	19.65	30.53	23.15	25.60	16.28	22.13	20.30	20.60	21.32	21.66	17.30	19.59	21.76	20.48	22.51	19.62	22.51	18.14	27.71	20.95	24.78	24.45	23.15	24.86	17.15	25.27
214	24.45	20.62	10.99	35.40	15.57	26.28	9.59	25.03	48.24	23.31	22.49	18.19	22.66	31.84	16.25	27.82	20.53	23.81	19.60	29.03	19.60	16.84	21.64	23.96	22.01	18.15	27.18	17.88	25.77	16.23	24.62	25.87	18.60	16.72	16.90	14.06
215	9.95	17.66	11.88	14.69	10.56	9.60	11.09	13.96	14.28	12.18	12.45	11.57	16.09	11.05	8.96	11.95	12.90	12.87	14.68	8.26	7.27	10.26	10.22	9.97	11.26	8.02	11.61	10.08	16.78	15.13	11.69	13.99	11.87	10.30	10.31	10.87
216	28.07	31.60	33.78	45.02	23.23	23.47	37.21	45.74	38.97	30.12	29.95	24.03	31.70	35.82	19.58	37.46	32.34	26.25	27.07	24.57	25.98	26.28	20.87	20.08	26.15	38.36	25.82	25.50	48.62	46.38	39.26	32.56	33.16	31.68	23.08	18.50

Continúa en la siguiente página

Tabla 98

Datos de salida del modelo MLP: precipitación máxima diaria anual (mm) de 1981 a 2016 de las 499 subcuencas (continuación)

N.°	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
217	25.61	27.30	22.61	30.07	20.14	25.00	23.41	30.18	34.41	24.33	23.18	21.66	23.80	24.46	18.19	23.25	27.27	23.00	23.49	21.42	17.89	19.22	20.58	20.26	24.04	22.06	22.74	18.68	27.35	23.72	24.08	26.52	21.99	21.60	21.78	19.16
218	58.21	53.91	31.83	35.11	32.97	55.68	37.31	43.19	38.92	34.59	27.40	35.20	37.63	41.08	30.20	33.32	32.44	41.63	22.48	26.92	29.22	26.72	33.63	33.02	27.64	27.18	20.85	20.83	52.07	49.77	29.26	39.52	44.67	38.72	51.01	27.90
219	23.76	26.46	21.90	29.74	19.71	24.44	22.60	29.47	34.11	23.70	22.82	20.81	23.23	24.39	17.91	22.94	26.64	22.55	23.06	21.27	17.76	18.82	20.33	19.84	23.39	21.75	22.53	18.32	26.96	23.10	23.52	26.34	21.56	21.25	21.46	18.95
220	24.99	37.32	37.47	49.72	26.58	33.95	42.29	41.47	52.49	46.86	38.30	30.67	36.62	39.29	28.39	41.94	32.82	33.99	50.33	34.93	28.22	25.46	25.87	26.72	61.93	30.72	28.05	30.01	46.14	43.55	31.05	42.71	31.83	40.43	30.32	21.40
221	32.58	38.34	30.44	29.66	24.75	40.54	33.27	36.02	80.58	29.03	32.55	30.84	25.80	21.62	28.78	26.47	35.55	25.12	22.77	28.17	20.29	21.48	24.19	21.09	27.03	26.76	32.70	18.24	21.67	22.11	31.15	28.46	16.58	17.56	21.84	13.95
222	14.17	22.55	17.91	15.42	11.63	14.23	13.07	18.63	18.04	20.84	14.46	13.59	12.51	15.10	11.40	17.65	15.17	11.74	17.12	15.90	13.92	13.35	12.63	12.78	12.24	14.97	14.57	13.65	12.89	12.82	16.10	19.15	13.01	13.15	13.42	13.45
223	27.41	27.39	22.67	30.45	19.58	25.33	23.29	30.59	35.04	24.33	23.40	21.24	23.70	24.51	18.31	23.40	27.54	23.22	23.47	21.42	17.79	19.13	20.41	20.21	24.10	22.10	22.80	18.71	27.19	23.83	24.12	26.78	21.82	21.34	22.05	18.81
224	19.40	20.12	28.21	25.12	18.99	17.54	23.76	30.64	37.31	31.90	21.44	22.38	25.87	28.37	14.54	17.00	17.84	18.02	24.44	12.87	13.97	17.16	17.13	18.57	22.46	20.83	18.48	19.10	34.73	25.93	23.66	30.58	20.70	19.92	17.94	18.22
225	25.07	37.31	37.41	49.74	26.75	34.04	42.24	41.41	52.45	46.88	38.34	30.60	36.79	39.18	28.36	41.88	32.83	33.90	50.30	34.92	28.16	25.55	26.00	26.67	61.80	30.74	28.06	30.01	46.20	43.42	30.98	42.70	31.87	40.48	30.26	21.45
226	27.21	36.24	24.15	30.96	20.39	31.40	23.77	31.45	32.93	16.15	20.84	24.04	25.63	22.94	16.92	36.73	23.34	23.53	17.12	25.97	23.41	19.31	21.60	23.78	16.28	24.13	19.14	22.15	22.66	19.05	24.05	23.90	19.27	22.30	18.59	24.03
227	25.60	27.17	22.61	30.10	20.18	25.05	23.46	30.17	34.48	24.27	23.25	21.59	23.74	24.57	18.17	23.25	27.19	23.05	23.39	21.42	17.81	19.16	20.56	20.23	24.05	21.98	22.85	18.65	27.32	23.74	24.12	26.65	21.91	21.67	21.89	19.14
228	34.74	38.77	23.45	32.12	17.50	24.23	19.72	35.85	25.50	21.15	17.50	19.97	22.19	25.24	14.04	21.40	21.06	19.44	20.77	26.49	15.94	19.16	20.19	18.21	21.85	19.65	22.20	16.38	20.77	15.94	23.82	28.77	14.55	20.36	31.64	22.44
229	27.35	27.37	22.68	30.47	19.60	25.22	23.25	30.53	35.00	24.26	23.35	21.22	23.85	24.55	18.26	23.39	27.50	23.19	23.51	21.59	17.75	19.10	20.50	20.25	24.16	22.13	22.88	18.73	27.23	23.84	24.06	26.73	21.81	21.47	22.17	18.84
230	27.38	27.27	22.68	30.56	19.56	25.25	23.30	30.60	35.04	24.29	23.41	21.19	23.80	24.50	18.22	23.37	27.47	23.17	23.53	21.43	17.76	19.12	20.45	20.07	24.11	22.11	22.86	18.67	27.32	23.83	24.13	26.74	21.89	21.47	22.00	18.82
231	27.39	27.26	22.62	30.54	19.47	25.29	23.26	30.60	35.13	24.21	23.46	21.18	23.68	24.52	18.24	23.28	27.57	23.17	23.54	21.46	17.82	19.04	20.45	20.24	24.04	22.05	22.87	18.62	27.31	23.84	24.15	26.70	21.91	21.43	22.10	18.88
232	19.07	24.11	22.80	20.71	33.62	20.46	25.62	21.49	22.91	23.54	19.55	30.72	23.03	25.66	16.20	22.05	20.30	20.59	21.18	21.62	17.23	19.49	21.68	20.59	22.42	19.57	22.43	18.10	27.79	20.92	24.78	24.36	23.19	25.02	17.20	25.12
233	15.69	18.57	20.25	39.66	17.71	19.56	22.50	31.67	32.35	19.04	24.46	20.13	17.29	17.78	19.16	18.25	46.26	23.96	19.91	13.15	11.66	20.21	19.18	20.19	27.19	20.03	21.48	18.80	38.28	21.12	20.18	29.42	24.29	19.91	19.44	17.83
234	32.00	35.57	23.73	36.58	21.95	35.71	25.18	34.77	81.63	24.96	29.98	25.14	31.69	27.03	29.88	23.11	24.14	23.68	22.30	33.38	22.12	20.89	24.13	27.15	19.62	26.81	28.95	18.32	17.50	23.42	37.24	26.83	17.83	20.58	23.18	16.49
235	28.08	31.62	33.79	45.00	23.31	23.50	37.24	45.64	38.95	30.20	29.98	23.97	31.80	35.81	19.60	37.34	32.40	26.19	27.03	24.48	25.91	26.30	20.86	20.20	26.20	38.33	25.92	25.56	48.67	46.36	39.33	32.50	33.11	31.59	22.96	18.48
236	16.25	15.88	9.83	16.43	8.38	14.87	17.54	14.15	14.03	16.25	18.45	10.99	13.58	10.09	7.13	8.76	12.90	11.95	16.08	9.76	5.85	11.19	10.80	9.63	12.41	11.44	19.82	11.96	10.78	15.08	15.05	14.56	10.23	15.53	10.66	10.65
237	9.98	17.69	11.87	14.74	10.48	9.63	11.03	13.87	14.40	12.28	12.48	11.58	16.21	11.07	8.99	11.98	12.93	12.97	14.67	8.21	7.29	10.29	10.17	9.93	11.26	8.04	11.41	10.20	16.77	15.13	11.72	14.07	11.75	10.28	10.24	10.89
238	25.52	27.29	22.54	29.99	20.19	25.05	23.36	30.19	34.51	24.31	23.27	21.59	23.77	24.58	18.11	23.23	27.20	23.12	23.36	21.40	17.85	19.11	20.45	20.22	24.05	21.99	22.79	18.59	27.21	23.66	24.10	26.61	21.91	21.60	21.90	19.05
239	19.00	24.10	22.78	20.59	33.59	20.38	25.54	21.32	22.78	23.54	19.53	30.76	23.08	25.80	16.32	22.16	20.33	20.55	21.32	21.61	17.27	19.69	21.64	20.54	22.55	19.53	22.50	18.15	27.69	20.98	24.82	24.38	23.12	24.81	17.17	25.20
240	24.42	20.71	11.08	35.40	15.54	26.16	9.62	25.09	48.28	23.29	22.43	18.20	22.56	31.96	16.20	27.78	20.54	23.80	19.61	29.07	19.56	16.88	21.72	23.90	22.05	18.11	27.11	17.92	25.73	16.29	24.60	25.87	18.51	16.72	16.85	14.02
241	27.41	27.36	22.65	30.49	19.50	25.34	23.19	30.57	35.04	24.29	23.43	21.23	23.71	24.50	18.24	23.36	27.53	23.11	23.54	21.43	17.84	19.13	20.49	20.24	24.14	22.12	22.79	18.69	27.23	23.83	24.13	26.76	21.86	21.48	22.13	18.78
242	34.76	38.67	23.39	32.15	17.53	24.32	19.74	35.83	25.64	21.03	17.50	19.81	22.20	25.17	13.93	21.49	21.06	19.48	20.76	26.51	15.97	19.22	20.07	18.22	21.96	19.72	22.26	16.51	20.86	15.86	23.85	28.88	14.70	20.23	31.72	22.45
243	27.03	36.30	24.31	30.86	20.32	31.41	23.96	31.52	32.87	16.18	20.75	24.07	25.65	22.94	16.86	36.85	23.42	23.52	17.14	26.04	23.40	19.31	21.67	23.82	16.18	24.10	19.08	22.16	22.66	19.21	24.06	23.89	19.38	22.22	18.55	24.05
244	22.70	26.59	27.70	33.82	22.55	35.40	17.68	26.84	25.16	24.86	24.31	17.95	27.74	36.39	17.97	23.84	25.09	32.76	33.55	30.45	23.94	27.08	36.06	21.26	23.22	27.14	29.51	24.55	23.79	32.78	25.61	29.72	25.96	26.67	23.69	19.60
245	31.95	35.55	23.68	36.63	21.94	35.79	25.15	34.64	81.68	24.83	30.05	25.10	31.63	27.02	29.84	23.11	24.12	23.67	22.26	33.29	22.11	20.88	24.05	27.23	19.55	26.88	28.86	18.40	17.45	23.47	37.25	26.92	17.80	20.62	23.27	16.42
246	27.06	36.16	24.19	30.83	20.27	31.34	23.92	31.39	32.93	16.20	20.81	24.08	25.65	23.00	16.96	36.80	23.33	23.57	17.02	26.07	23.46	19.22	21.63	23.81	16.18	24.07	19.22	22.13	22.69	19.22	24.06	23.83	19.28	22.23	18.55	23.94
247	22.79	26.61	27.60	33.88	22.56	35.38	17.66	26.85	25.05	24.81	24.33	18.15	27.78	36.30	18.13	23.80	25.04	32.76	33.57	30.46	23.94	27.02	36.09	21.28	23.21	27.13	29.55	24.47	23.90	32.75	25.69	29.61	25.95	26.78	23.65	19.67
248	28.05	31.64	33.72	44.94	23.36	23.61	37.19	45.66	39.01	30.20	29.91	23.96	31.77	35.80	19.61	37.51	32.36	26.28	27.25	24.60	25.99	26.30	20.96	20.10	26.26	38.36	25.90	25.55	48.82	46.30	39.39	32.54	33.07	31.55	23.06	18.53
249	27.08	36.26	24.23	30.84	20.32	31.29	23.88	31.57	32.85	16.13	20.77	24.05	25.65	22.97	16.96	36.84	23.35	23.56	17.09	26.01	23.46	19.32	21.68	23.81	16.20	24.09	19.18	22.17	22.65	19.12	24.04	23.89	19.25	22.16	18.58	24.13
250	31.97	35.60	23.64	36.55	21.97	35.71	25.13	34.81	81.72	24.85	30.02	25.20	31.62	27.11	29.83	23.21	24.16	23.77	22.32	33.34	22.23	20.89	24.02	27.21	19.60	26.87	28.95	18.36	17.61	23.45	37.20	26.90	17.81	20.63	23.27	16.56
251	22.72	26.61	27.74	33.70	22.57	35.31	17.62	26.71	25.04	24.89	24.34	18.10	27.82	36.34	18.18	23.77	25.03	32.84	33.58	30.45	23.97	27.02	36.08	21.33	23.16	27.13	29.55	24.49	23.94	32.68	25.64	29.69	26.05	26.68	23.53	19.62
252	27.19	36.21	24.24	30.89	20.34	31.47	23.87	31.56	32.85	16.25	20.71	24.10	25.71	22.99	16.90	36.82	23.40	23.59	17.09	26.03	23.43	19.23	21.65	23.80	16.27	24.04	19.15	22.18	22.68	19.15	23.96	23.92	19.28	22.23	18.63	24.01

Continúa en la siguiente página

Tabla 98

Datos de salida del modelo MLP: precipitación máxima diaria anual (mm) de 1981 a 2016 de las 499 subcuencas (continuación)

N.°	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
253	12.92	14.36	11.31	11.14	9.34	9.58	9.43	12.91	12.20	17.21	12.05	11.32	10.35	9.93	9.22	13.35	11.50	10.35	14.74	14.59	14.50	10.75	10.92	8.97	9.63	10.67	12.42	12.74	10.50	9.84	11.50	13.97	12.68	10.48	11.14	13.46
254	34.74	38.70	23.36	32.20	17.44	24.33	19.76	35.85	25.58	21.04	17.61	19.89	22.25	25.21	13.90	21.52	21.04	19.37	20.96	26.52	16.01	19.19	19.92	18.21	21.88	19.66	22.34	16.42	20.76	15.79	23.95	28.79	14.67	20.26	31.64	22.48
255	28.14	31.62	33.80	44.96	23.24	23.53	37.16	45.71	38.94	30.20	29.95	23.98	31.72	35.74	19.65	37.39	32.34	26.30	27.09	24.68	25.98	26.25	20.78	20.15	26.20	38.38	25.85	25.55	48.71	46.26	39.42	32.60	33.13	31.57	23.01	18.47
256	10.81	9.39	11.71	13.68	9.65	15.84	16.42	17.65	14.23	15.66	13.40	10.63	15.04	16.65	12.15	10.54	14.76	14.90	12.74	14.13	12.69	10.22	11.91	12.31	14.23	12.69	18.10	10.18	11.71	11.68	13.75	14.55	12.87	14.37	14.06	10.80
257	32.71	39.02	22.61	33.91	29.36	32.50	27.32	44.00	40.08	27.89	21.41	24.47	20.59	23.87	19.52	24.43	23.59	30.32	24.01	30.28	21.51	23.62	26.04	18.31	33.62	24.17	30.59	21.67	25.70	14.70	29.78	30.93	23.31	20.44	44.65	30.26
258	10.76	9.29	11.77	13.79	9.63	15.81	16.51	17.53	14.29	15.65	13.32	10.61	15.03	16.58	12.13	10.69	14.74	14.92	12.84	14.02	12.68	10.26	11.88	12.28	14.18	12.78	18.08	10.19	11.74	11.64	13.70	14.57	12.75	14.23	14.14	10.75
259	19.47	20.03	28.13	25.16	19.02	17.45	23.76	30.59	37.35	31.92	21.46	22.29	25.86	28.34	14.45	17.04	17.80	18.04	24.37	12.78	14.08	17.14	17.13	18.48	22.55	20.75	18.52	19.11	34.71	25.93	23.69	30.56	20.83	19.91	17.87	18.26
260	23.76	26.41	21.90	29.72	19.67	24.37	22.52	29.41	33.98	23.73	22.80	20.96	23.24	24.42	17.96	22.83	26.50	22.66	22.99	21.21	17.69	18.72	20.37	19.93	23.42	21.80	22.53	18.31	26.87	23.07	23.73	26.34	21.43	21.15	21.41	18.92
261	17.49	21.50	19.59	41.87	23.90	23.83	25.19	37.60	34.30	26.59	30.23	22.72	18.72	17.59	23.53	23.93	51.54	28.53	30.72	11.70	12.25	26.52	20.32	25.69	34.42	23.53	20.76	17.81	30.36	20.10	20.90	30.72	22.09	20.72	19.70	26.08
262	12.92	14.26	11.34	10.97	9.33	9.56	9.41	12.85	12.19	17.19	12.09	11.34	10.35	9.97	9.21	13.23	11.40	10.25	14.75	14.55	14.39	10.66	10.76	8.94	9.52	10.71	12.42	12.68	10.51	9.80	11.43	13.82	12.73	10.36	11.23	13.37
263	19.36	20.06	28.14	25.10	18.95	17.46	23.72	30.65	37.33	31.91	21.39	22.38	25.82	28.34	14.57	17.03	17.78	18.00	24.41	12.84	14.00	17.13	17.17	18.54	22.46	20.81	18.43	19.03	34.84	25.93	23.66	30.58	20.67	19.95	17.97	18.31
264	32.58	38.37	30.41	29.61	24.75	40.50	33.20	36.00	80.67	28.87	32.60	30.83	25.75	21.79	28.75	26.50	35.47	25.23	22.80	28.22	20.22	21.53	24.18	21.09	26.93	26.77	32.66	18.20	21.59	22.26	31.15	28.42	16.56	17.74	21.84	13.88
265	12.94	14.27	11.29	11.12	9.28	9.53	9.30	12.94	12.19	17.06	12.06	11.23	10.39	10.01	9.21	13.30	11.43	10.19	14.73	14.53	14.48	10.68	10.80	8.97	9.67	10.69	12.48	12.74	10.45	9.89	11.48	13.89	12.74	10.47	11.22	13.38
266	12.98	14.36	11.39	11.08	9.23	9.62	9.43	12.89	12.09	17.20	12.09	11.27	10.32	9.94	9.23	13.29	11.49	10.26	14.74	14.48	14.51	10.69	10.81	9.01	9.64	10.61	12.42	12.75	10.46	9.92	11.41	13.87	12.70	10.48	11.14	13.38
267	58.22	53.82	31.90	35.09	33.02	55.71	37.37	43.24	38.92	34.56	27.28	35.20	37.63	40.97	30.09	33.27	32.48	41.61	22.44	26.94	29.30	26.74	33.63	32.97	27.67	27.20	20.88	20.72	51.96	49.77	29.25	39.56	44.61	38.67	51.05	27.83
268	28.08	31.66	33.84	45.07	23.35	23.58	37.30	45.70	38.91	30.21	30.04	23.94	31.79	35.85	19.68	37.55	32.43	26.23	27.28	24.55	26.00	26.37	20.86	20.15	26.21	38.35	25.86	25.59	48.64	46.27	39.43	32.63	33.05	31.54	23.09	18.47
269	24.44	20.63	10.97	35.51	15.55	26.18	9.66	25.13	48.18	23.27	22.47	18.19	22.69	31.98	16.24	27.85	20.47	23.81	19.65	29.04	19.49	16.85	21.62	23.77	22.01	18.14	27.16	17.94	25.76	16.32	24.67	25.85	18.58	16.78	16.91	14.05
270	32.52	38.41	30.50	29.56	24.70	40.58	33.24	35.89	80.65	28.92	32.64	30.74	25.85	21.79	28.78	26.51	35.57	25.19	22.73	28.21	20.19	21.51	24.18	21.09	27.04	26.72	32.67	18.21	21.65	22.16	31.09	28.60	16.45	17.73	21.82	13.78
271	17.34	21.54	19.49	41.74	23.96	23.91	25.24	37.57	34.14	26.51	30.25	22.81	18.83	17.48	23.58	24.02	51.50	28.55	30.69	11.60	12.13	26.34	20.27	25.64	34.45	23.57	20.77	17.81	30.37	20.02	20.93	30.72	22.17	20.75	19.59	26.04
272	15.65	18.53	20.30	39.67	17.61	19.56	22.37	31.61	32.39	19.18	24.62	20.13	17.44	17.76	19.18	18.30	46.26	23.80	20.00	13.16	11.65	20.29	19.19	20.24	27.30	19.99	21.45	18.77	38.32	21.11	20.16	29.46	24.17	19.77	19.49	17.98
273	17.32	21.54	19.54	41.81	23.89	23.91	25.29	37.54	34.25	26.54	30.20	22.69	18.74	17.47	23.58	23.96	51.51	28.50	30.77	11.58	12.33	26.45	20.38	25.75	34.46	23.60	20.77	17.80	30.40	20.03	20.98	30.68	22.01	20.78	19.70	26.05
274	31.98	35.64	23.69	36.73	21.97	35.74	25.11	34.64	81.77	24.90	29.95	25.08	31.69	27.12	29.85	23.23	24.28	23.71	22.33	33.31	22.17	20.88	24.07	27.23	19.57	26.85	28.94	18.41	17.52	23.51	37.30	26.92	17.74	20.53	23.21	16.60
275	19.05	24.14	22.67	20.55	33.57	20.28	25.64	21.37	22.79	23.50	19.60	30.69	23.22	25.80	16.30	22.12	20.33	20.65	21.22	21.64	17.24	19.63	21.68	20.49	22.42	19.51	22.53	18.11	27.69	20.93	24.77	24.38	23.20	24.96	17.18	25.23
276	10.83	9.28	11.79	13.76	9.52	15.88	16.46	17.57	14.22	15.68	13.29	10.65	15.09	16.61	12.11	10.54	14.74	14.86	12.84	14.15	12.69	10.29	11.78	12.24	14.39	12.67	18.18	10.05	11.63	11.62	13.59	14.55	12.81	14.35	14.11	10.94
277	27.15	36.26	24.17	30.90	20.30	31.39	23.82	31.45	32.92	16.21	20.78	24.02	25.62	22.96	16.93	36.90	23.37	23.61	17.11	25.99	23.37	19.28	21.75	23.77	16.28	24.24	19.18	22.25	22.69	19.13	24.00	23.86	19.30	22.21	18.50	24.07
278	19.02	23.99	22.65	20.63	33.63	20.30	25.57	21.37	22.86	23.54	19.75	30.61	23.09	25.74	16.21	22.09	20.35	20.57	21.22	21.64	17.19	19.60	21.66	20.53	22.41	19.64	22.55	18.03	27.82	20.99	24.87	24.46	23.20	24.97	17.19	25.10
279	19.06	24.14	22.69	20.58	33.66	20.34	25.58	21.32	22.78	23.58	19.65	30.63	23.25	25.71	16.30	22.13	20.31	20.66	21.14	21.51	17.19	19.62	21.77	20.59	22.52	19.62	22.44	18.02	27.75	21.00	24.81	24.39	23.20	24.93	17.09	25.25
280	12.99	14.29	11.30	11.07	9.17	9.63	9.44	12.88	12.16	17.12	12.05	11.29	10.35	10.07	9.19	13.33	11.45	10.37	14.86	14.55	14.44	10.67	10.87	9.03	9.58	10.71	12.43	12.74	10.41	9.79	11.58	13.97	12.71	10.45	11.19	13.45
281	28.12	31.68	33.77	45.00	23.27	23.55	37.27	45.63	38.89	30.22	29.94	24.09	31.75	35.85	19.60	37.44	32.41	26.27	27.18	24.57	25.98	26.21	20.90	20.18	26.16	38.34	25.79	25.65	48.64	46.27	39.33	32.49	33.10	31.56	23.05	18.46
282	32.70	39.02	22.47	33.91	29.40	32.42	27.23	43.99	40.10	27.82	21.32	24.43	20.65	23.76	19.45	24.37	23.53	30.10	24.11	30.22	21.51	23.68	25.99	18.25	33.73	24.18	30.52	21.60	25.76	14.62	29.67	31.00	23.37	20.55	44.54	30.13
283	10.01	17.80	11.90	14.64	10.47	9.70	11.04	13.87	14.37	12.25	12.48	11.57	16.20	11.17	8.96	11.93	13.01	13.02	14.65	8.26	7.21	10.26	10.27	10.04	11.34	8.01	11.54	10.13	16.80	15.07	11.63	13.99	11.85	10.31	10.33	10.75
284	27.05	36.31	24.18	30.78	20.37	31.39	23.79	31.55	32.93	16.20	20.79	24.06	25.64	22.99	16.92	36.81	23.37	23.59	17.06	26.08	23.37	19.29	21.66	23.80	16.26	24.15	19.09	22.22	22.70	19.13	23.96	23.82	19.34	22.20	18.61	24.00
285	10.81	9.34	11.80	13.73	9.68	15.91	16.43	17.71	14.30	15.74	13.42	10.61	15.12	16.62	12.07	10.56	14.59	14.92	12.85	14.05	12.74	10.29	11.83	12.28	14.22	12.73	18.05	10.12	11.64	11.55	13.71	14.69	12.77	14.28	14.09	10.85
286	27.10	36.16	24.25	30.81	20.33	31.42	23.87	31.50	32.89	16.21	20.75	24.13	25.65	22.85	16.98	36.76	23.35	23.53	17.13	26.04	23.39	19.21	21.59	23.76	16.22	24.05	19.12	22.08	22.66	19.13	24.03	23.84	19.38	22.28	18.53	24.03
287	19.35	20.08	28.14	25.21	18.97	17.46	23.74	30.66	37.37	31.89	21.44	22.27	25.86	28.32	14.47	17.05	17.76	17.93	24.42	12.79	14.08	17.16	17.17	18.70	22.44	20.88	18.48	19.08	34.76	25.94	23.63	30.69	20.75	19.90	17.91	18.23
288	24.42	20.57	11.05	35.43	15.51	26.22	9.56	25.08	48.33	23.32	22.39	18.17	22.67	31.91	16.29	27.79	20.53	23.80	19.66	28.98	19.63	16.87	21.69	23.77	22.06	18.20	27.14	17.92	25.78	16.25	24.56	25.92	18.54	16.69	16.87	14.01

Continúa en la siguiente página

Tabla 98

Datos de salida del modelo MLP: precipitación máxima diaria anual (mm) de 1981 a 2016 de las 499 subcuencas (continuación)

N.°	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
289	34.74	38.65	23.45	32.15	17.37	24.34	19.75	35.91	25.60	21.11	17.54	19.92	22.22	25.14	13.92	21.57	20.97	19.50	20.87	26.43	15.95	19.07	20.06	18.21	21.86	19.60	22.34	16.36	20.78	15.78	23.87	28.75	14.67	20.25	31.69	22.56
290	28.10	31.58	33.83	45.04	23.33	23.52	37.28	45.60	38.95	30.25	29.98	23.92	31.71	35.82	19.69	37.45	32.45	26.25	27.06	24.55	25.99	26.29	20.83	20.05	26.25	38.40	25.88	25.67	48.74	46.31	39.37	32.54	33.13	31.54	23.13	18.50
291	28.13	31.68	33.76	44.88	23.31	23.66	37.25	45.60	38.93	30.24	30.04	23.92	31.72	35.85	19.65	37.52	32.46	26.20	27.09	24.57	25.99	26.28	20.86	20.14	26.26	38.34	25.85	25.54	48.69	46.31	39.36	32.62	33.06	31.59	22.97	18.53
292	14.28	22.54	17.91	15.45	11.62	14.25	13.04	18.55	17.93	20.80	14.40	13.57	12.48	15.15	11.49	17.69	15.13	11.87	17.16	15.89	13.94	13.45	12.68	12.70	12.15	15.01	14.68	13.67	13.02	12.90	16.03	19.09	13.02	13.13	13.45	13.46
293	34.70	38.69	23.40	32.23	17.42	24.26	19.69	35.97	25.57	21.14	17.56	19.98	22.12	25.17	13.91	21.50	21.05	19.51	20.80	26.52	16.01	19.11	20.03	18.29	21.88	19.61	22.33	16.32	20.84	15.79	23.92	28.84	14.70	20.23	31.67	22.51
294	19.08	24.16	22.67	20.59	33.62	20.41	25.64	21.35	22.87	23.49	19.65	30.67	23.10	25.67	16.27	22.12	20.33	20.64	21.18	21.68	17.23	19.61	21.66	20.58	22.44	19.62	22.46	18.21	27.73	20.95	24.87	24.39	23.23	24.99	17.17	25.22
295	58.27	53.88	31.93	35.14	33.03	55.70	37.22	43.19	38.94	34.63	27.29	35.32	37.70	41.04	30.10	33.24	32.45	41.68	22.54	26.87	29.34	26.70	33.73	32.97	27.63	27.18	20.87	20.67	52.04	49.77	29.27	39.52	44.62	38.78	51.05	27.81
296	19.35	19.99	28.22	25.15	19.03	17.50	23.80	30.59	37.28	31.97	21.49	22.31	25.84	28.30	14.48	17.14	17.88	18.00	24.37	12.78	14.03	17.05	17.11	18.44	22.56	20.83	18.50	19.14	34.69	25.94	23.66	30.55	20.76	19.89	17.88	18.29
297	19.50	20.12	28.23	25.05	19.00	17.49	23.76	30.70	37.34	31.93	21.55	22.32	25.83	28.46	14.49	17.00	17.84	17.96	24.36	12.85	14.03	17.04	17.20	18.50	22.58	20.85	18.52	19.09	34.78	26.02	23.67	30.50	20.76	19.86	17.94	18.30
298	19.40	20.10	28.20	25.20	18.93	17.41	23.74	30.67	37.35	31.87	21.43	22.29	25.80	28.33	14.53	17.01	17.94	17.92	24.40	12.71	14.02	17.04	17.18	18.56	22.59	20.88	18.46	19.12	34.79	25.81	23.63	30.63	20.76	19.85	17.97	18.31
299	23.67	26.48	21.86	29.78	19.75	24.42	22.56	29.40	34.00	23.78	22.75	20.91	23.23	24.44	17.90	22.99	26.57	22.62	23.03	21.29	17.71	18.78	20.35	19.85	23.44	21.80	22.50	18.33	26.91	23.06	23.67	26.24	21.39	21.16	21.48	18.93
300	10.08	17.68	11.89	14.64	10.56	9.66	11.08	13.82	14.38	12.23	12.51	11.66	16.12	11.19	8.97	11.90	12.95	12.94	14.68	8.30	7.31	10.19	10.15	9.96	11.16	8.06	11.50	10.06	16.80	15.15	11.59	14.11	11.75	10.24	10.20	10.86
301	17.41	21.63	19.49	41.71	23.94	23.84	25.30	37.49	34.21	26.56	30.17	22.68	18.75	17.45	23.51	23.98	51.45	28.55	30.80	11.65	12.11	26.49	20.43	25.69	34.31	23.60	20.85	17.73	30.32	19.98	20.93	30.76	22.14	20.74	19.65	26.07
302	32.53	38.37	30.55	29.55	24.78	40.46	33.15	35.93	80.68	28.99	32.55	30.70	25.84	21.77	28.72	26.55	35.36	25.15	22.77	28.08	20.22	21.34	24.23	21.09	26.98	26.71	32.55	18.17	21.54	22.21	31.12	28.48	16.57	17.75	21.82	13.86
303	28.12	31.62	33.86	45.05	23.26	23.56	37.19	45.68	38.87	30.15	29.96	23.88	31.77	35.78	19.61	37.48	32.36	26.16	27.12	24.61	25.97	26.33	20.88	20.06	26.26	38.36	25.85	25.63	48.68	46.20	39.50	32.63	33.16	31.59	23.10	18.51
304	19.40	20.07	28.17	25.15	18.95	17.46	23.73	30.66	37.40	31.94	21.40	22.32	25.82	28.39	14.49	17.02	17.78	17.99	24.37	12.74	14.09	17.03	17.34	18.53	22.43	20.72	18.47	19.11	34.81	25.86	23.64	30.63	20.83	19.97	17.92	18.20
305	27.99	31.58	33.79	45.00	23.35	23.53	37.15	45.63	38.89	30.24	29.98	24.00	31.67	35.80	19.65	37.47	32.39	26.22	27.09	24.50	26.01	26.25	20.83	20.17	26.21	38.42	25.83	25.55	48.67	46.29	39.36	32.61	33.13	31.64	23.06	18.44
306	10.73	9.32	11.78	13.74	9.55	15.89	16.45	17.61	14.30	15.64	13.33	10.65	15.10	16.53	11.99	10.66	14.69	14.98	12.83	14.12	12.70	10.25	11.82	12.33	14.32	12.75	18.17	10.16	11.63	11.62	13.75	14.54	12.68	14.28	14.06	10.76
307	27.03	36.24	24.21	30.87	20.29	31.35	23.87	31.39	32.99	16.11	20.77	24.04	25.62	22.99	16.92	36.86	23.44	23.62	17.13	26.14	23.37	19.35	21.61	23.80	16.26	24.08	19.10	22.16	22.68	19.12	24.01	23.87	19.28	22.21	18.47	24.09
308	25.00	37.43	37.41	49.72	26.55	34.07	42.28	41.48	52.38	46.88	38.39	30.48	36.76	39.24	28.37	41.91	32.87	34.00	50.34	34.95	28.25	25.57	25.89	26.61	61.91	30.75	28.02	29.99	46.21	43.31	31.00	42.71	31.82	40.40	30.36	21.47
309	25.03	37.37	37.42	49.68	26.65	34.01	42.32	41.41	52.50	46.94	38.37	30.62	36.68	39.32	28.43	41.92	32.81	34.02	50.27	34.92	28.19	25.54	25.97	26.64	61.76	30.80	28.05	30.07	46.20	43.46	30.99	42.74	31.86	40.32	30.28	21.46
310	27.01	36.22	24.24	30.82	20.33	31.37	23.87	31.48	32.90	16.20	20.62	24.15	25.59	23.01	16.94	36.85	23.36	23.56	17.05	26.08	23.46	19.18	21.68	23.77	16.28	24.10	19.12	22.19	22.71	19.15	24.10	23.86	19.31	22.24	18.53	24.06
311	19.06	24.12	22.61	20.61	33.60	20.32	25.49	21.40	22.82	23.57	19.61	30.56	23.22	25.69	16.21	22.17	20.18	20.55	21.27	21.64	17.17	19.62	21.79	20.49	22.40	19.55	22.44	18.10	27.83	20.91	24.83	24.37	23.12	24.93	17.20	25.22
312	16.29	15.82	9.87	16.44	8.36	14.95	17.42	14.12	14.02	16.24	18.47	10.99	13.65	10.09	7.26	8.78	12.96	11.97	16.03	9.70	5.87	11.22	10.78	9.60	12.48	11.53	19.74	11.91	10.79	15.11	15.26	14.62	10.19	15.59	10.54	10.78
313	32.06	35.62	23.69	36.70	21.96	35.76	25.15	34.69	81.69	24.82	29.94	25.10	31.67	27.04	29.88	23.17	24.26	23.66	22.29	33.31	22.18	20.87	24.10	27.25	19.69	26.86	28.90	18.36	17.46	23.38	37.28	26.99	17.81	20.61	23.23	16.47
314	28.12	31.63	33.75	45.03	23.28	23.63	37.22	45.68	38.95	30.20	29.94	23.98	31.73	35.78	19.73	37.52	32.36	26.28	27.11	24.63	26.05	26.18	20.90	20.11	26.15	38.43	25.86	25.47	48.69	46.39	39.27	32.45	33.13	31.59	23.03	18.49
315	10.08	17.74	11.96	14.63	10.38	9.67	11.14	13.89	14.37	12.28	12.56	11.69	16.10	11.05	8.91	11.87	12.96	12.94	14.67	8.17	7.34	10.16	10.23	9.97	11.21	7.99	11.52	9.99	16.88	15.20	11.69	13.98	11.71	10.31	10.31	10.85
316	34.66	38.79	23.34	32.08	17.47	24.31	19.74	35.91	25.58	21.07	17.59	19.97	22.18	25.16	13.99	21.60	21.09	19.59	20.81	26.53	15.94	19.16	19.96	18.26	21.79	19.62	22.34	16.33	20.81	15.90	23.93	28.78	14.71	20.36	31.69	22.49
317	16.18	15.92	9.85	16.40	8.42	14.85	17.49	14.13	14.10	16.12	18.59	10.93	13.66	10.16	7.20	8.89	13.03	11.92	16.11	9.71	5.90	11.12	10.83	9.74	12.42	11.38	19.75	12.04	10.88	15.03	15.14	14.62	10.20	15.58	10.56	10.60
318	14.23	22.49	17.92	15.59	11.50	14.23	12.99	18.52	18.06	20.82	14.56	13.70	12.58	15.20	11.48	17.65	15.30	11.82	17.21	15.93	13.93	13.50	12.76	12.68	12.09	15.02	14.60	13.66	12.99	12.87	16.14	19.03	12.92	13.10	13.54	13.50
319	22.73	26.58	27.57	33.74	22.53	35.44	17.62	26.87	25.11	24.83	24.32	18.08	27.77	36.34	18.11	23.82	25.02	32.67	33.65	30.51	23.95	27.01	35.96	21.29	23.16	27.11	29.55	24.56	23.84	32.72	25.68	29.65	26.06	26.64	23.64	19.74
320	12.96	14.35	11.42	11.03	9.32	9.55	9.34	12.88	12.16	17.10	12.06	11.32	10.39	9.90	9.24	13.23	11.40	10.33	14.79	14.56	14.51	10.70	10.84	8.97	9.62	10.67	12.49	12.65	10.50	9.88	11.45	13.92	12.62	10.48	11.14	13.39
321	13.00	14.35	11.32	11.08	9.25	9.52	9.50	12.85	12.20	17.17	12.09	11.28	10.46	9.98	9.18	13.27	11.47	10.34	14.77	14.53	14.40	10.70	10.76	8.86	9.60	10.67	12.42	12.71	10.46	9.88	11.54	13.83	12.67	10.43	11.18	13.44
322	32.55	38.27	30.40	29.53	24.61	40.56	33.20	35.92	80.59	28.94	32.60	30.85	25.75	21.81	28.75	26.46	35.43	25.17	22.93	28.17	20.14	21.41	24.17	21.17	27.02	26.75	32.59	18.18	21.64	22.15	31.16	28.44	16.56	17.73	21.82	13.86
323	24.58	20.62	11.01	35.42	15.51	26.21	9.49	25.17	48.22	23.22	22.23	18.21	22.61	32.03	16.28	27.82	20.51	23.82	19.61	29.02	19.65	16.89	21.72	23.86	21.96	18.10	27.18	17.87	25.79	16.26	24.66	26.01	18.69	16.69	16.77	14.04
324	24.56	20.65	11.11	35.45	15.60	26.26	9.56	25.10	48.28	23.27	22.42	18.18	22.62	32.01	16.23	27.79	20.56	23.88	19.57	28.97	19.49	16.90	21.76	23.85	21.93	18.20	27.04	17.83	25.78	16.32	24.65	25.95	18.57	16.71	16.85	13.98

Continúa en la siguiente página

Tabla 98

Datos de salida del modelo MLP: precipitación máxima diaria anual (mm) de 1981 a 2016 de las 499 subcuencas (continuación)

N.°	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
325	23.65	26.38	21.90	29.75	19.70	24.38	22.54	29.35	34.07	23.79	22.81	21.00	23.23	24.42	17.86	22.94	26.54	22.65	23.04	21.30	17.68	18.81	20.22	19.89	23.35	21.78	22.51	18.27	26.95	23.01	23.60	26.21	21.47	21.14	21.48	18.89
326	32.66	39.07	22.46	33.91	29.37	32.47	27.28	43.92	40.08	27.78	21.35	24.45	20.53	23.86	19.40	24.44	23.60	30.15	24.03	30.22	21.57	23.69	26.01	18.32	33.72	24.19	30.58	21.61	25.77	14.63	29.75	30.93	23.42	20.42	44.62	30.11
327	32.58	38.30	30.51	29.55	24.79	40.51	33.20	35.88	80.50	28.97	32.48	30.78	25.78	21.77	28.83	26.54	35.55	25.22	22.92	28.14	20.24	21.28	24.23	21.07	26.93	26.81	32.55	18.18	21.64	22.17	31.20	28.48	16.58	17.59	21.84	13.92
328	25.00	37.30	37.38	49.68	26.54	33.96	42.20	41.50	52.44	46.81	38.38	30.48	36.75	39.22	28.33	41.85	32.81	33.96	50.32	34.84	28.24	25.49	25.93	26.53	61.92	30.73	28.00	29.98	46.21	43.41	31.03	42.67	31.82	40.37	30.29	21.47
329	23.80	26.39	21.88	29.75	19.62	24.40	22.65	29.50	33.99	23.73	22.82	20.97	23.23	24.41	17.86	22.90	26.54	22.66	23.03	21.32	17.67	18.83	20.44	19.91	23.38	21.83	22.43	18.26	26.91	23.08	23.60	26.29	21.43	21.12	21.57	18.85
330	17.36	21.46	19.55	41.85	23.89	23.83	25.20	37.51	34.28	26.48	30.28	22.79	18.78	17.52	23.52	24.03	51.49	28.54	30.76	11.55	12.26	26.43	20.27	25.71	34.32	23.63	20.79	17.82	30.39	20.02	21.00	30.75	22.01	20.80	19.74	26.00
331	28.11	31.63	33.74	45.03	23.24	23.58	37.22	45.67	39.00	30.29	29.98	24.01	31.76	35.87	19.67	37.47	32.30	26.30	27.12	24.57	25.94	26.27	20.96	20.16	26.25	38.35	25.91	25.58	48.59	46.32	39.40	32.55	33.13	31.52	23.07	18.48
332	32.01	35.55	23.67	36.72	21.97	35.64	25.26	34.72	81.70	24.87	29.94	25.04	31.69	27.11	29.78	23.15	24.16	23.65	22.33	33.31	22.12	20.89	24.05	27.22	19.56	26.79	28.99	18.45	17.53	23.53	37.20	26.94	17.94	20.60	23.28	16.39
333	14.13	22.52	17.88	15.51	11.65	14.25	13.05	18.61	17.97	20.80	14.49	13.59	12.53	15.18	11.39	17.61	15.12	11.86	17.18	15.94	13.94	13.41	12.59	12.83	12.24	14.93	14.65	13.57	13.00	12.76	16.11	19.07	12.91	13.17	13.50	13.49
334	26.99	36.25	24.27	30.84	20.31	31.48	23.88	31.46	32.96	16.16	20.65	24.23	25.60	22.94	16.89	36.86	23.37	23.58	17.08	26.03	23.38	19.33	21.64	23.76	16.19	24.14	19.08	22.21	22.64	19.09	23.95	23.84	19.29	22.19	18.52	24.01
335	32.56	38.35	30.32	29.59	24.67	40.48	33.17	36.03	80.63	28.93	32.64	30.85	25.85	21.70	28.83	26.50	35.41	25.16	22.85	28.19	20.22	21.50	24.20	21.03	27.02	26.74	32.64	18.24	21.55	22.16	31.09	28.43	16.58	17.75	21.79	13.88
336	14.23	22.53	17.92	15.54	11.55	14.18	12.98	18.55	17.96	20.88	14.46	13.62	12.49	15.23	11.50	17.61	15.18	11.91	17.25	15.87	13.96	13.45	12.58	12.82	12.19	15.01	14.65	13.73	12.86	12.82	16.10	19.05	12.94	13.12	13.43	13.45
337	17.76	15.98	19.97	19.43	10.82	11.67	15.25	27.34	19.53	14.41	19.38	13.13	20.89	19.45	11.89	14.15	15.73	13.80	23.87	17.77	13.71	12.84	16.37	14.73	19.06	16.53	20.48	15.25	17.92	21.33	22.22	24.06	16.55	14.65	14.31	13.27
338	32.01	35.67	23.68	36.68	21.99	35.81	25.19	34.74	81.77	24.80	29.96	25.14	31.63	27.09	29.81	23.16	24.15	23.79	22.31	33.30	22.17	20.77	24.14	27.16	19.62	26.82	28.89	18.27	17.58	23.41	37.23	26.87	17.85	20.60	23.19	16.46
339	22.79	26.69	27.70	33.75	22.56	35.36	17.61	26.83	25.04	24.79	24.27	18.13	27.65	36.38	18.16	23.80	25.14	32.76	33.57	30.54	23.96	27.03	36.04	21.27	23.19	27.16	29.51	24.50	23.83	32.68	25.66	29.70	26.05	26.75	23.56	19.68
340	22.65	26.72	27.64	33.85	22.67	35.38	17.61	26.94	25.12	24.81	24.37	18.09	27.74	36.39	18.02	23.85	24.95	32.74	33.58	30.39	23.97	27.01	36.02	21.29	23.28	27.03	29.65	24.44	23.84	32.73	25.67	29.71	25.98	26.68	23.61	19.66
341	28.02	31.65	33.66	45.09	23.32	23.56	37.29	45.78	38.99	30.27	29.97	23.93	31.79	35.72	19.66	37.51	32.36	26.20	27.11	24.56	25.96	26.35	20.88	20.23	26.22	38.38	25.89	25.63	48.70	46.28	39.32	32.55	33.09	31.54	23.10	18.32
342	27.40	27.40	22.63	30.52	19.54	25.27	23.23	30.61	35.08	24.32	23.35	21.09	23.73	24.49	18.18	23.26	27.62	23.14	23.53	21.53	17.81	19.12	20.44	20.22	24.16	22.16	22.77	18.69	27.33	23.84	24.17	26.78	21.97	21.53	22.07	18.93
343	28.09	31.51	33.87	45.00	23.28	23.53	37.22	45.62	38.90	30.32	29.87	24.03	31.76	35.79	19.65	37.50	32.40	26.28	27.16	24.53	25.96	26.24	20.81	20.22	26.14	38.33	25.99	25.53	48.69	46.32	39.31	32.54	33.14	31.52	22.92	18.49
344	15.63	18.55	20.23	39.72	17.67	19.51	22.44	31.71	32.38	19.13	24.52	20.24	17.34	17.82	19.21	18.23	46.18	23.95	19.84	13.19	11.68	20.19	19.17	20.26	27.22	20.02	21.44	18.74	38.43	21.14	20.17	29.37	24.27	19.75	19.49	17.87
345	23.69	26.48	21.84	29.75	19.74	24.27	22.62	29.50	34.09	23.77	22.70	20.91	23.22	24.33	17.86	22.98	26.49	22.74	23.03	21.37	17.72	18.79	20.34	19.81	23.39	21.75	22.50	18.28	26.86	23.04	23.72	26.24	21.49	21.17	21.47	18.89
346	22.70	26.67	27.76	33.68	22.62	35.33	17.69	26.85	25.08	24.89	24.26	18.02	27.73	36.31	17.99	23.81	25.01	32.78	33.66	30.57	24.01	27.05	36.02	21.33	23.22	27.17	29.54	24.39	23.78	32.70	25.64	29.65	25.99	26.77	23.57	19.68
347	14.24	22.56	17.99	15.40	11.65	14.22	13.02	18.56	17.99	20.83	14.48	13.65	12.53	15.20	11.36	17.67	15.14	11.89	17.18	15.84	13.98	13.49	12.62	12.63	12.14	14.94	14.71	13.63	12.93	12.77	16.13	19.11	12.96	13.13	13.48	13.41
348	15.66	18.56	20.29	39.61	17.66	19.53	22.43	31.62	32.43	19.14	24.53	20.18	17.38	17.80	19.20	18.28	46.25	23.96	19.81	13.17	11.65	20.16	19.22	20.29	27.24	19.97	21.45	18.74	38.38	21.10	20.19	29.43	24.22	19.69	19.51	17.89
349	29.50	34.26	36.37	51.48	34.52	30.83	37.98	44.43	41.21	34.23	37.15	36.37	43.22	38.43	25.15	34.62	82.63	36.86	36.44	21.31	20.19	23.39	26.15	38.21	40.54	40.37	33.79	28.97	56.64	40.77	32.18	35.54	48.19	35.36	26.41	33.27
350	25.61	27.24	22.58	30.06	20.15	25.04	23.32	30.27	34.52	24.31	23.24	21.58	23.74	24.52	18.07	23.28	27.21	23.17	23.49	21.42	17.81	19.16	20.52	20.19	24.10	22.01	22.67	18.67	27.29	23.75	24.15	26.65	22.01	21.63	21.79	19.15
351	13.04	14.39	11.35	11.05	9.30	9.49	9.45	12.78	12.13	17.10	11.95	11.27	10.29	10.03	9.29	13.22	11.48	10.40	14.76	14.58	14.52	10.79	10.77	8.96	9.54	10.64	12.43	12.72	10.43	9.92	11.39	13.89	12.72	10.43	11.24	13.30
352	23.71	26.30	21.89	29.74	19.69	24.38	22.61	29.43	34.00	23.82	22.88	20.98	23.21	24.37	17.94	22.93	26.52	22.65	23.10	21.36	17.75	18.79	20.36	19.89	23.39	21.86	22.53	18.26	26.89	23.02	23.58	26.34	21.45	21.10	21.52	18.93
353	29.43	34.20	36.42	51.41	34.55	31.05	37.88	44.42	41.05	34.25	37.20	36.35	43.21	38.44	25.01	34.44	82.62	36.85	36.38	21.27	20.13	23.53	26.11	38.19	40.56	40.33	33.88	28.99	56.72	40.79	32.08	35.56	48.21	35.38	26.31	33.36
354	24.42	20.64	10.97	35.42	15.49	26.22	9.71	25.05	48.13	23.33	22.45	18.15	22.68	31.95	16.29	27.78	20.53	23.76	19.60	29.04	19.57	16.78	21.65	23.83	21.98	18.09	27.07	17.92	25.73	16.31	24.63	25.99	18.64	16.77	16.94	14.06
355	9.98	17.71	11.85	14.61	10.41	9.67	11.06	13.87	14.46	12.24	12.55	11.68	16.13	11.01	8.95	11.97	12.98	12.90	14.66	8.14	7.27	10.25	10.15	10.00	11.30	8.05	11.54	10.14	16.78	15.14	11.68	13.97	11.80	10.30	10.26	10.90
356	19.34	20.05	28.20	25.11	19.04	17.48	23.71	30.67	37.32	31.84	21.54	22.31	25.89	28.34	14.41	17.03	17.98	18.02	24.30	12.85	14.09	17.10	17.10	18.54	22.51	20.90	18.44	19.09	34.75	25.86	23.65	30.63	20.73	19.92	17.95	18.26
357	10.84	9.43	11.74	13.67	9.59	15.73	16.39	17.59	14.18	15.66	13.39	10.69	14.97	16.63	12.09	10.70	14.75	14.97	12.86	13.97	12.76	10.24	11.75	12.27	14.25	12.75	18.12	10.13	11.75	11.63	13.68	14.59	12.75	14.40	14.10	10.78
358	10.03	17.65	11.96	14.70	10.46	9.70	11.07	13.92	14.34	12.21	12.51	11.68	16.13	11.04	9.01	11.93	12.93	13.08	14.60	8.28	7.28	10.37	10.23	10.02	11.26	8.17	11.51	10.08	16.80	15.13	11.67	14.00	11.91	10.24	10.33	10.88
359	19.39	20.07	28.03	25.19	18.86	17.49	23.73	30.69	37.33	31.88	21.43	22.33	25.81	28.36	14.46	17.05	17.82	17.97	24.39	12.86	14.06	17.07	17.20	18.53	22.47	20.81	18.46	19.12	34.71	25.98	23.65	30.55	20.74	19.92	17.99	18.22
360	32.03	35.61	23.62	36.74	21.86	35.67	25.06	34.66	81.80	24.72	29.93	25.13	31.74	27.18	29.86	23.11	24.22	23.73	22.32	33.26	22.15	20.85	24.02	27.18	19.61	26.83	28.88	18.40	17.66	23.53	37.21	26.95	17.88	20.65	23.22	16.48

Continúa en la siguiente página

Tabla 98

Datos de salida del modelo MLP: precipitación máxima diaria anual (mm) de 1981 a 2016 de las 499 subcuencas (continuación)

N.°	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
361	19.36	20.05	28.17	25.10	18.94	17.48	23.78	30.71	37.23	31.83	21.40	22.39	25.84	28.40	14.46	17.05	17.82	18.03	24.45	12.79	14.08	17.10	17.16	18.53	22.58	20.79	18.49	19.08	34.79	25.88	23.79	30.59	20.71	19.87	17.92	18.20
362	34.70	38.74	23.35	32.16	17.46	24.28	19.65	35.92	25.58	21.12	17.53	19.94	22.27	25.23	13.99	21.57	21.08	19.46	20.88	26.54	15.96	19.13	20.07	18.33	21.77	19.64	22.19	16.43	20.71	15.83	23.88	28.72	14.68	20.35	31.70	22.45
363	28.08	31.55	33.74	44.96	23.37	23.48	37.29	45.64	38.81	30.25	30.03	23.96	31.64	35.76	19.64	37.53	32.34	26.25	27.10	24.57	25.98	26.23	20.85	20.08	26.19	38.50	25.87	25.58	48.69	46.26	39.29	32.53	33.13	31.61	23.04	18.43
364	27.17	36.28	24.21	30.87	20.34	31.41	23.84	31.50	32.94	16.15	20.74	24.07	25.68	22.88	16.91	36.92	23.34	23.64	17.03	26.07	23.41	19.26	21.62	23.66	16.17	24.10	19.22	22.22	22.67	19.09	24.04	24.01	19.35	22.29	18.55	24.02
365	14.30	22.54	17.90	15.59	11.52	14.20	13.02	18.60	17.98	20.79	14.47	13.54	12.42	15.17	11.46	17.66	15.25	11.83	17.19	15.88	13.98	13.43	12.62	12.80	12.23	14.89	14.62	13.72	12.90	12.83	16.09	19.07	12.95	13.16	13.51	13.39
366	32.53	38.33	30.45	29.62	24.62	40.51	33.18	35.92	80.60	28.99	32.56	30.87	25.84	21.62	28.71	26.47	35.46	25.12	22.79	28.18	20.25	21.43	24.20	21.09	27.09	26.78	32.69	18.24	21.69	22.12	31.17	28.49	16.47	17.69	21.78	13.78
367	10.79	9.30	11.67	13.64	9.64	15.82	16.41	17.67	14.37	15.67	13.36	10.66	15.11	16.60	12.10	10.66	14.70	14.99	12.81	13.96	12.63	10.23	11.75	12.32	14.24	12.73	18.08	10.07	11.75	11.56	13.76	14.57	12.87	14.16	14.10	10.83
368	24.41	20.61	10.99	35.52	15.55	26.20	9.66	25.14	48.28	23.22	22.38	18.18	22.57	31.84	16.29	27.80	20.60	23.80	19.67	29.06	19.63	16.83	21.68	23.84	22.01	18.17	27.13	17.87	25.81	16.26	24.59	25.93	18.59	16.65	16.89	14.02
369	16.14	15.95	9.90	16.51	8.39	14.87	17.39	14.15	14.04	16.14	18.37	11.03	13.62	10.05	7.29	8.88	12.99	12.03	16.14	9.68	5.87	11.18	10.79	9.65	12.38	11.47	19.92	11.96	10.85	15.22	15.20	14.62	10.25	15.64	10.59	10.67
370	22.70	26.68	27.62	33.77	22.58	35.37	17.69	26.77	25.09	24.84	24.42	18.13	27.77	36.28	18.08	23.86	25.13	32.77	33.63	30.48	24.05	27.08	36.09	21.35	23.15	27.04	29.68	24.46	23.91	32.67	25.74	29.67	25.98	26.71	23.61	19.70
371	10.01	17.70	11.95	14.65	10.45	9.70	11.08	14.00	14.49	12.31	12.52	11.63	16.15	11.05	9.08	11.95	12.84	12.95	14.66	8.25	7.25	10.25	10.17	9.92	11.22	8.07	11.51	10.08	16.75	15.12	11.63	14.06	11.83	10.38	10.32	10.91
372	17.76	16.00	19.88	19.35	10.77	11.70	15.32	27.39	19.49	14.37	19.29	13.13	20.90	19.42	11.71	14.03	15.79	13.73	23.84	17.70	13.71	12.84	16.41	14.64	19.07	16.61	20.49	15.18	17.91	21.34	22.13	24.16	16.58	14.74	14.41	13.25
373	32.66	38.40	30.46	29.58	24.69	40.57	33.09	35.93	80.70	29.05	32.58	30.88	25.66	21.73	28.79	26.42	35.42	25.09	22.90	28.13	20.26	21.44	24.16	21.10	26.99	26.68	32.65	18.32	21.72	22.08	31.20	28.57	16.60	17.72	21.75	13.89
374	25.52	27.21	22.63	30.05	20.26	25.07	23.42	30.13	34.55	24.31	23.29	21.61	23.75	24.54	18.16	23.26	27.24	22.97	23.42	21.34	17.76	19.13	20.55	20.20	24.12	22.00	22.85	18.63	27.26	23.73	24.18	26.65	21.92	21.61	21.83	19.08
375	25.08	37.46	37.39	49.76	26.41	33.89	42.30	41.49	52.46	46.86	38.29	30.60	36.80	39.27	28.40	41.95	32.79	33.97	50.27	34.85	28.24	25.50	25.91	26.61	61.89	30.80	27.93	30.02	46.19	43.42	31.08	42.75	31.85	40.37	30.26	21.43
376	24.46	20.64	10.97	35.49	15.51	26.13	9.62	25.09	48.21	23.33	22.46	18.23	22.61	32.00	16.19	27.80	20.54	23.81	19.62	28.97	19.63	16.92	21.64	23.83	22.04	18.17	27.16	17.88	25.85	16.25	24.70	25.84	18.64	16.67	16.88	14.17
377	10.09	17.72	11.91	14.66	10.50	9.62	11.06	13.91	14.25	12.26	12.52	11.62	16.16	11.10	8.91	11.88	12.95	12.96	14.65	8.32	7.31	10.32	10.25	10.02	11.24	8.05	11.53	10.05	16.84	15.11	11.71	14.01	11.77	10.21	10.33	10.71
378	34.72	38.73	23.40	32.16	17.48	24.33	19.75	35.84	25.49	21.15	17.55	19.98	22.24	25.10	13.87	21.57	20.95	19.44	20.82	26.56	15.97	19.06	20.06	18.19	21.91	19.56	22.23	16.47	20.69	15.77	23.91	28.67	14.67	20.34	31.66	22.57
379	27.99	31.56	33.77	45.08	23.31	23.56	37.31	45.70	38.89	30.17	29.91	24.03	31.77	35.77	19.62	37.57	32.37	26.29	27.15	24.60	25.98	26.20	20.84	20.22	26.14	38.44	25.89	25.63	48.65	46.26	39.45	32.59	33.14	31.51	23.06	18.45
380	32.71	39.05	22.42	33.98	29.39	32.38	27.31	43.96	40.12	27.79	21.38	24.47	20.65	23.89	19.33	24.42	23.63	30.21	24.03	30.19	21.50	23.60	26.07	18.28	33.69	24.19	30.45	21.58	25.75	14.67	29.60	30.87	23.30	20.42	44.53	30.12
381	15.66	18.50	20.28	39.60	17.61	19.56	22.35	31.71	32.49	19.13	24.58	20.18	17.41	17.80	19.15	18.19	46.11	23.95	19.89	13.05	11.76	20.31	19.21	20.36	27.22	20.05	21.48	18.66	38.34	21.23	20.18	29.37	24.21	19.73	19.39	17.89
382	25.09	37.46	37.51	49.73	26.63	33.95	42.25	41.37	52.42	46.97	38.36	30.52	36.68	39.25	28.32	41.83	32.95	33.95	50.31	34.98	28.18	25.52	25.99	26.65	61.86	30.66	28.05	30.07	46.08	43.45	30.91	42.69	31.76	40.39	30.26	21.53
383	17.49	21.59	19.38	41.77	23.92	23.84	25.23	37.48	34.12	26.47	30.22	22.73	18.79	17.42	23.63	23.98	51.55	28.50	30.80	11.63	12.19	26.46	20.30	25.63	34.43	23.53	20.78	17.76	30.39	20.02	21.00	30.75	22.08	20.76	19.79	26.12
384	27.01	36.32	24.16	30.84	20.27	31.35	23.94	31.51	32.94	16.23	20.78	24.08	25.68	22.98	16.93	36.90	23.28	23.63	17.10	26.08	23.41	19.22	21.56	23.68	16.24	24.04	19.11	22.16	22.67	19.18	24.00	23.88	19.23	22.36	18.63	24.08
385	28.08	31.71	33.80	45.03	23.29	23.57	37.25	45.65	38.89	30.17	29.97	24.00	31.74	35.87	19.60	37.47	32.36	26.28	27.14	24.60	26.00	26.28	20.88	20.14	26.22	38.34	25.90	25.56	48.68	46.29	39.24	32.50	33.05	31.50	22.94	18.50
386	14.17	22.52	17.95	15.51	11.67	14.14	12.96	18.52	17.99	20.78	14.54	13.59	12.46	15.15	11.44	17.66	15.21	11.81	17.22	15.77	13.99	13.47	12.61	12.78	12.14	14.95	14.62	13.57	12.86	12.80	16.12	19.10	12.94	13.10	13.40	13.40
387	24.46	20.62	11.00	35.45	15.57	26.23	9.67	25.18	48.33	23.32	22.39	18.14	22.69	31.96	16.24	27.76	20.54	23.93	19.67	29.02	19.60	16.94	21.74	23.80	21.98	18.18	27.14	17.88	25.74	16.21	24.65	25.90	18.69	16.68	16.78	13.92
388	22.69	26.62	27.68	33.77	22.61	35.38	17.60	26.75	25.15	24.81	24.43	18.00	27.68	36.29	18.14	23.79	25.01	32.64	33.60	30.40	23.98	27.01	36.09	21.28	23.16	27.04	29.56	24.54	23.80	32.77	25.65	29.66	26.03	26.67	23.52	19.63
389	13.01	14.26	11.45	11.12	9.23	9.59	9.40	12.84	12.14	17.16	12.03	11.32	10.38	9.97	9.20	13.22	11.45	10.33	14.83	14.47	14.50	10.63	10.81	9.06	9.56	10.74	12.39	12.63	10.50	9.80	11.51	13.92	12.64	10.36	11.21	13.32
390	19.08	24.03	22.70	20.54	33.65	20.35	25.67	21.47	22.83	23.51	19.55	30.60	23.06	25.66	16.31	22.15	20.28	20.60	21.21	21.66	17.24	19.70	21.60	20.57	22.50	19.60	22.46	18.06	27.73	21.01	24.92	24.39	23.25	24.79	17.11	25.06
391	19.41	20.09	28.07	25.14	18.93	17.50	23.79	30.77	37.32	31.86	21.44	22.30	25.86	28.38	14.42	17.02	17.82	17.98	24.42	12.87	14.02	17.14	17.15	18.55	22.59	20.88	18.47	19.12	34.68	25.97	23.71	30.59	20.72	19.94	17.91	18.23
392	19.35	20.11	28.15	25.05	19.00	17.51	23.73	30.73	37.30	31.92	21.47	22.34	25.81	28.40	14.46	17.01	17.86	17.87	24.38	12.80	14.06	17.18	17.21	18.57	22.53	20.75	18.50	19.09	34.71	26.01	23.68	30.64	20.68	19.90	17.90	18.23
393	24.99	37.42	37.50	49.72	26.60	34.04	42.22	41.36	52.36	46.88	38.37	30.62	36.71	39.17	28.42	41.81	32.89	34.04	50.33	34.90	28.21	25.57	25.93	26.66	61.92	30.69	28.02	30.03	46.13	43.43	30.94	42.69	31.85	40.41	30.23	21.43
394	19.44	20.05	28.24	25.19	18.97	17.48	23.79	30.65	37.30	31.92	21.40	22.28	25.89	28.39	14.52	16.99	17.86	17.90	24.40	12.89	14.03	17.13	17.16	18.51	22.56	20.81	18.56	19.10	34.73	25.94	23.67	30.64	20.69	19.86	17.90	18.29
395	24.51	20.59	11.03	35.44	15.66	26.19	9.67	25.09	48.22	23.25	22.39	18.15	22.68	31.91	16.20	27.87	20.54	23.77	19.66	28.93	19.57	16.81	21.70	23.82	21.96	18.08	27.12	17.87	25.70	16.36	24.70	25.85	18.65	16.61	16.82	13.99
396	32.52	38.24	30.49	29.65	24.70	40.54	33.08	36.00	80.55	28.95	32.61	30.75	25.73	21.69	28.78	26.46	35.54	25.14	22.76	28.07	20.25	21.37	24.29	21.08	26.97	26.73	32.59	18.16	21.67	22.08	31.11	28.52	16.48	17.63	21.84	13.81

Continúa en la siguiente página

Tabla 98

Datos de salida del modelo MLP: precipitación máxima diaria anual (mm) de 1981 a 2016 de las 499 subcuencas (continuación)

N.°	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
397	19.04	24.00	22.79	20.63	33.63	20.36	25.48	21.44	22.91	23.48	19.61	30.70	23.16	25.68	16.29	22.10	20.32	20.61	21.17	21.64	17.23	19.63	21.66	20.47	22.47	19.58	22.47	18.06	27.73	20.95	24.87	24.52	23.16	24.89	17.10	25.17
398	10.75	9.37	11.80	13.78	9.57	15.78	16.45	17.65	14.17	15.61	13.26	10.67	15.12	16.62	12.00	10.52	14.74	14.99	12.82	14.13	12.69	10.25	11.81	12.42	14.20	12.79	18.06	10.14	11.60	11.57	13.81	14.58	12.77	14.28	14.11	10.86
399	17.32	21.62	19.44	41.77	23.84	23.80	25.27	37.63	34.18	26.51	30.14	22.71	18.78	17.42	23.59	24.01	51.55	28.54	30.78	11.56	12.10	26.48	20.28	25.65	34.42	23.53	20.73	17.82	30.31	19.98	20.94	30.72	22.10	20.84	19.71	26.04
400	17.39	21.70	19.47	41.85	23.91	23.86	25.23	37.51	34.09	26.57	30.23	22.68	18.78	17.57	23.55	24.03	51.61	28.53	30.76	11.57	12.26	26.51	20.33	25.70	34.42	23.64	20.72	17.79	30.37	20.12	21.03	30.77	21.99	20.67	19.62	26.01
401	17.39	21.64	19.43	41.77	24.00	23.82	25.26	37.59	34.24	26.53	30.21	22.78	18.76	17.52	23.55	23.91	51.51	28.58	30.73	11.61	12.28	26.47	20.37	25.67	34.41	23.65	20.76	17.76	30.34	20.07	20.88	30.69	22.05	20.74	19.75	26.09
402	15.61	18.55	20.34	39.69	17.55	19.65	22.43	31.68	32.38	19.09	24.60	20.21	17.23	17.69	19.26	18.16	46.19	23.80	19.90	13.16	11.71	20.15	19.25	20.23	27.26	20.00	21.47	18.72	38.27	21.17	20.15	29.37	24.25	19.82	19.45	17.80
403	32.02	35.58	23.61	36.65	21.98	35.70	25.21	34.67	81.84	24.81	29.97	25.17	31.73	27.07	29.82	23.16	24.19	23.68	22.28	33.36	22.16	20.89	24.06	27.24	19.65	26.83	28.91	18.33	17.57	23.43	37.22	26.88	17.82	20.59	23.23	16.51
404	15.71	18.47	20.36	39.69	17.62	19.57	22.42	31.70	32.39	19.06	24.50	20.14	17.36	17.73	19.16	18.22	46.19	23.96	19.85	13.16	11.64	20.06	19.20	20.38	27.29	19.90	21.50	18.76	38.34	21.13	20.16	29.31	24.31	19.73	19.46	17.83
405	12.96	14.25	11.38	10.95	9.29	9.53	9.42	12.84	12.16	17.08	12.08	11.34	10.42	9.99	9.24	13.24	11.44	10.40	14.76	14.57	14.56	10.77	10.85	9.08	9.64	10.76	12.47	12.74	10.44	9.75	11.50	13.86	12.66	10.36	11.18	13.42
406	17.38	21.66	19.49	41.84	23.96	23.82	25.24	37.51	34.23	26.63	30.24	22.76	18.78	17.52	23.54	24.04	51.52	28.58	30.70	11.67	12.27	26.38	20.35	25.72	34.40	23.65	20.78	17.86	30.33	20.12	20.93	30.82	22.09	20.80	19.71	26.09
407	19.08	24.14	22.72	20.60	33.61	20.33	25.55	21.42	22.79	23.53	19.62	30.61	23.04	25.57	16.31	22.11	20.31	20.62	21.21	21.61	17.24	19.64	21.69	20.53	22.50	19.65	22.53	18.14	27.69	20.92	24.79	24.50	23.19	24.90	17.09	25.09
408	17.78	15.97	20.01	19.33	10.89	11.70	15.27	27.43	19.54	14.38	19.42	13.01	20.80	19.41	11.91	14.08	15.82	13.73	23.87	17.69	13.63	12.88	16.41	14.66	19.00	16.66	20.54	15.05	17.85	21.28	22.08	24.11	16.54	14.69	14.40	13.30
409	24.50	20.58	11.06	35.43	15.61	26.24	9.53	25.04	48.22	23.28	22.37	18.23	22.59	31.96	16.16	27.88	20.59	23.76	19.67	28.99	19.51	16.81	21.68	23.82	22.03	18.16	27.18	17.88	25.74	16.23	24.63	25.85	18.65	16.89	16.87	14.08
410	31.93	35.54	23.61	36.68	21.98	35.77	25.19	34.72	81.71	24.92	29.89	25.14	31.68	27.09	29.78	23.17	24.11	23.73	22.29	33.32	22.15	20.88	24.17	27.23	19.57	26.85	28.89	18.33	17.57	23.50	37.28	27.00	17.76	20.58	23.26	16.45
411	14.15	22.51	17.88	15.52	11.55	14.26	12.99	18.55	18.05	20.81	14.48	13.62	12.53	15.13	11.37	17.77	15.16	11.83	17.23	15.90	13.97	13.45	12.61	12.78	12.18	14.99	14.80	13.70	12.93	12.93	16.08	19.14	12.96	13.24	13.52	13.44
412	17.75	15.98	20.03	19.37	10.89	11.73	15.28	27.40	19.53	14.28	19.48	13.10	20.90	19.45	11.93	14.22	15.80	13.80	23.80	17.80	13.67	12.80	16.39	14.71	19.02	16.71	20.48	15.21	17.93	21.19	22.13	24.17	16.41	14.58	14.43	13.25
413	58.24	53.84	31.90	35.08	32.99	55.77	37.35	43.26	38.89	34.68	27.44	35.25	37.68	41.05	30.12	33.20	32.50	41.67	22.52	26.78	29.22	26.73	33.70	33.02	27.62	27.23	20.92	20.63	52.07	49.74	29.31	39.46	44.78	38.79	50.92	27.98
414	27.08	36.28	24.25	30.80	20.24	31.45	23.89	31.49	32.94	16.11	20.74	24.16	25.66	22.91	16.93	36.76	23.36	23.57	17.11	25.95	23.36	19.33	21.64	23.81	16.22	24.13	19.15	22.12	22.69	19.06	23.93	23.77	19.28	22.19	18.58	24.02
415	27.21	36.30	24.19	30.88	20.31	31.39	23.93	31.54	32.85	16.10	20.74	24.05	25.67	22.86	16.99	36.79	23.35	23.64	17.10	26.02	23.41	19.27	21.52	23.74	16.15	24.08	19.18	22.12	22.70	19.07	24.01	23.73	19.28	22.21	18.58	23.98
416	19.38	20.04	28.23	25.03	18.89	17.53	23.69	30.75	37.30	31.94	21.52	22.36	25.79	28.40	14.48	17.17	17.79	17.97	24.44	12.75	14.03	17.17	17.11	18.57	22.54	20.90	18.50	19.02	34.78	25.81	23.70	30.60	20.71	19.87	17.90	18.21
417	17.72	15.97	20.04	19.34	10.79	11.60	15.29	27.48	19.55	14.42	19.45	13.15	20.85	19.43	11.83	14.05	15.76	13.75	23.96	17.82	13.75	12.90	16.30	14.73	19.06	16.65	20.43	15.18	17.90	21.23	22.07	24.15	16.53	14.58	14.26	13.29
418	27.38	27.34	22.56	30.56	19.52	25.27	23.21	30.63	34.98	24.28	23.39	21.15	23.74	24.51	18.25	23.30	27.52	23.14	23.65	21.48	17.91	19.03	20.41	20.22	24.22	22.15	22.77	18.62	27.25	23.74	24.12	26.80	21.90	21.45	22.08	18.75
419	32.51	38.25	30.50	29.62	24.78	40.48	33.21	35.94	80.61	28.93	32.55	30.78	25.76	21.75	28.83	26.48	35.44	25.15	22.83	28.06	20.19	21.47	24.24	21.14	27.05	26.74	32.63	18.23	21.65	22.11	31.13	28.49	16.46	17.68	21.73	13.90
420	22.78	26.57	27.59	33.74	22.54	35.37	17.63	26.85	24.97	24.79	24.29	18.12	27.72	36.24	18.05	23.76	25.03	32.63	33.58	30.55	23.95	27.10	36.00	21.23	23.23	27.13	29.61	24.44	23.78	32.69	25.66	29.60	25.94	26.72	23.66	19.65
421	16.24	15.87	9.87	16.45	8.41	14.91	17.41	14.12	13.95	16.29	18.48	11.00	13.59	10.14	7.20	8.84	12.97	11.84	16.12	9.72	5.89	11.09	10.77	9.65	12.51	11.39	19.74	11.88	10.79	15.23	15.12	14.60	10.20	15.60	10.59	10.66
422	24.94	37.44	37.41	49.80	26.60	34.02	42.30	41.50	52.53	46.88	38.30	30.52	36.69	39.38	28.41	41.92	32.93	34.06	50.26	34.95	28.17	25.51	25.91	26.64	61.88	30.72	28.03	30.06	46.21	43.35	31.03	42.57	31.89	40.38	30.34	21.41
423	29.45	34.23	36.41	51.43	34.47	30.90	37.83	44.40	41.13	34.19	37.03	36.25	43.21	38.33	25.10	34.66	82.61	36.87	36.46	21.33	20.12	23.55	26.11	38.12	40.56	40.33	33.83	28.93	56.62	40.83	32.16	35.64	48.11	35.37	26.29	33.28
424	28.02	31.66	33.68	45.02	23.28	23.54	37.31	45.69	38.93	30.23	29.94	23.94	31.74	35.82	19.57	37.44	32.28	26.27	27.21	24.63	25.95	26.22	20.88	20.10	26.11	38.40	25.81	25.59	48.66	46.23	39.39	32.58	33.20	31.57	23.05	18.54
425	25.59	27.28	22.61	30.11	20.20	25.10	23.30	30.23	34.43	24.23	23.24	21.67	23.65	24.42	18.10	23.28	27.16	23.05	23.38	21.42	17.79	19.10	20.54	20.20	24.04	22.04	22.84	18.63	27.24	23.75	24.22	26.63	21.95	21.68	21.79	19.17
426	25.13	37.34	37.37	49.69	26.59	34.11	42.36	41.31	52.37	46.77	38.29	30.56	36.62	39.27	28.42	41.84	32.76	34.05	50.30	34.80	28.18	25.52	25.87	26.58	61.78	30.70	27.99	30.11	46.11	43.48	31.05	42.67	31.86	40.43	30.21	21.45
427	31.96	35.64	23.58	36.70	21.93	35.70	25.16	34.69	81.76	24.88	29.90	25.08	31.67	27.03	29.87	23.20	24.13	23.71	22.32	33.37	22.22	20.98	24.12	27.15	19.51	26.92	28.91	18.40	17.56	23.42	37.26	26.86	17.95	20.55	23.33	16.50
428	58.32	53.88	31.95	35.08	32.92	55.74	37.23	43.19	38.84	34.64	27.37	35.24	37.58	41.00	30.15	33.26	32.49	41.58	22.50	26.86	29.33	26.67	33.69	32.96	27.67	27.15	20.91	20.69	52.03	49.69	29.34	39.53	44.71	38.78	51.03	27.85
429	25.51	27.13	22.63	30.12	20.18	25.14	23.41	30.19	34.51	24.40	23.23	21.56	23.71	24.56	18.14	23.21	27.20	23.10	23.33	21.49	17.81	19.11	20.53	20.21	24.04	21.96	22.87	18.63	27.28	23.73	24.24	26.59	22.00	21.58	21.87	19.19
430	31.97	35.62	23.58	36.75	21.97	35.73	25.14	34.54	81.72	24.82	29.81	25.22	31.64	27.09	29.85	23.18	24.18	23.74	22.32	33.33	22.14	20.90	24.09	27.25	19.64	26.87	28.84	18.33	17.55	23.49	37.18	26.85	17.93	20.51	23.20	16.43
431	34.72	38.65	23.33	32.21	17.53	24.29	19.76	35.79	25.53	20.99	17.58	19.92	22.23	25.21	14.00	21.50	21.03	19.46	20.92	26.60	15.94	19.09	20.01	18.23	21.86	19.65	22.32	16.31	20.85	15.72	23.90	28.71	14.62	20.37	31.76	22.53
432	10.81	9.36	11.70	13.79	9.59	15.82	16.47	17.57	14.30	15.73	13.37	10.70	15.10	16.65	12.03	10.56	14.70	14.89	12.74	14.12	12.73	10.24	11.71	12.30	14.23	12.64	18.12	10.05	11.70	11.57	13.69	14.62	12.82	14.38	14.08	10.89

Continúa en la siguiente página

Tabla 98

Datos de salida del modelo MLP: precipitación máxima diaria anual (mm) de 1981 a 2016 de las 499 subcuencas (continuación)

N.°	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
433	28.05	31.64	33.76	44.94	23.29	23.53	37.16	45.62	38.92	30.26	29.92	23.96	31.71	35.79	19.68	37.51	32.33	26.20	27.19	24.51	26.02	26.28	20.83	20.06	26.19	38.43	25.84	25.48	48.73	46.32	39.33	32.61	33.15	31.61	23.03	18.55
434	27.06	36.25	24.24	30.83	20.29	31.48	23.86	31.52	33.04	16.20	20.79	24.06	25.65	23.05	17.02	36.86	23.35	23.56	17.13	26.04	23.43	19.26	21.60	23.75	16.09	24.04	19.14	22.18	22.67	19.09	24.00	23.85	19.36	22.19	18.63	24.07
435	29.40	34.24	36.32	51.48	34.51	30.98	37.87	44.45	41.24	34.33	37.07	36.26	43.29	38.30	25.00	34.64	82.56	37.01	36.49	21.26	20.12	23.47	26.26	38.21	40.46	40.38	33.78	28.91	56.74	40.78	32.14	35.60	48.11	35.46	26.22	33.33
436	29.39	34.24	36.41	51.51	34.54	30.96	37.92	44.41	41.16	34.23	37.10	36.35	43.21	38.49	25.15	34.54	82.55	36.88	36.40	21.20	20.13	23.40	26.16	38.17	40.50	40.34	33.81	28.93	56.76	40.79	32.24	35.70	48.21	35.38	26.37	33.31
437	16.14	15.88	9.96	16.42	8.35	14.86	17.58	14.20	14.04	16.21	18.53	10.97	13.64	10.13	7.21	8.87	13.05	11.96	16.17	9.73	5.92	11.17	10.80	9.65	12.49	11.44	19.76	11.93	10.81	15.13	15.12	14.62	10.26	15.55	10.45	10.67
438	17.82	15.88	20.04	19.37	10.85	11.67	15.32	27.33	19.57	14.41	19.35	13.19	20.87	19.41	11.82	14.12	15.74	13.81	23.83	17.78	13.63	12.79	16.39	14.76	19.09	16.61	20.38	15.19	17.96	21.23	22.06	24.15	16.57	14.61	14.38	13.33
439	28.12	31.59	33.80	45.03	23.28	23.57	37.25	45.65	38.99	30.21	29.97	23.92	31.74	35.85	19.69	37.38	32.45	26.36	27.13	24.57	26.02	26.36	20.83	20.20	26.17	38.32	25.99	25.56	48.64	46.27	39.33	32.52	33.18	31.55	23.02	18.53
440	29.44	34.25	36.43	51.44	34.52	31.01	37.82	44.33	41.14	34.32	37.15	36.36	43.24	38.44	25.08	34.67	82.57	36.83	36.45	21.33	20.02	23.44	26.13	38.09	40.65	40.31	33.85	28.98	56.71	40.73	32.08	35.68	48.10	35.47	26.29	33.30
441	22.68	26.69	27.64	33.68	22.57	35.37	17.67	26.80	25.07	24.78	24.35	18.16	27.74	36.29	18.14	23.73	25.08	32.85	33.54	30.46	23.95	27.04	36.07	21.26	23.20	27.14	29.58	24.50	23.87	32.72	25.59	29.62	25.98	26.73	23.61	19.53
442	24.41	20.64	11.02	35.38	15.60	26.21	9.54	25.05	48.28	23.25	22.38	18.18	22.70	32.03	16.23	27.82	20.63	23.67	19.74	28.93	19.55	16.92	21.56	23.89	21.94	18.22	27.11	17.96	25.71	16.28	24.59	25.83	18.70	16.74	16.87	14.00
443	29.33	34.30	36.41	51.43	34.45	30.85	37.91	44.37	41.20	34.24	37.07	36.23	43.20	38.41	25.15	34.63	82.55	36.75	36.55	21.29	20.18	23.44	26.10	38.11	40.45	40.33	33.85	28.95	56.75	40.85	32.19	35.54	48.20	35.39	26.34	33.38
444	17.77	15.98	20.02	19.43	10.86	11.59	15.34	27.40	19.48	14.43	19.49	13.06	20.87	19.41	11.88	14.07	15.76	13.77	23.85	17.66	13.66	12.87	16.44	14.66	19.06	16.65	20.43	15.25	17.89	21.27	22.18	24.10	16.60	14.61	14.35	13.28
445	22.65	26.60	27.70	33.77	22.59	35.40	17.62	26.79	25.15	24.79	24.36	18.08	27.81	36.34	18.09	23.82	25.09	32.76	33.65	30.56	23.90	27.03	36.05	21.18	23.23	27.20	29.66	24.44	23.79	32.69	25.69	29.68	25.95	26.72	23.59	19.56
446	12.95	14.24	11.33	11.07	9.21	9.45	9.36	12.98	12.15	17.16	12.06	11.29	10.45	10.00	9.16	13.39	11.49	10.32	14.77	14.62	14.48	10.60	10.87	9.01	9.57	10.80	12.38	12.81	10.41	9.87	11.49	13.83	12.65	10.46	11.22	13.34
447	25.59	27.28	22.62	30.08	20.11	25.04	23.39	30.26	34.54	24.28	23.23	21.56	23.74	24.52	18.07	23.13	27.33	22.99	23.38	21.42	17.79	19.13	20.58	20.19	24.07	21.95	22.83	18.66	27.30	23.71	24.23	26.67	21.86	21.59	21.86	19.11
448	32.07	35.67	23.64	36.63	22.01	35.66	25.17	34.76	81.68	24.82	30.05	25.14	31.68	27.12	29.77	23.21	24.22	23.73	22.29	33.30	22.11	20.98	24.15	27.22	19.56	26.88	28.97	18.35	17.50	23.46	37.24	26.95	17.84	20.68	23.19	16.55
449	10.83	9.24	11.78	13.66	9.57	15.87	16.55	17.62	14.13	15.73	13.47	10.69	15.10	16.64	12.06	10.60	14.71	14.97	12.78	14.15	12.78	10.15	11.75	12.43	14.27	12.76	18.11	10.16	11.62	11.68	13.74	14.69	12.81	14.30	14.16	10.81
450	14.27	22.43	17.77	15.51	11.60	14.25	13.00	18.62	18.00	20.77	14.55	13.60	12.64	15.07	11.45	17.67	15.17	11.83	17.19	15.84	13.90	13.45	12.63	12.75	12.16	15.04	14.69	13.57	12.88	12.88	16.11	19.08	12.92	13.11	13.41	13.56
451	16.15	15.98	9.81	16.48	8.45	14.90	17.43	14.06	13.98	16.13	18.54	10.99	13.57	10.05	7.23	8.89	12.98	11.98	16.08	9.76	5.92	11.16	10.90	9.69	12.48	11.42	19.84	11.88	10.85	15.12	15.12	14.68	10.28	15.61	10.57	10.65
452	58.28	53.97	31.91	35.12	32.96	55.75	37.26	43.19	38.80	34.51	27.26	35.24	37.72	41.04	30.19	33.28	32.43	41.56	22.58	26.87	29.22	26.77	33.78	32.98	27.60	27.22	20.85	20.71	51.96	49.73	29.31	39.39	44.78	38.74	51.07	27.83
453	10.82	9.28	11.74	13.69	9.56	15.90	16.44	17.63	14.18	15.74	13.36	10.63	15.04	16.62	12.13	10.59	14.78	15.01	12.84	14.05	12.71	10.27	11.82	12.29	14.29	12.79	18.13	10.13	11.74	11.56	13.77	14.56	12.77	14.33	13.99	10.87
454	17.38	21.61	19.52	41.74	23.95	23.90	25.26	37.61	34.21	26.45	30.12	22.74	18.78	17.57	23.63	23.99	51.46	28.63	30.75	11.67	12.14	26.48	20.37	25.61	34.37	23.60	20.75	17.73	30.38	19.99	20.93	30.72	22.10	20.71	19.72	26.01
455	58.15	53.92	31.88	35.11	32.99	55.77	37.25	43.17	38.97	34.61	27.29	35.18	37.65	41.01	30.21	33.26	32.49	41.65	22.46	26.84	29.23	26.72	33.61	32.90	27.58	27.29	20.83	20.69	51.94	49.76	29.26	39.47	44.74	38.76	50.98	27.89
456	27.96	31.56	33.88	45.04	23.23	23.61	37.16	45.59	39.01	30.20	29.88	23.85	31.73	35.88	19.66	37.48	32.34	26.30	27.14	24.59	25.99	26.33	20.92	20.17	26.20	38.46	25.94	25.49	48.68	46.18	39.42	32.53	33.15	31.51	23.03	18.44
457	23.70	26.44	21.96	29.73	19.60	24.39	22.63	29.50	34.10	23.77	22.87	20.91	23.21	24.44	17.96	22.93	26.50	22.71	22.94	21.28	17.75	18.78	20.31	19.84	23.39	21.78	22.44	18.34	26.86	22.99	23.61	26.22	21.46	21.08	21.51	18.78
458	34.71	38.70	23.35	32.27	17.49	24.31	19.73	35.93	25.59	21.00	17.55	19.98	22.25	25.06	13.91	21.53	20.96	19.46	20.89	26.52	15.96	19.14	20.06	18.24	21.86	19.63	22.21	16.42	20.83	15.89	23.93	28.77	14.65	20.33	31.77	22.46
459	19.05	24.10	22.77	20.63	33.56	20.40	25.65	21.49	22.79	23.50	19.64	30.64	23.17	25.74	16.21	22.15	20.33	20.59	21.26	21.56	17.36	19.59	21.69	20.59	22.52	19.61	22.55	18.14	27.76	20.87	24.85	24.36	23.18	24.86	17.19	25.15
460	22.75	26.63	27.63	33.80	22.55	35.40	17.56	26.91	25.12	24.75	24.35	18.16	27.76	36.29	18.05	23.84	25.09	32.72	33.52	30.49	23.95	27.00	36.00	21.25	23.14	27.16	29.59	24.46	23.84	32.75	25.60	29.63	25.97	26.69	23.54	19.69
461	24.97	37.37	37.42	49.70	26.51	34.08	42.31	41.45	52.44	46.75	38.45	30.50	36.67	39.26	28.43	41.89	32.93	34.06	50.30	34.85	28.25	25.59	25.95	26.67	62.03	30.73	28.11	30.01	46.18	43.39	30.99	42.63	31.90	40.39	30.35	21.42
462	34.80	38.71	23.40	32.07	17.52	24.33	19.78	35.90	25.52	21.16	17.53	19.81	22.30	25.15	13.94	21.47	21.04	19.50	20.75	26.55	16.01	19.04	20.02	18.30	21.92	19.67	22.39	16.46	20.77	15.85	23.88	28.85	14.64	20.40	31.73	22.49
463	32.63	39.13	22.37	33.85	29.41	32.43	27.29	43.98	40.13	27.82	21.29	24.46	20.65	23.92	19.44	24.47	23.56	30.18	24.06	30.15	21.52	23.65	26.08	18.19	33.72	24.23	30.53	21.72	25.79	14.68	29.77	30.92	23.34	20.48	44.59	30.19
464	31.94	35.54	23.77	36.63	21.96	35.75	25.18	34.71	81.63	24.79	29.89	25.12	31.71	27.04	29.91	23.19	24.21	23.72	22.39	33.36	22.16	20.96	24.11	27.21	19.66	26.90	28.98	18.35	17.54	23.48	37.22	26.87	17.79	20.63	23.24	16.54
465	29.40	34.28	36.32	51.44	34.51	30.87	37.81	44.41	41.18	34.29	37.12	36.31	43.26	38.49	25.08	34.70	82.60	36.94	36.50	21.28	20.22	23.43	26.15	38.20	40.62	40.53	33.86	28.96	56.66	40.82	32.06	35.60	48.11	35.39	26.27	33.39
466	28.01	31.63	33.85	44.98	23.28	23.62	37.22	45.67	38.94	30.24	29.93	24.03	31.73	35.89	19.74	37.50	32.37	26.21	27.21	24.60	25.96	26.30	20.81	20.14	26.17	38.29	25.91	25.54	48.73	46.30	39.39	32.57	33.11	31.55	23.00	18.48
467	17.77	16.02	19.95	19.37	10.76	11.55	15.27	27.38	19.52	14.40	19.34	13.14	20.84	19.51	11.90	14.14	15.71	13.64	23.88	17.72	13.69	12.85	16.39	14.77	18.98	16.66	20.50	15.17	17.78	21.33	22.17	24.13	16.64	14.52	14.41	13.39
468	10.88	9.35	11.78	13.75	9.59	15.75	16.53	17.60	14.23	15.75	13.36	10.62	15.14	16.60	12.13	10.57	14.64	14.89	12.85	14.04	12.63	10.29	11.76	12.34	14.25	12.65	18.08	10.08	11.72	11.65	13.76	14.64	12.79	14.37	14.07	10.92

Continúa en la siguiente página

Tabla 98

Datos de salida del modelo MLP: precipitación máxima diaria anual (mm) de 1981 a 2016 de las 499 subcuencas (continuación)

N.°	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
469	27.11	36.32	24.26	30.91	20.29	31.41	23.91	31.51	32.96	16.09	20.79	24.09	25.68	23.00	16.97	36.81	23.35	23.55	17.15	26.02	23.35	19.29	21.58	23.77	16.21	24.08	19.20	22.14	22.74	19.08	24.04	23.77	19.27	22.15	18.61	24.05
470	24.96	37.36	37.43	49.69	26.62	34.02	42.24	41.44	52.45	46.80	38.45	30.54	36.71	39.27	28.42	41.87	32.91	33.97	50.28	34.93	28.20	25.48	25.88	26.63	61.86	30.78	28.07	30.03	46.17	43.43	30.98	42.65	31.88	40.41	30.30	21.59
471	25.56	27.25	22.65	30.10	20.12	25.14	23.40	30.18	34.44	24.25	23.26	21.65	23.76	24.61	18.17	23.25	27.22	23.04	23.50	21.39	17.74	19.14	20.52	20.23	24.10	21.98	22.84	18.67	27.29	23.66	24.10	26.64	21.96	21.60	21.80	19.01
472	29.38	34.31	36.31	51.47	34.51	30.95	37.81	44.48	41.17	34.26	37.13	36.26	43.28	38.40	25.04	34.64	82.55	36.89	36.35	21.34	20.12	23.47	26.17	38.10	40.59	40.35	33.85	28.99	56.65	40.66	32.11	35.56	48.16	35.36	26.28	33.26
473	25.56	27.17	22.64	29.96	20.21	25.11	23.38	30.15	34.49	24.26	23.21	21.63	23.75	24.51	18.12	23.42	27.23	23.02	23.40	21.40	17.84	19.05	20.65	20.26	24.02	22.04	22.85	18.66	27.16	23.70	24.13	26.69	21.92	21.57	21.83	19.13
474	17.76	15.96	19.99	19.43	10.83	11.65	15.32	27.37	19.48	14.48	19.41	13.07	20.81	19.37	11.86	14.09	15.71	13.80	23.85	17.69	13.62	12.98	16.39	14.79	19.13	16.54	20.45	15.17	17.89	21.25	22.16	24.13	16.54	14.60	14.44	13.25
475	58.29	53.88	31.84	35.15	33.03	55.73	37.31	43.19	38.93	34.59	27.41	35.29	37.65	41.02	30.20	33.23	32.37	41.52	22.48	26.84	29.25	26.67	33.57	33.02	27.78	27.17	20.92	20.63	52.12	49.78	29.31	39.54	44.66	38.78	51.02	27.86
476	31.87	35.55	23.68	36.70	21.98	35.81	25.14	34.72	81.85	24.92	29.92	25.21	31.58	27.12	29.81	23.23	24.18	23.76	22.20	33.29	22.16	20.90	24.03	27.13	19.63	26.88	28.95	18.35	17.57	23.53	37.29	26.91	17.80	20.61	23.28	16.51
477	32.61	38.32	30.42	29.53	24.76	40.50	33.08	35.99	80.53	28.94	32.62	30.75	25.84	21.70	28.73	26.53	35.49	25.21	22.82	28.19	20.17	21.37	24.18	21.10	26.99	26.72	32.63	18.22	21.67	22.16	31.13	28.49	16.48	17.63	21.84	13.81
478	23.80	26.43	21.87	29.71	19.69	24.37	22.54	29.33	34.03	23.76	22.86	21.05	23.28	24.36	17.91	22.98	26.49	22.60	23.00	21.34	17.68	18.87	20.33	19.90	23.42	21.76	22.57	18.41	26.95	23.00	23.64	26.36	21.51	21.04	21.49	18.85
479	10.79	9.23	11.74	13.79	9.59	15.76	16.40	17.60	14.22	15.75	13.30	10.65	15.06	16.65	12.15	10.64	14.71	14.90	12.85	14.10	12.78	10.21	11.72	12.37	14.22	12.83	18.09	10.16	11.62	11.62	13.68	14.56	12.74	14.33	14.08	10.84
480	25.59	27.23	22.67	30.03	20.13	25.00	23.34	30.11	34.50	24.25	23.18	21.61	23.76	24.53	18.18	23.26	27.29	23.06	23.46	21.45	17.77	19.19	20.58	20.18	23.95	22.03	22.76	18.58	27.31	23.79	24.16	26.59	22.01	21.67	21.94	19.17
481	12.89	14.24	11.36	10.96	9.28	9.52	9.45	12.94	12.17	17.13	12.03	11.33	10.34	10.07	9.21	13.36	11.52	10.32	14.80	14.53	14.42	10.71	10.87	8.97	9.50	10.78	12.44	12.73	10.47	9.80	11.44	13.90	12.72	10.57	11.19	13.33
482	28.02	31.58	33.84	45.04	23.34	23.52	37.26	45.64	38.93	30.16	29.98	23.99	31.67	35.80	19.67	37.44	32.33	26.23	27.09	24.62	25.94	26.24	20.77	20.06	26.21	38.36	25.89	25.56	48.79	46.30	39.41	32.46	33.17	31.65	22.93	18.44
483	27.06	36.14	24.26	30.91	20.23	31.35	23.92	31.63	32.85	16.19	20.70	24.14	25.62	22.99	16.95	36.91	23.41	23.58	17.02	26.05	23.41	19.31	21.66	23.83	16.30	24.04	19.23	22.24	22.62	19.17	24.00	23.74	19.40	22.27	18.59	24.05
484	24.57	20.67	11.01	35.47	15.58	26.21	9.59	25.14	48.29	23.31	22.39	18.11	22.68	31.88	16.18	27.82	20.53	23.80	19.74	29.07	19.53	16.86	21.65	23.79	22.02	18.17	27.07	17.90	25.74	16.21	24.60	25.94	18.66	16.67	16.88	14.03
485	14.28	22.53	17.95	15.49	11.49	14.09	13.03	18.59	17.95	20.91	14.44	13.60	12.50	15.17	11.41	17.71	15.17	11.78	17.12	15.92	13.94	13.51	12.61	12.73	12.10	14.95	14.66	13.67	12.98	12.82	15.98	19.06	13.01	13.05	13.47	13.53
486	28.10	31.66	33.78	45.07	23.40	23.56	37.32	45.61	38.89	30.14	29.95	24.04	31.73	35.81	19.66	37.48	32.50	26.21	27.07	24.61	25.97	26.20	20.86	20.15	26.22	38.44	25.88	25.48	48.72	46.29	39.35	32.49	33.10	31.65	23.06	18.49
487	15.68	18.46	20.42	39.70	17.68	19.50	22.44	31.77	32.41	19.17	24.53	20.08	17.23	17.62	19.16	18.11	46.05	24.02	19.86	13.25	11.67	20.17	19.10	20.27	27.28	20.02	21.52	18.74	38.31	21.15	20.22	29.40	24.33	19.83	19.50	17.88
488	29.36	34.25	36.41	51.41	34.44	30.88	37.88	44.35	41.19	34.25	37.14	36.40	43.27	38.43	25.12	34.53	82.53	36.89	36.47	21.33	20.16	23.37	26.15	38.19	40.50	40.34	33.86	28.93	56.72	40.81	32.16	35.60	48.22	35.39	26.30	33.36
489	15.71	18.55	20.39	39.68	17.65	19.62	22.41	31.61	32.54	19.09	24.45	20.15	17.37	17.80	19.17	18.29	46.15	24.00	19.94	13.14	11.68	20.19	19.24	20.30	27.28	19.96	21.38	18.83	38.41	21.20	20.18	29.30	24.34	19.71	19.53	17.87
490	23.71	26.44	21.95	29.87	19.68	24.33	22.57	29.43	34.07	23.82	22.73	20.96	23.23	24.45	17.90	22.93	26.62	22.64	23.06	21.33	17.69	18.86	20.28	19.89	23.39	21.80	22.43	18.24	26.93	23.06	23.63	26.31	21.46	21.14	21.40	18.84
491	23.71	26.44	21.82	29.79	19.63	24.39	22.50	29.47	33.97	23.72	22.87	20.91	23.20	24.42	18.03	22.94	26.69	22.60	23.00	21.34	17.69	18.76	20.22	19.80	23.42	21.88	22.49	18.30	26.90	23.13	23.62	26.37	21.39	21.10	21.52	18.92
492	29.27	34.26	36.33	51.54	34.43	30.96	37.85	44.42	41.24	34.29	37.06	36.27	43.27	38.44	25.06	34.69	82.57	36.84	36.47	21.34	20.15	23.45	26.25	38.19	40.50	40.34	33.78	28.89	56.67	40.77	32.14	35.58	48.15	35.33	26.28	33.35
493	16.17	15.84	9.96	16.40	8.46	14.88	17.46	14.12	14.03	16.15	18.49	11.01	13.58	10.07	7.23	8.84	13.07	11.84	16.17	9.79	5.89	11.16	10.78	9.59	12.45	11.30	19.81	11.96	10.92	15.22	15.12	14.62	10.24	15.72	10.54	10.66
494	31.94	35.65	23.61	36.78	21.87	35.72	25.18	34.62	81.75	24.86	29.95	25.12	31.61	27.14	29.90	23.20	24.19	23.65	22.28	33.33	22.19	20.87	24.01	27.11	19.63	26.87	28.88	18.37	17.53	23.52	37.27	27.04	17.82	20.55	23.30	16.50
495	32.58	38.18	30.39	29.57	24.74	40.51	33.26	36.00	80.56	28.98	32.61	30.73	25.77	21.79	28.74	26.51	35.49	25.13	22.80	28.11	20.23	21.42	24.21	20.99	26.91	26.70	32.61	18.27	21.60	22.21	31.08	28.49	16.59	17.64	21.77	13.86
496	29.40	34.22	36.37	51.41	34.53	30.93	37.84	44.42	41.08	34.25	37.08	36.32	43.29	38.52	25.03	34.68	82.59	36.87	36.42	21.27	20.10	23.46	26.20	38.17	40.52	40.37	33.85	29.00	56.65	40.83	32.15	35.65	48.16	35.41	26.31	33.34
497	32.72	39.10	22.43	33.96	29.42	32.45	27.18	43.95	40.09	27.79	21.37	24.52	20.67	23.83	19.46	24.48	23.56	30.16	24.02	30.28	21.48	23.54	26.06	18.33	33.70	24.26	30.52	21.55	25.85	14.56	29.72	30.96	23.39	20.48	44.57	30.10
498	19.42	20.10	28.33	25.15	19.05	17.46	23.77	30.65	37.29	31.92	21.43	22.37	25.89	28.32	14.58	17.16	17.80	17.93	24.37	12.79	14.07	17.14	17.19	18.50	22.57	20.91	18.47	19.11	34.78	25.89	23.61	30.68	20.72	19.89	17.99	18.28
499	16.16	15.88	9.89	16.43	8.42	14.93	17.53	14.05	14.05	16.14	18.46	10.99	13.70	10.12	7.30	8.86	12.97	11.94	16.10	9.79	5.92	11.22	10.83	9.62	12.45	11.39	19.75	12.05	10.80	15.21	15.11	14.60	10.24	15.55	10.52	10.60

Nota. Elaboración propia.

A8 Datos obtenidos de algunas subcuencas

Tabla 99

Parámetros de entrada de la RNA

Parámetros Morfométricos	Anco	Andamarca	Andarapa	Carhuanca	Chilcayoc	Chincheros	Choclococha	Chungui	Chuschi	Huacaña	Huancabamba	Huancaray
Area del Cuenca(Km)	17.9	640.8	10.6	23.2	134.0	55.0	50.6	5.5	26.1	105.8	15.8	485.8
Perímetro de la Cuenca(Km)	22.8	159.2	16.9	21.5	72.2	35.6	45.9	9.8	25.4	56.4	24.2	127.4
Máxima Elevación(m.s.l.m)	3446.4	4825.9	4034.7	4111.8	4492.3	4703.3	5271.9	4375.2	4402.9	4748.3	4326.3	4615.2
Mínima Elevación	1159.4	3391.1	2810.5	2589.2	2405.6	2879.5	4503.9	3584.9	3135.9	3013.7	3632.1	2872.3
Elevación Media(m.s.l.m)	1807.7	4253.2	3405.2	3417.8	3766.6	3622.6	4756.4	3961.6	3851.2	4203.6	3976.4	3896.5
Pendiente media(\%)	29.2	9.1	18.9	21.4	22.8	18.6	11.9	28.6	19.2	15.2	9.4	14.4
Longitud del vector de dirección (km)	2.4	11.5	2.6	2.7	9.2	4.7	3.6	1.1	3.2	7.6	3.5	15.7
Coeficiente de compacidad	4.8	5.6	4.6	4.0	5.5	4.3	5.7	3.7	4.4	4.9	5.4	5.1
Ratio de circularidad	0.4	0.3	0.5	0.6	0.3	0.5	0.3	0.7	0.5	0.4	0.3	0.4
Diámetro topológico	7.0	51.0	2.0	6.0	24.0	7.0	7.0	1.0	6.0	7.0	2.0	35.0
Relación de Alargamiento	0.7	0.6	1.0	1.2	0.5	0.8	0.6	1.7	0.9	0.6	0.6	0.7
Factor de Forma	2.6	12.7	2.8	5.1	5.2	4.9	4.0	3.5	4.0	5.6	2.2	12.7
Tiempo de concentración(Giandotti)(Hr)	0.7	5.8	0.7	0.8	2.3	1.4	2.1	0.5	1.1	2.1	1.3	4.4
Longitud del canal principal(Km)	6.8	50.6	3.8	4.6	26.0	11.1	12.7	1.5	6.5	19.1	7.2	38.2
Pendiente media del canal principal(\%)	18.3	2.5	16.8	19.7	7.7	10.4	2.6	8.1	12.3	8.0	7.8	3.7
Longitud media de la colina o ladera(m)	1713.1	1344.4	290.4	1771.0	231.2	702.4	242.8	57.0	756.7	216.2	197.3	237.7
Orden Máxima(Strahler)	3.0	5.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0	1.0	2.0	3.0	2.0	5.0
Cantidad de corrientes	8.0	189.0	3.0	6.0	27.0	13.0	10.0	1.0	6.0	22.0	3.0	117.0
Longitud total de la corriente(Km)	10.2	438.6	4.0	8.9	70.6	29.1	29.4	1.6	12.9	59.5	8.9	305.7
Frecuencia de flujo de primer orden	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2
Densidad de drenaje(Km/Km2)	0.6	0.7	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.3	0.5	0.6	0.6	0.6
Relación de bifurcación (Horton)	2.2	3.4	2.0	5.0	4.9	3.0	2.6	0.0	5.0	4.0	2.0	3.1
Relación de Longitud(Horton)	0.9	1.8	6.9	1.8	2.8	1.5	0.8	0.0	2.9	2.3	0.1	1.6
Relación de Área(Horton)	2.6	3.7	5.6	5.8	5.9	3.5	0.8	0.0	7.8	5.2	2.0	3.4
Relación de Pendiente(Horton)	1.4	1.2	0.9	1.5	1.8	1.3	3.4	0.0	1.9	1.1	1.2	1.4

Nota. Elaboración Propia

Tabla 100

Parámetros de ingreso de las subcuencas para el entrenamiento, la validación y la prueba de la Red Neuronal Artificial

Fecha	**Anco**	**Andamarca**	**Andarapa**	**Carhuanca**	**Chilcayocc**	**Chincheros**	**Choclococha**	**Chungui**	**Chuschi**	**Huacaña**	**Huancarabamba**	**Huancaray**
1981	26.9	25.0	12.1	29.3	25.4	17.4	13.3	45.0	58.1	27.0	24.4	14.2
1982	58.0	24.2	12.3	30.0	27.7	21.6	18.0	35.0	23.0	20.6	14.3	22.5
1983	201.9	19.4	22.7	33.8	24.2	19.5	26.5	25.0	20.0	11.0	11.4	17.9
1984	121.1	19.9	20.6	45.0	24.3	41.8	26.5	14.7	19.4	35.5	11.0	15.5
1985	90.0	18.4	33.6	23.3	24.1	24.0	19.0	10.5	10.9	15.6	9.3	11.6
1986	125.4	23.6	20.4	23.6	28.5	23.9	36.0	9.7	11.6	26.2	9.5	14.2
1987	93.3	14.8	25.6	37.3	28.5	25.3	24.0	11.1	15.3	9.6	9.4	13.0

1988	85.3	24.6	21.4	45.7	28.5	37.6	38.2	13.9	27.4	25.1	12.9	18.6
1989	125.6	22.6	22.9	38.9	29.6	34.2	15.1	14.4	19.5	48.3	12.2	18.0
1990	305.6	13.1	23.5	30.2	23.8	26.5	39.4	12.2	14.4	23.3	17.1	20.8
1991	120.4	15.7	19.6	30.0	29.6	30.2	22.5	12.5	19.4	22.4	12.1	14.5
1992	346.6	22.1	30.7	24.0	29.0	22.7	31.6	11.6	13.1	18.2	11.3	13.6
1993	75.5	21.3	23.1	31.7	30.9	18.8	38.9	16.2	20.9	22.6	10.4	12.5
1994	68.5	15.4	25.7	35.8	32.0	17.5	36.7	11.1	19.5	32.0	10.0	15.1
1995	96.8	15.6	16.3	19.7	22.7	23.5	27.5	9.0	11.9	16.2	9.2	11.4
1996	110.7	20.8	22.1	37.5	25.0	24.0	35.3	11.9	14.1	27.8	13.3	17.7
1997	89.9	20.6	20.3	32.4	20.5	51.5	67.1	12.9	15.8	20.6	11.4	15.2
1998	100.0	13.7	20.6	26.2	24.7	28.5	55.4	13.0	13.8	23.8	10.3	11.9
1999	91.3	14.4	21.2	27.1	28.5	30.8	33.9	14.7	23.8	19.7	14.8	17.2
2000	78.8	17.8	21.7	24.6	40.3	11.6	37.9	8.2	17.7	29.0	14.6	15.9
2001	70.0	16.1	17.2	26.0	28.8	12.2	29.0	7.3	13.7	19.6	14.5	14.0
2002	74.3	11.5	19.6	26.3	29.6	26.4	30.4	10.3	12.9	16.9	10.7	13.5
2003	94.7	15.4	21.7	20.9	29.9	20.3	57.5	10.2	16.4	21.7	10.8	12.6
2004	99.5	12.0	20.6	20.2	26.4	25.7	44.8	10.0	14.7	23.8	9.0	12.8
2005	236.4	9.6	22.5	26.2	37.3	34.4	35.6	11.2	19.1	22.0	9.6	12.2
2006	80.0	18.0	19.5	38.4	35.9	23.6	36.5	8.1	16.6	18.2	10.7	15.0
2007	96.6	15.5	22.5	25.9	30.7	20.8	22.6	11.5	20.4	27.2	12.4	14.6
2008	75.2	11.3	18.1	25.6	22.7	17.8	24.0	10.1	15.2	17.9	12.7	13.6
2009	69.2	18.4	27.8	48.7	20.8	30.4	52.0	16.8	17.9	25.8	10.5	12.9
2010	99.2	8.6	21.0	46.3	15.8	20.0	49.8	15.2	21.3	16.3	9.8	12.8
2011	109.4	12.3	24.8	39.4	23.9	20.9	29.3	11.7	22.1	24.6	11.5	16.1
2012	134.3	18.0	24.4	32.6	28.8	30.7	39.5	14.1	24.1	25.9	13.9	19.1
2013	70.3	10.6	23.2	33.1	14.7	22.1	44.7	11.8	16.5	18.6	12.7	13.0
2014	106.5	10.9	24.9	31.6	20.3	20.8	38.7	10.3	14.6	16.7	10.4	13.1
2015	59.8	13.2	17.2	23.0	31.7	19.7	51.0	10.3	14.4	16.9	11.2	13.5

Nota. Elaboración Propia

Tabla 101

Parámetros de ingreso de las subcuencas para el entrenamiento, la validación y la prueba de la Red Neuronal Artificial

Parámetros Morfométricos	Pampachiri	Pampamarca	Pampas	Paras	Paucaray	Pecope	San Miguel	Tunel Cero	Uripa	Vilcashuamán	Vischongo
Area del Cuenca(Km)	121.2	9.4	43.5	49.2	29.0	9.1	47.1	11.0	6.4	38.3	552.5
Perímetro de la Cuenca(Km)	69.2	16.7	33.1	38.4	26.8	14.1	36.9	16.0	11.9	34.1	136.6
Máxima Elevación(m.s.l.m)	4508.9	4541.8	4326.4	5076.9	4461.6	4294.7	4391.5	4928.1	4081.0	4142.1	4345.0
Mínima Elevación	3323.9	4148.0	2023.7	3229.7	2826.8	3877.0	2714.2	4503.0	3136.6	3451.5	3067.2
Elevación Media(m.s.l.m)	4052.9	4333.4	3236.5	4316.0	3824.3	4080.6	3889.0	4709.9	3567.1	3723.4	3719.8
Pendiente media(\%)	9.3	10.0	28.8	23.6	20.2	9.6	22.0	13.6	17.8	8.8	10.6
Longitud del vector de dirección (km)	11.2	2.7	4.7	6.8	4.1	1.9	5.6	2.8	2.0	4.9	16.5
Coeficiente de compacidad	5.6	4.8	4.5	4.9	4.4	4.1	4.8	4.3	4.2	4.9	5.2

Ratio de circularidad	0.3	0.4	0.5	0.4	0.5	0.6	0.4	0.5	0.6	0.4	0.4
Diámetro topológico	15.0	3.0	8.0	10.0	5.0	1.0	7.0	2.0	1.0	8.0	38.0
Relación de Alargamiento	0.5	0.8	0.8	0.6	0.7	1.1	0.6	0.8	1.7	0.7	0.6
Factor de Forma	4.5	2.1	4.9	3.7	3.2	2.8	3.6	2.4	3.7	3.6	12.6
Tiempo de concentración(Giandotti)(Hr)	3.1	1.2	1.0	1.4	1.1	1.0	1.4	1.2	0.5	1.9	5.6
Longitud del canal principal(Km)	26.9	4.4	8.8	13.5	9.0	3.2	13.1	4.6	1.7	10.7	43.8
Pendiente media del canal principal(\%)	3.9	3.9	19.9	10.0	15.8	6.7	11.2	3.8	12.0	3.1	2.5
Longitud media de la colina o ladera(m)	468.5	129.5	608.8	170.4	602.0	94.0	482.0	126.4	71.0	91.6	769.9
Orden Máxima(Strahler)	4.0	2.0	3.0	2.0	3.0	1.0	3.0	2.0	1.0	3.0	5.0
Cantidad de corrientes	31.0	4.0	12.0	12.0	9.0	1.0	11.0	3.0	1.0	17.0	137.0
Longitud total de la corriente(Km)	74.5	5.6	22.0	24.5	18.7	3.3	27.9	7.9	1.7	26.2	396.7
Frecuencia de flujo de primer orden	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1
Densidad de drenaje(Km/Km2)	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	0.4	0.6	0.7	0.3	0.7	0.7
Relación de bifurcación (Horton)	2.8	3.0	3.0	11.0	2.5	0.0	2.8	2.0	0.0	3.5	3.2
Relación de Longitud(Horton)	1.9	1.7	1.7	13.2	0.3	0.0	1.0	0.3	0.0	2.5	1.5
Relación de Área(Horton)	3.2	3.6	3.6	19.0	3.4	0.0	3.3	2.2	0.0	4.2	3.6
Relación de Pendiente(Horton)	1.2	1.4	1.7	1.9	1.3	0.0	1.5	1.6	0.0	1.2	1.4

Nota. Elaboración Propia

Tabla 102

Parámetros de ingreso de las subcuencas para el entrenamiento, la validación y la prueba de la Red Neuronal Artificial

Fecha	Pampachiri	Pampamarca	Pampas	Paras	Paucaray	Pecope	San Miguel	Tunel cero	Uripa	Vilcashuamán	Vischongo
1980	17.5	19.7	13.5	26.0	43.0	20.2	9.8	26.5	15.7	15.0	25.1
1981	32.0	24.3	13.5	31.4	43.0	32.6	26.3	35.4	15.7	35.0	42.5
1982	35.6	24.4	13.5	33.7	43.0	38.3	15.9	51.9	18.6	30.0	26.2
1983	23.7	27.1	13.5	11.8	43.0	30.4	9.9	51.9	20.3	35.0	28.2
1984	36.7	28.4	13.5	13.7	43.0	29.6	16.5	38.0	39.7	35.0	25.1
1985	22.0	26.2	13.5	9.6	43.0	24.7	8.4	22.3	17.7	35.0	19.0
1986	35.7	33.7	13.5	15.8	43.0	40.5	14.9	34.5	19.6	35.0	17.5
1987	25.2	21.1	13.5	16.4	43.0	33.2	17.5	22.4	22.4	26.0	23.8
1988	34.7	35.1	13.5	17.6	43.0	36.0	14.1	27.4	31.7	32.3	30.7
1989	81.7	32.2	13.5	14.3	43.0	80.6	14.0	31.8	32.4	30.4	37.3
1990	24.9	18.7	13.5	15.7	43.0	28.9	16.2	54.3	19.1	27.2	31.9
1991	30.0	22.4	13.5	13.4	43.0	32.6	18.5	36.2	24.5	34.4	21.4
1992	25.1	31.5	13.5	10.7	43.0	30.8	11.0	36.2	20.2	22.4	22.3
1993	31.7	30.3	13.5	15.1	43.0	25.8	13.6	36.0	17.4	34.8	25.9
1994	27.1	22.0	13.5	16.6	43.0	21.7	10.1	33.0	17.8	32.2	28.4
1995	29.9	22.2	13.5	12.1	25.0	28.8	7.2	26.2	19.2	34.2	14.5
1996	23.2	29.7	13.5	10.6	28.0	26.5	8.8	27.2	18.2	27.4	17.0
1997	24.2	29.4	13.5	14.7	28.0	35.5	13.0	20.8	46.2	25.2	17.8
1998	23.7	23.6	13.5	15.0	32.0	25.2	11.9	25.0	23.9	22.2	18.0

1999	22.3	17.1	13.5	12.8	24.0	22.8	16.1	25.7	19.9	18.3	24.4
2000	33.3	26.0	13.5	14.1	37.0	28.1	9.7	24.9	13.1	24.3	12.8
2001	22.2	23.4	13.5	12.7	41.0	20.2	5.9	29.3	11.6	20.5	14.1
2002	20.9	19.3	13.5	10.2	28.0	21.4	11.2	23.5	20.2	33.2	17.1
2003	24.1	21.7	13.2	11.8	27.0	24.2	10.8	26.8	19.2	26.5	17.2
2004	27.2	23.8	19.7	12.3	25.0	21.1	9.7	27.9	20.3	27.5	18.5
2005	19.6	16.2	19.8	14.3	52.0	27.0	12.5	47.0	27.3	48.0	22.5
2006	26.9	24.1	27.5	12.7	37.0	26.7	11.5	25.0	20.0	27.3	20.8
2007	28.9	19.1	24.0	18.1	31.0	32.6	19.8	35.1	21.5	28.0	18.5
2008	18.4	22.2	25.0	10.1	27.0	18.2	12.0	28.4	18.8	21.5	19.1
2009	17.5	22.7	26.0	11.7	35.0	21.7	10.8	35.9	38.4	40.4	34.7
2010	23.5	19.1	40.8	11.6	18.0	22.2	15.1	22.5	21.1	35.4	25.9
2011	37.2	24.0	32.2	13.7	29.7	31.1	15.1	25.6	20.2	31.0	23.7
2012	26.9	23.9	35.6	14.6	30.9	28.5	14.6	29.7	29.4	42.7	30.6
2013	17.8	19.3	48.2	12.8	23.4	16.5	10.2	26.0	24.3	31.8	20.7
2014	20.6	22.2	35.4	14.3	20.5	17.7	15.6	26.7	19.8	40.4	19.9
2015	23.3	18.6	26.3	14.1	44.6	21.8	10.6	23.6	19.5	30.3	17.9
2016	16.5	24.1	33.3	10.8	30.1	13.9	10.7	19.6	17.9	21.5	18.3

Nota. Elaboración Propia

Tabla 103

Parámetros de salida de la RNA

Parámetros Morfométricos	Huamanga (Pampa del Arco)	Wayllapampa	Chiara	Allpachaca	Chontaca
Área de la Cuenca (Km^2)	62.915	86.293	18.404	105.980	7.828
Perímetro de la Cuenca (Km)	65.220	67.620	35.160	66.060	19.080
Máxima Elevación (m.s.l.m)	4060.743	4424.500	4259.202	4291.000	4232.577
Mínima Elevación (m.s.l.m)	2626.029	2460.723	3329.500	3463.000	3442.272
Elevación Media (m.s.l.m)	3303.378	3366.707	3928.537	3841.531	3790.151
Pendiente media (%)	24.197	28.768	22.927	17.505	23.890
Longitud del vector de dirección (km)	18.45	18.407	9.993	9.042	4.465
Coeficiente de compacidad	2.320	2.053	2.312	1.810	1.924
Ratio de circularidad	0.186	0.237	0.187	0.305	0.270
Diámetro topológico	10	11.000	3.000	13.000	1.000
Relación de Alargamiento	0.485	0.569	0.484	1.048	0.502
Factor de Forma	0.185	0.254	0.184	0.862	0.198
Tiempo de concentración (Kirpich) (Hr)	2.055	1.721	1.152	2.004	0.636
Longitud del canal principal (Km)	21.410	19.874	10.475	16.146	5.232
Pendiente media del canal principal (%)	6.126	8.361	6.589	3.717	7.684
Longitud media de la colina o ladera (m)	759.96	656.840	698.137	668.074	748.068
Orden Máxima (Strahler)	3.000	4.000	2.000	4.000	1.000

Cantidad de corrientes	16	28.000	4.000	39.000	1.000
Longitud total de la corriente (Km)	41.394	65.688	13.181	79.317	5.232
Frecuencia de flujo de primer orden	0.19	0.232	0.163	0.274	0.128
Densidad de drenaje (Km/Km^2)	0.658	0.761	0.716	0.748	0.668
Relación de bifurcación (Horton)	3.5	2.833	3.000	3.214	N/A
Relación de Longitud (Horton)	2.08	1.662	6.389	1.403	N/A
Relación de Área (Horton)	5.16	3.738	5.315	3.484	N/A
Relación de Pendiente (Horton)	1.76	2.033	1.433	1.548	N/A

Nota. Elaboración Propia

Tabla 104

Parámetros de ingreso de las subcuencas para el entrenamiento, la validación y la prueba de la Red Neuronal Artificial

Fecha	**Huamanga (Pampa del Arco)**	**Wayllapampa**	**Chiara**	**Allpachaca**	**Chontaca**
1981	17.16	16.06	13.84	16.20	16.81
1982	24.55	16.54	17.99	16.21	13.94
1983	16.25	15.95	16.76	23.06	21.20
1984	40.01	20.28	23.74	21.21	17.64
1985	17.35	21.47	14.70	18.17	19.72
1986	14.63	20.40	11.85	15.87	11.62
1987	18.06	16.24	20.49	17.71	21.62
1988	26.14	25.74	18.68	16.89	17.89
1989	15.67	20.33	12.04	13.01	11.98
1990	14.46	18.71	21.58	19.43	25.59
1991	15.89	15.72	10.89	14.23	30.48
1992	14.36	11.77	10.86	8.80	13.67
1993	15.93	25.38	11.90	13.65	14.52
1994	15.06	18.21	13.57	14.06	14.04
1995	20.51	18.51	17.12	19.38	15.17
1996	20.90	23.66	20.82	19.75	18.51
1997	18.23	20.37	16.78	21.13	15.34
1998	23.23	29.05	20.44	21.48	18.16
1999	17.12	20.05	13.78	13.11	13.20
2000	24.63	23.04	16.25	17.45	12.97
2001	26.93	21.12	17.47	17.12	14.23
2002	17.10	20.89	18.90	21.95	21.28
2003	21.60	25.00	18.22	17.60	18.95
2004	17.34	17.11	13.44	12.87	14.23
2005	19.74	22.23	15.72	16.74	16.70
2006	16.88	19.15	15.65	20.22	11.62
2007	12.84	24.23	14.41	15.31	15.30
2008	14.20	17.16	13.49	14.59	13.44
2009	22.58	33.24	18.59	21.43	15.34
2010	14.45	20.45	11.63	15.80	12.18
2011	17.29	27.27	15.88	19.89	15.32
2012	28.71	22.62	25.56	28.65	21.42
2013	20.73	25.41	18.00	20.62	15.80
2014	22.17	22.51	14.40	14.30	14.78
2015	19.31	26.27	16.34	18.01	17.17

2016	18.62	19.92	13.03	14.93	12.51

Nota. Elaboración propia.

UNSCH FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. CRISTHOFER COLLAHUACHO AGUADO

R.D. N° 640-2026-UNSCH-FCA-D

En la ciudad de Ayacucho, a los trece días del mes de noviembre del año dos mil veintiséis, siendo las catorce horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Felipe Escobar Ramírez Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias; los miembros del jurado conformado por la Ph.D. Sandra Del Águila Ríos, Dr. Richard Alex Oscco Peceros como asesor, Dr. Juan Charapaqui Anccasi y Ing. Efraín Chuchón Prado; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Implementación del modelo Perceptrón Multicapa (MLP) para la estimación de la precipitación máxima diaria anual en la cuenca del río Yucaes, Ayacucho, 2026,** para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrícola, presentado por el Bachiller **CRISTHOFER COLLAHUACHO AGUADO.**

El señor Decano previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invitó a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberación y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Ph.D. Sandra Del Águila Ríos	16	14	16	15
Dr. Richard Alex Oscco Peceros	15	15	15	15
Dr. Juan Charapaqui Anccasi	15	16	16	16
Ing. Efraín Chuchón Prado	15	12	14	14
PROMEDIO GENERAL				**15**

Acto seguido se invita a la sustentante y público en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.

.....
Ph.D. Sandra Del Águila Ríos
Presidente

.....
Dr. Richard Alex Oscco Peceros
Asesor

.....
Dr. Juan Charapaqui Anccasi
Jurado

.....
Ing. Efraín Chuchón Prado
Jurado

.....
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Secretario Docente

UNSCH FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe, miembro de la comisión de docentes instructores responsables de operativizar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de **TESIS** de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, autorizado por R.D N° 437-2026-UNSCH-FCA-D; hace constar que el trabajo titulado;

Implementación del modelo Perceptrón Multicapa (MLP) para la estimación de la precipitación máxima diaria anual en la cuenca del río Yucaes, Ayacucho, 2026

Autor : Cristhofer COLLAHUACHO AGUADO
Asesor : Richard Alex OSCCO PECEROS

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de tesis, aprobando mediante de RCU N°039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de seis por ciento **(6 %)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajo estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con identificador de la entrega: 3098897908.

Ayacucho, 24 de noviembre de 2026

.....
Mtro. Carlos Augusto Castañeda Esquén
Docente Instructor - EPIA

Implementación del modelo Perceptrón Multicapa (MLP) para la estimación de la precipitación máxima diaria anual en la cuenca del río Yucaes, Ayacucho, 2026

por Cristhofer COLLAHUACHO AGUADO

Fecha de entrega: 24-nov-2026 02:17a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 3098897908
Nombre del archivo: INFORME_DE_TESIS_-_CRISTHOFER_COLLAHUACHO_AGUADO.pdf (40.61M)
Total de palabras: 152938
Total de caracteres: 515373

Implementación del modelo Perceptrón Multicapa (MLP) para la estimación de la precipitación máxima diaria anual en la cuenca del río Yucaes, Ayacucho, 2026

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%	6%	4%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	3%
2	ucreanop.com Fuente de Internet	1%
3	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
4	Submitted to Universidad Nacional de Colombia Trabajo del estudiante	<1%
5	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%
6	dspace.espoch.edu.ec Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	<1%
8	www.munisc.go.cr Fuente de Internet	<1%
9	www.pcouncil.org Fuente de Internet	<1%
10	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1%
11	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	<1%
12	Eduardo Luis Flores-Quispe, Eduardo Flores-Condori, Samuel Huaquisto-Cáceres. "Regionalization of Maximum Daily Rain in Moquegua Perú", Revista Científica de la UCSA, 2022 Publicación	<1%
13	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1%
14	rodin.uca.es Fuente de Internet	

		<1 %
15	www.ugt.es Fuente de Internet	<1 %
16	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	<1 %
17	d.documentop.com Fuente de Internet	<1 %
18	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
19	vsip.info Fuente de Internet	<1 %
20	www.teses.usp.br Fuente de Internet	<1 %
21	Submitted to Universidad de Cádiz Trabajo del estudiante	<1 %
22	Naranjo, Ana María Ruiz. "Aplicación de redes neuronales y simulación inversa en el diseño de sistemas de producción y servicios.", Universidad de La Sabana (Colombia) Publicación	<1 %
23	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
24	www.tdx.cat Fuente de Internet	<1 %
25	repositorio.uchile.cl Fuente de Internet	<1 %
26	biblioteca.utb.edu.co Fuente de Internet	<1 %
27	Khaled Alwesabi, Al-Omaisi Asia, AL-Wesabi Ibrahim, Abdullrahman A. Al-Shamma'a et al. "A novel dual-attention Bi-GRU model optimized by hybrid arithmetic fire hawk optimizer for a precise predictive modeling of solar power generation", Computers and Electrical Engineering, 2026 Publicación	<1 %
28	repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
29	Submitted to Universidad Tecnologica de los Andes Trabajo del estudiante	

		<1 %
30	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
31	www.cxymm.net Fuente de Internet	<1 %
32	bdtd-dev.sc.usp.br Fuente de Internet	<1 %
33	revistatyca.org.mx Fuente de Internet	<1 %
34	Submitted to Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC Trabajo del estudiante	<1 %
35	repositorio.unamba.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
36	ri.uaemex.mx Fuente de Internet	<1 %
37	Submitted to Universidad de Las Palmas de Gran Canaria Trabajo del estudiante	<1 %
38	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas	Activo	Excluir coincidencias	< 30 words
Excluir bibliografía	Activo		

Implementación del modelo Perceptrón Multicapa (MLP) para la estimación de la precipitación máxima diaria anual en la cuenca del río Yucaes, Ayacucho

Implementation of a Multilayer Perceptron (MLP) model for estimating annual maximum daily precipitation in the Yucaes River basin, Ayacucho

Cristhofer Collahuacho Aguado[a], **Richard Alex Oscco Peceros**[b]

[a]Bachiller, Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú.
[b]Docente asesor, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú.

© 2026 Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (UNSCH), todos los derechos reservados. Los autores de la investigación autorizan a la UNSCH – Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola la reproducción del artículo en su totalidad o en partes.

INFO. DEL ARTÍCULO

Palabras clave:
Perceptrón Multicapa
Redes neuronales artificiales
Parámetros morfométricos
Precipitación máxima diaria anual
Cuenca del río Yucaes

Keywords:
Multilayer Perceptron
Artificial neural networks
Morphometric parameters
Annual maximum daily precipitation
Yucaes River basin

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo implementar un modelo Perceptrón Multicapa (MLP) para estimar la precipitación máxima diaria anual (PMDA) en la cuenca del río Yucaes, Ayacucho, delimitada en el puente Muyurina (733.64 km^2). Se conformó una base de datos de 499 registros con 25 parámetros físicos y morfométricos de cuencas como variables de entrada (E1–E25) y 36 valores de PMDA del período 1981–2016, obtenidos de PISCO–SENAMHI, como variables de salida. El ANOVA de regresión múltiple por año fue significativo en todos los casos ($p < 0.001$), con R^2 entre 0.791 y 0.942. El modelo adoptó la arquitectura $25 \rightarrow 64 \rightarrow 32 \rightarrow 36$ (ReLU, salida lineal, Adam y pérdida MSE). En el conjunto de prueba se obtuvo un R^2 promedio de 0.993, un MAE de 0.456 mm, un RMSE de 0.742 mm y un MAPE de 2.308 %. La aplicación del modelo a la cuenca del río Yucaes generó una serie de 36 valores de PMDA comprendidos entre 11.318 mm (1995) y 36.852 mm (2009). El MLP presenta un buen desempeño para estimar la PMDA bajo las condiciones y datos considerados.

ABSTRACT

This study implemented a Multilayer Perceptron (MLP) model to estimate annual maximum daily precipitation (AMDP) in the Yucaes River basin, Ayacucho. A database of 499 records was built, with 25 physical and morphometric basin parameters as inputs and 36 AMDP values (1981–2016, PISCO–SENAMHI) as outputs. A year-by-year multiple-regression ANOVA was significant in all cases ($p < 0.001$; R^2 = 0.791–0.942). The $25 \rightarrow 64 \rightarrow 32 \rightarrow 36$ network (ReLU, linear output, Adam, MSE loss) reached, on the test set, an average R^2 of 0.993, MAE of 0.456 mm, RMSE of 0.742 mm and MAPE of 2.308 %. Applied to the Yucaes basin, the model produced 36 AMDP values ranging from 11.318 mm (1995) to 36.852 mm (2009). The MLP performs well under the conditions and data considered.

Índice

1 Introducción
2 Materiales y métodos
3 Resultados
4 Discusión
2 Conclusiones
2 Recomendaciones
5 Agradecimientos

1 Introducción

La precipitación máxima diaria anual (PMDA) corresponde al mayor registro de precipitación diaria de un año. Su estimación proporciona información para el análisis de eventos hidrometeorológicos extremos y constituye un insumo para estudios de drenaje, evaluación del peligro de inundación y diseño de infraestructura hidráulica [1, 2]. En ámbitos andinos con información pluviométrica limitada, como la región Ayacucho, resulta pertinente evaluar métodos complementarios que permitan aprovechar los datos disponibles, entre ellos los productos grillados de precipitación PISCO del SENAMHI [3].

Las redes neuronales artificiales (RNA) permiten representar relaciones no lineales entre variables sin imponer una forma funcional previa [4, 5]. En años recientes se han empleado ampliamente para modelar la precipitación. Aïzansi et al. [6] evaluaron modelos MLP y LSTM para predecir la precipitación mensual con dos meses de anticipación en seis estaciones de la República de Benín, donde el MLP superó a las LSTM y a los pronósticos climatológicos, con valores de Nash–Sutcliffe (NSE) en prueba entre 0.373 y 0.885. Sammen et al. [7] compararon seis modelos híbridos basados en MLP y redes de base radial en dos estaciones de Malasia; el modelo MLP–HGSO alcanzó NSE de 0.90 y 0.92 en prueba. El Hafyani et al. [8] aplicaron aprendizaje automático y una técnica de apilamiento multivista en Rabat (Marruecos), reduciendo el RMSE de 40.8 mm (XGBoost) a 17.5 mm. Niño Medina et al. [9] y Katipoğlu y Keblouti [10] también reportaron buen desempeño de modelos neuronales y de aprendizaje automático evaluados con RMSE, MAE y R^2.

En el ámbito nacional y regional, Sánchez [11] generó series sintéticas mensuales del río Chira con modelos markovianos; Herrera et al. [12] aplicaron una red neuronal multicapa para generar caudales mensuales estocásticos en la cuenca Quilca–Chili (Arequipa), y Villenas [13] predijo caudales en la cuenca del río Chalpi Norte, destacando la importancia de la selección de la arquitectura neuronal.

Estas investigaciones respaldan el uso del aprendizaje automático para representar relaciones no lineales asociadas con la precipitación. Sin embargo, la mayoría se refieren a precipitación mensual y emplean variables meteorológicas rezagadas. Su aplicación a la PMDA mediante parámetros físicos y morfométricos de cuencas requiere una evaluación específica del desempeño del modelo.

1.1 Objetivos

El objetivo general fue implementar un modelo Perceptrón Multicapa (MLP) para estimar la PMDA en la cuenca del río Yucaes, Ayacucho. Los objetivos específicos fueron: (i) determinar la relación entre los parámetros físicos y morfométricos de las cuencas y la PMDA del período 1981–2016; (ii) desarrollar y evaluar una arquitectura MLP para la estimación de la PMDA a partir de dichos parámetros; y (iii) estimar la PMDA del período 1981–2016 para la cuenca del río Yucaes mediante el modelo desarrollado.

2 Materiales y métodos

2.1 Área de estudio

La investigación se desarrolló en la cuenca del río Yucaes, departamento de Ayacucho, provincia de Huamanga, distrito de Tambillo (Figura 1). La cuenca se delimitó tomando como punto de salida el puente Muyurina, con coordenadas UTM E 587 651.92 y N 8 550 248.40 (Figura 2). El río Yucaes drena hacia el río Apurímac y, posteriormente, hacia la cuenca amazónica.

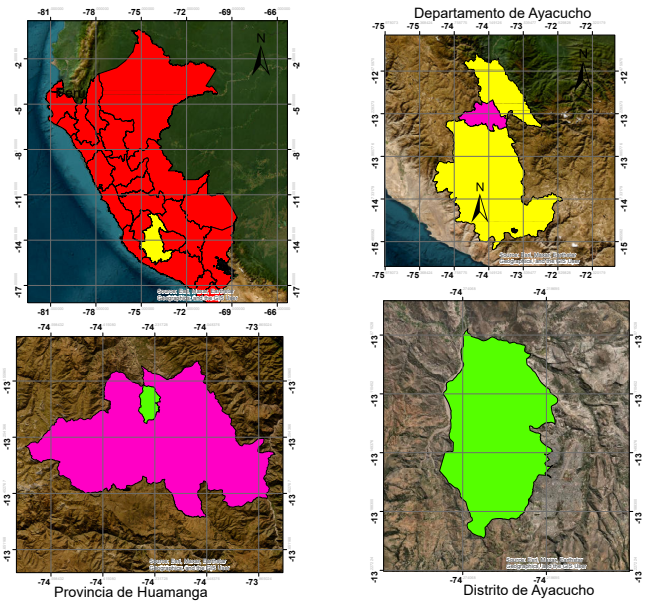


Figura 1. Ubicación del área de estudio: Perú, departamento de Ayacucho, provincia de Huamanga y distrito.

La cuenca tiene un área de 733.64 km^2, un perímetro de 187.74 km, una elevación media de 3566.31 m s.n.m. y una variación altitudinal de 1949.43 m (Tabla 1). El clima corresponde a un templado subhúmedo de montaña, con temperatura media anual entre 11 y 17 °C y precipitación anual de 650 a 750 mm, concentrada entre noviembre y marzo; la época seca se extiende de mayo a septiembre, con ocurrencia de heladas y granizadas.

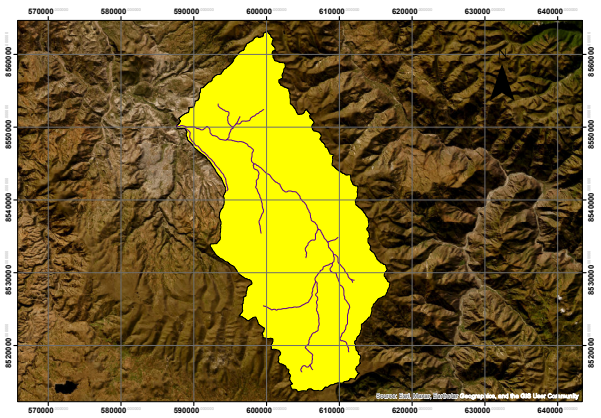


Figura 2. Delimitación de la cuenca del río Yucaes con punto de salida en el puente Muyurina.

Tabla 1
Características físicas de la cuenca del río Yucaes.

Parámetro	Valor
Salida X (UTM, m)	587 651.92
Salida Y (UTM, m)	8 550 248.40
Área (km^2)	733.64
Perímetro (km)	187.74
Centro de gravedad X (m)	602 852.05
Centro de gravedad Y (m)	8 537 238.15
Elevación media (m s.n.m.)	3566.31
Variación altitudinal (m)	1949.43
Tiempo de concentración (h)	5.90

Elaboración propia con ArcGIS.

2.2 Tipo y diseño de investigación

La investigación fue de enfoque cuantitativo, de nivel predictivo y de diseño no experimental longitudinal, debido a que se utilizaron registros históricos de precipitación como series de tiempo [14].

2.3 Conformación de la base de datos

La base de datos integró información morfométrica, física e hidrológica de cuencas de la región, delimitadas con herramientas de Sistemas de Información Geográfica (ArcGIS), entre ellas Anco, Andamarca, Andarapa, Carhuanca, Chilcayoc, Chincheros, Choclococha, Chungui, Chuschi, Huacaña, Huancabamba, Huancaray, Pampachiri, Pampamarca, Pampas, Paras, Paucaray, Pecope, San Miguel, Túnel Cero, Uripa, Vilcashuamán y Vischongo, así como las subcuencas del propio sistema del Yucaes: Huamanga (Pampa del Arco), Wayllapampa, Chiara, Allpachaca y Chontaca.

De cada cuenca se extrajeron 25 parámetros de entrada correspondientes a características geométricas, de forma, de relieve y de la red de drenaje, codificados de E1 a E25 (Tabla 2). Como variables de salida se utilizaron los valores de PMDA, en milímetros, del período 1981–2016, obtenidos del producto PISCO–SENAMHI [3]; cada año constituye una variable objetivo (PMDA1981, ..., PMDA2016). La base de datos final quedó conformada por 499 registros y 61 variables (25 de entrada y 36 de salida), organizada de forma matricial y procesada en Python.

2.4 Análisis estadístico de las variables

Antes del entrenamiento se realizó un análisis exploratorio mediante estadísticos descriptivos (media $\bar{x}$, desviación estándar s y coeficiente de variación $CV = s/\bar{x} \times 100$), histogramas y diagramas de caja. Los valores extremos se identificaron con el rango intercuartílico $RIQ = Q_3 - Q_1$ y los límites $LI = Q_1 - 1.5\,RIQ$ y $LS = Q_3 + 1.5\,RIQ$. La asociación lineal entre variables de entrada se evaluó con el coeficiente de Pearson:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2}} \tag{1}$$

considerándose de especial interés los pares con $|r| \geq 0.80$.

Para verificar la pertinencia de las variables, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) asociado a una regresión lineal múltiple para cada año del período 1981–2016, con E1–E25 como predictores y la PMDA del año como variable dependiente ($N = 499$). La hipótesis nula establece que los predictores, en conjunto, no presentan relación significativa con la PMDA. El estadístico es:

$$F = \frac{SC_{reg}/k}{SC_{err}/(N-k-1)}, \qquad k = 25 \tag{2}$$

con k y $N - k - 1 = 473$ grados de libertad.

2.5 Modelo Perceptrón Multicapa

El MLP es una red neuronal de propagación hacia adelante compuesta por una capa de entrada, una o más capas ocultas y una capa de salida [15, 16]. Cada neurona j de la capa l calcula una combinación lineal de sus entradas y le aplica una función de activación:

$$a_j^{(l)} = \varphi\left(\sum_i w_{ji}^{(l)}\, a_i^{(l-1)} + b_j^{(l)}\right) \tag{3}$$

donde w_{ji} son los pesos sinápticos, b_j el sesgo y φ la función de activación. En las capas ocultas se utilizó la función ReLU, $\varphi(z) = \max(0, z)$, y en la salida la función lineal (identidad), adecuada para regresión.

La arquitectura implementada fue $25 \to 64 \to 32 \to 36$ (Figura 3): 25 neuronas de entrada (E1–E25), dos capas ocultas de 64 y 32 neuronas y 36 neuronas de salida, una por cada año de PMDA. Este planteamiento multisalida estima simultánea-

Tabla 2
Variables de entrada del modelo MLP, estadísticos descriptivos de la base de datos y valores empleados para la cuenca del río Yucaes.

Código	Parámetro físico o morfométrico	Unidad	Mínimo	Máximo	Media	CV (%)	Yucaes
E1	Área de la cuenca	km^2	5.50	640.80	112.30	155.53	733.640
E2	Perímetro de la cuenca	km	9.80	159.20	47.21	82.72	187.740
E3	Elevación máxima	m s.n.m.	3872.00	5271.90	4497.36	7.10	4520.106
E4	Elevación mínima	m s.n.m.	2023.70	4503.90	3161.89	19.33	2570.676
E5	Elevación media	m s.n.m.	3151.70	4756.40	3894.10	9.85	3566.310
E6	Pendiente media	%	8.70	28.80	16.89	35.59	10.600
E7	Longitud del vector de dirección	km	1.10	16.50	6.14	68.19	16.473
E8	Coeficiente de compacidad	–	3.70	5.70	4.76	10.52	5.169
E9	Relación de circularidad	–	0.30	0.70	0.46	23.35	0.369
E10	Diámetro topológico	–	1.00	51.00	11.20	107.13	38.000
E11	Relación de alargamiento	–	0.50	1.70	0.78	31.53	0.598
E12	Factor de forma	–	2.10	12.80	5.03	62.12	12.615
E13	Tiempo de concentración (Giandotti)	h	0.50	5.80	1.90	72.59	5.900
E14	Longitud del canal principal	km	1.50	50.60	14.63	87.28	43.795
E15	Pendiente media del canal principal	%	2.50	19.90	9.15	62.15	2.513
E16	Longitud media de la ladera	m	57.00	1771.10	412.53	90.46	769.930
E17	Orden máximo (Strahler)	–	1.00	5.10	2.85	38.95	4.982
E18	Cantidad de corrientes	–	0.90	189.00	28.23	158.51	137.003
E19	Longitud total de corrientes	km	1.60	438.60	70.15	167.58	396.680
E20	Frecuencia de flujo de primer orden	–	0.00	0.30	0.17	36.70	0.145
E21	Densidad de drenaje	km/km^2	0.30	0.80	0.55	20.83	0.700
E22	Relación de bifurcación (Horton)	–	0.00	11.00	3.11	55.29	3.232
E23	Relación de longitud (Horton)	–	0.00	13.20	1.98	111.17	1.472
E24	Relación de área (Horton)	–	0.00	19.00	3.98	73.43	3.566
E25	Relación de pendiente (Horton)	–	0.00	3.50	1.33	45.48	1.372

Elaboración propia. CV: coeficiente de variación. Los valores de Yucaes no consignados directamente en la caracterización de la cuenca fueron reconstruidos a partir de la estructura estadística del dataset; las elevaciones máxima y mínima conservan la elevación media (3566.31 m s.n.m.) y la variación altitudinal (1949.43 m).

mente la serie 1981–2016 a partir de las características de una cuenca.

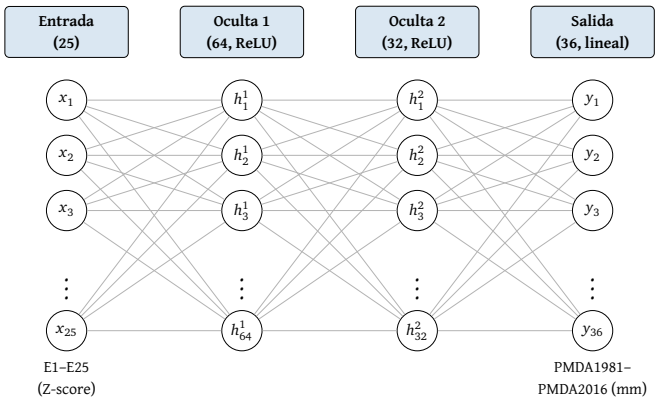


Figura 3. Arquitectura del modelo MLP implementado (25 → 64 → 32 → 36). Se muestran solo algunas conexiones.

Debido a que las variables de entrada presentan escalas y unidades diferentes, se aplicó la estandarización Z-score:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{s_j} \tag{4}$$

donde x_{ij} es el valor de la variable j en el registro i, y $\bar{x}_j$ y s_j son su media y desviación estándar.

El conjunto de datos se dividió en entrenamiento (70 %, 349 registros), validación (15 %, 75 registros) y prueba (15 %, 75 registros). El entrenamiento se efectuó por retropropagación del error con el optimizador Adam [17], con tasa de aprendizaje inicial de 0.001, minimizando el error cuadrático medio:

$$\mathrm{MSE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2 \tag{5}$$

Para evitar el sobreajuste se aplicó detención temprana (*early stopping*), deteniendo el entrenamiento cuando la pérdida de validación no mejoraba durante 50 épocas consecutivas.

2.6 Métricas de evaluación

El desempeño se evaluó para cada año y conjunto mediante el coeficiente de determinación, el error absoluto medio, la raíz del error cuadrático medio y el error porcentual absoluto medio:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2} \tag{6}$$

$$\mathrm{MAE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|y_i - \hat{y}_i| \tag{7}$$

$$\mathrm{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2} \tag{8}$$

$$\mathrm{MAPE} = \frac{100}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|\frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i}\right| \tag{9}$$

Tabla 3
Métricas de evaluación del modelo MLP por año (MAE y RMSE en mm; MAPE en %).

	Entrenamiento		Validación		Prueba			Entrenamiento		Validación		Prueba	
Año	R^2	RMSE	R^2	RMSE	RMSE	MAPE	Año	R^2	RMSE	R^2	RMSE	RMSE	MAPE
1981	0.993	0.760	0.994	0.728	1.008	2.950	1999	0.993	0.645	0.993	0.704	0.422	1.544
1982	0.995	0.682	0.996	0.606	1.315	3.880	2000	0.997	0.420	0.997	0.429	0.677	2.376
1983	0.995	0.555	0.996	0.525	0.927	4.303	2001	0.998	0.253	0.999	0.232	0.356	1.472
1984	0.996	0.690	0.997	0.557	1.395	2.497	2002	0.997	0.294	0.997	0.277	0.323	1.405
1985	0.994	0.540	0.994	0.554	0.534	2.455	2003	0.997	0.331	0.998	0.273	0.561	1.626
1986	0.997	0.498	0.998	0.508	0.664	2.427	2004	0.998	0.310	0.998	0.298	0.429	1.622
1987	0.996	0.546	0.996	0.553	0.608	2.568	2005	0.993	0.863	0.994	0.930	0.707	2.642
1988	0.998	0.447	0.998	0.470	0.496	1.602	2006	0.997	0.442	0.998	0.314	0.957	2.201
1989	0.997	1.000	0.996	1.203	1.670	3.840	2007	0.997	0.311	0.998	0.270	0.586	1.534
1990	0.992	0.663	0.993	0.646	1.061	2.991	2008	0.998	0.242	0.998	0.251	0.261	1.207
1991	0.996	0.408	0.996	0.431	0.579	1.581	2009	0.997	0.697	0.997	0.728	1.031	2.605
1992	0.993	0.570	0.994	0.565	0.657	2.833	2010	0.995	0.726	0.996	0.727	1.033	3.336
1993	0.995	0.519	0.995	0.529	0.729	2.206	2011	0.997	0.397	0.997	0.428	0.437	1.591
1994	0.992	0.761	0.995	0.601	1.602	3.243	2012	0.995	0.523	0.995	0.515	0.514	1.852
1995	0.997	0.337	0.998	0.338	0.491	2.286	2013	0.996	0.523	0.997	0.532	0.831	2.760
1996	0.997	0.484	0.997	0.477	0.489	1.876	2014	0.994	0.586	0.994	0.609	0.618	2.283
1997	0.995	0.957	0.995	0.865	0.935	3.699	2015	0.997	0.472	0.997	0.503	0.561	1.693
1998	0.997	0.442	0.997	0.413	0.634	2.277	2016	0.996	0.367	0.996	0.370	0.539	2.111

Elaboración propia. Promedios: $R^2 = 0.996$ (entrenamiento y validación); RMSE de 0.512, 0.517 y 0.742 mm en entrenamiento, validación y prueba; MAPE de prueba 2.308 %.

donde el MAPE se expresa en porcentaje, y_i es la PMDA de referencia, $\hat{y}_i$ la PMDA estimada y $\bar{y}$ la media de los valores de referencia.

3 Resultados

3.1 Análisis exploratorio y correlación

Las variables de entrada presentaron una dispersión muy diferente entre sí (Tabla 2): las elevaciones (E3–E5) mostraron baja variabilidad (CV entre 7.10 y 19.33 %), mientras que el área (E1), la cantidad de corrientes (E18) y la longitud total de corrientes (E19) superaron el 150 % de CV, lo que justificó la estandarización previa. El criterio del rango intercuartílico identificó valores extremos en la mayoría de las variables (hasta 19 en E22, 18 en E10 y 17 en E24), mientras que E6, E8, E15 y E20 no presentaron valores atípicos; los valores extremos se asocian principalmente con las cuencas de mayor tamaño y red de drenaje más desarrollada.

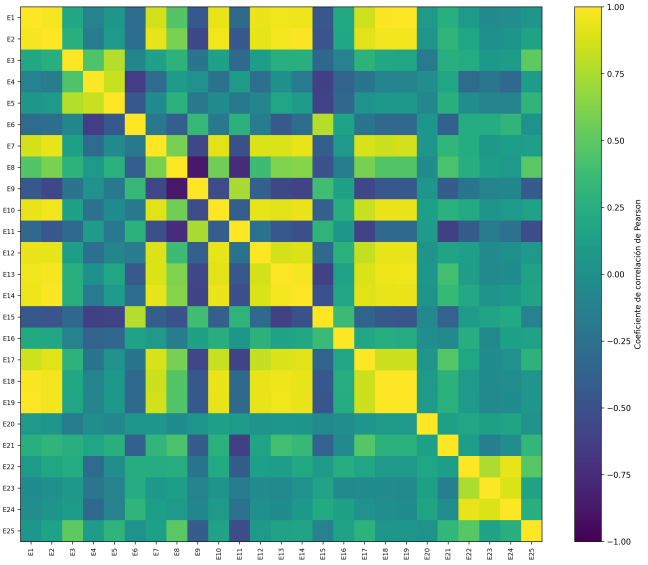


Figura 4. Matriz de correlación de Pearson de las variables de entrada E1–E25.

La matriz de correlación (Figura 4) evidenció un grupo de variables de tamaño y red de drenaje fuertemente asociadas. Los pares con mayor correlación fueron E1–E19 ($r = 0.997$), E18–E19 ($r = 0.994$), E1–E18 ($r = 0.992$), E2–E14 ($r = 0.991$), E1–E2 y E2–E13 ($r = 0.975$) y E13–E14 ($r = 0.971$); fuera de este grupo destacó E22–E24 ($r = 0.937$). Esta colinealidad no impide el uso de un MLP, pero indica redundancia de información entre parámetros de tamaño de la cuenca.

3.2 Relación entre los parámetros morfométricos y la PMDA

El ANOVA de regresión fue estadísticamente significativo en los 36 años analizados, $F(25, 473) \geq 71.591$ y $p < 0.001$, por lo que se rechazó la hipótesis nula (Tabla 4). Los coeficientes de determinación variaron entre $R^2 = 0.791$ (2004)

y $R^2 = 0.942$ (2005), con un promedio de 0.884; en 16 de los 36 años $R^2 \geq 0.90$. Por tanto, el conjunto E1–E25 contiene información relevante para modelar la PMDA, lo que sustenta su uso como entrada del MLP.

Tabla 4

ANOVA de regresión múltiple (E1–E25) para la PMDA de cada año ($N = 499$; gl = 25, 473; $p < 0.001$ en todos los casos).

Año	F	R^2	Año	F	R^2
1981	104.104	0.846	1999	126.171	0.870
1982	95.725	0.835	2000	152.311	0.890
1983	170.846	0.900	2001	171.750	0.901
1984	187.183	0.908	2002	284.167	0.938
1985	178.557	0.904	2003	154.457	0.891
1986	135.530	0.878	2004	71.591	0.791
1987	135.976	0.878	2005	308.586	0.942
1988	146.605	0.886	2006	139.733	0.881
1989	118.589	0.862	2007	139.401	0.880
1990	170.788	0.900	2008	134.344	0.877
1991	216.018	0.919	2009	288.697	0.938
1992	119.556	0.863	2010	277.843	0.936
1993	91.435	0.829	2011	192.589	0.911
1994	102.962	0.845	2012	281.042	0.937
1995	177.972	0.904	2013	177.732	0.904
1996	102.030	0.844	2014	279.124	0.937
1997	84.503	0.817	2015	87.158	0.822
1998	209.681	0.917	2016	114.536	0.858

Elaboración propia.

3.3 Entrenamiento del modelo

La pérdida disminuyó rápidamente durante las primeras 50 épocas y se estabilizó a partir de la época 100 (Tabla 5 y Figura 5). El entrenamiento se detuvo en la época 322 por el criterio de detención temprana, con un MSE normalizado de 0.013 en entrenamiento y 0.004 en validación. Las curvas de entrenamiento y validación convergieron sin separarse, lo que indica un proceso de aprendizaje estable.

Tabla 5

Evolución de los errores normalizados durante el entrenamiento.

	Entrenamiento			Validación		
Época	MSE	MAE	RMSE	MSE	MAE	RMSE
1	1.430	0.935	1.196	1.097	0.788	1.047
10	0.363	0.472	0.602	0.535	0.558	0.731
20	0.169	0.321	0.412	0.197	0.336	0.444
30	0.106	0.249	0.326	0.062	0.185	0.248
50	0.057	0.183	0.240	0.023	0.112	0.151
100	0.025	0.117	0.158	0.009	0.069	0.094
150	0.016	0.092	0.125	0.007	0.054	0.081
200	0.015	0.091	0.124	0.005	0.049	0.069
250	0.013	0.085	0.115	0.004	0.047	0.066
300	0.012	0.083	0.112	0.004	0.047	0.065
322	0.013	0.083	0.112	0.004	0.047	0.066

Elaboración propia.

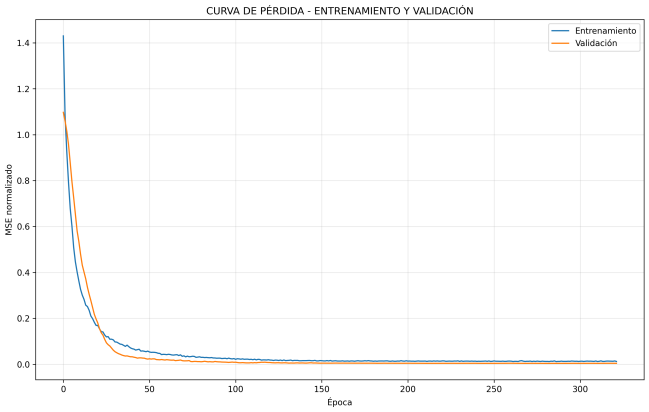


Figura 5. Curva de pérdida (MSE normalizado) en entrenamiento y validación.

3.4 Evaluación del modelo

La Tabla 3 presenta las métricas por año. En entrenamiento y validación el R^2 varió entre 0.992 y 0.999. En el conjunto de prueba, el RMSE osciló entre 0.261 mm (2008) y 1.670 mm (1989), y el MAPE entre 1.207 % (2008) y 4.303 % (1983). Ocho años superaron un RMSE de prueba de 1 mm: 1981, 1982, 1984, 1989, 1990, 1994, 2009 y 2010 (Figura 6).

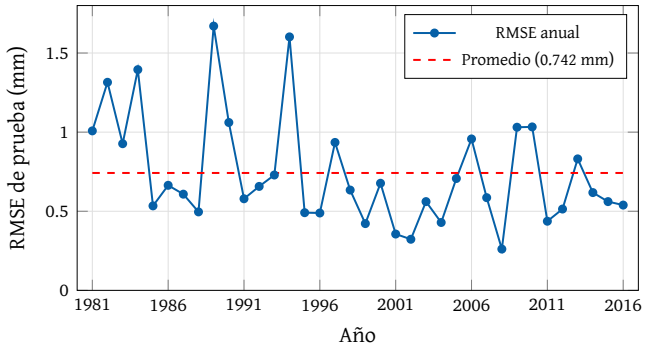


Figura 6. RMSE del conjunto de prueba para cada año del período 1981–2016.

La Tabla 6 resume el desempeño en los tres conjuntos. El R^2 promedio fue de 0.996 en entrenamiento y validación y de 0.993 en prueba (mínimo de 0.969), mientras que el RMSE promedio aumentó de 0.512 mm en entrenamiento a 0.742 mm en prueba. Los mejores resultados de prueba correspondieron a 2008 ($R^2 = 0.997$; RMSE = 0.261 mm; MAPE = 1.207 %) y 2001 (MAPE = 1.472 %), mientras que los mayores errores se presentaron en 1989 (RMSE = 1.670 mm) y 1994 (RMSE = 1.602 mm), y en términos relativos en 1983, 1982 y 1989 (MAPE de 4.303, 3.880 y 3.840 %). La Figura 7 compara la PMDA de referencia y la estimada para el año de mejor desempeño.

Tabla 6
Resumen de las métricas de evaluación por conjunto de datos.

Métrica	Entrenamiento	Validación	Prueba
R^2 promedio	0.996	0.996	0.993
R^2 mínimo – máximo	0.992 – 0.998	0.993 – 0.999	0.969 – 0.998
MAE promedio (mm)	0.376	0.385	0.456
MAE mínimo – máximo	0.182 – 0.779	0.177 – 0.946	0.202 – 1.003
RMSE promedio (mm)	0.512	0.517	0.742
RMSE mínimo – máximo	0.242 – 1.000	0.232 – 1.203	0.261 – 1.670
MAPE promedio (%)	1.835	1.756	2.308
MAPE mínimo – máximo	0.976 – 3.634	0.910 – 3.354	1.207 – 4.303

Elaboración propia.

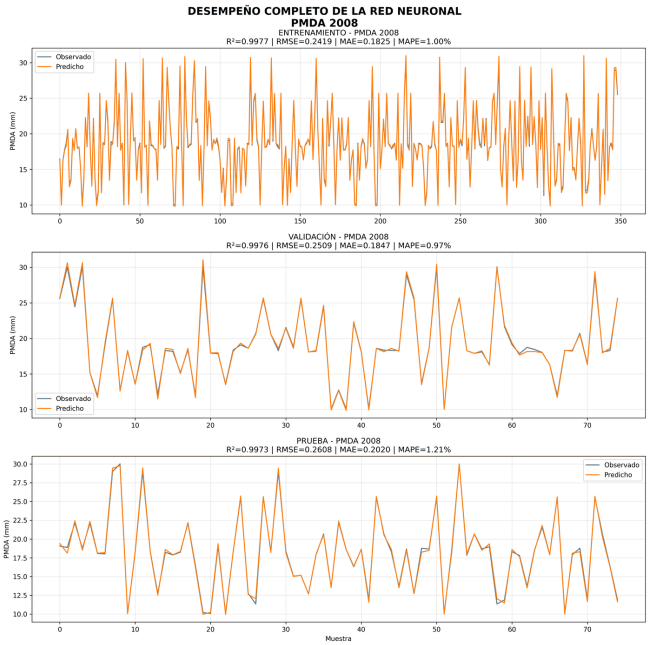


Figura 7. PMDA de referencia y estimada por el MLP para 2008 en entrenamiento (349), validación (75) y prueba (75).

3.5 Estimación de la PMDA en la cuenca del río Yucaes

El vector de entrada de la cuenca del río Yucaes (última columna de la Tabla 2) se estandarizó con los parámetros del entrenamiento y se propagó por la red, $\hat{\mathbf{y}} = f_{\text{MLP}}(\mathbf{x}_{\text{Yucaes}})$, obteniéndose 36 estimaciones de PMDA para el período 1981–2016 (Tabla 7 y Figura 8). Los valores variaron entre 11.318 mm (1995) y 36.852 mm (2009), con una media de 21.97 mm, una desviación estándar de 5.81 mm y un coeficiente de variación de 26.4 %. Los años con PMDA estimada superior a 29 mm fueron 2009, 1990, 1994, 2012 y 1988.

Tabla 7
PMDA estimada para la cuenca del río Yucaes mediante el modelo MLP (mm).

Año	PMDA	Año	PMDA	Año	PMDA
1981	23.654	1993	23.924	2005	20.626
1982	25.592	1994	30.359	2006	23.148
1983	27.405	1995	11.318	2007	17.537
1984	21.794	1996	20.551	2008	19.417
1985	23.847	1997	12.323	2009	36.852
1986	16.234	1998	18.222	2010	25.168
1987	22.036	1999	20.687	2011	23.608
1988	29.026	2000	14.131	2012	29.716
1989	26.952	2001	15.493	2013	22.269
1990	34.749	2002	16.806	2014	20.240
1991	16.896	2003	16.710	2015	22.252
1992	24.657	2004	15.409	2016	21.246

Elaboración propia. Estimaciones obtenidas al aplicar el modelo al vector de entrada de Yucaes; no corresponden a registros usados en el entrenamiento.

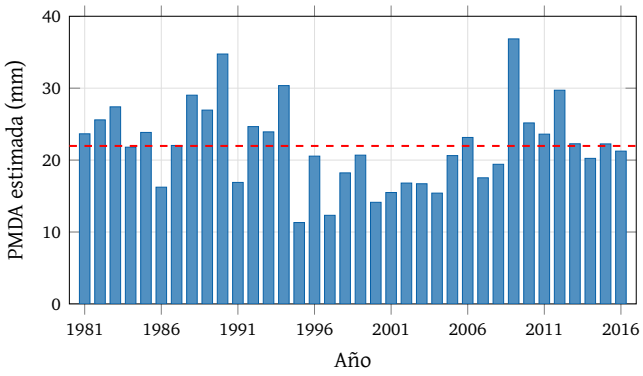


Figura 8. Serie de PMDA estimada para la cuenca del río Yucaes (1981–2016). La línea discontinua indica la media (21.97 mm).

4 Discusión

El MLP mostró un buen desempeño para estimar la PMDA en los datos evaluados: en prueba se obtuvo $R^2 = 0.993$, MAE $= 0.456$ mm, RMSE $= 0.742$ mm y MAPE $= 2.308$ %. Estos resultados concuerdan con Aïzansi et al. [6], quienes encontraron que el MLP superó a las LSTM y a los pronósticos climatológicos en Benín (NSE de 0.373 a 0.885 en prueba). Sin embargo, aquel estudio usó variables atmosféricas rezagadas para pronosticar precipitación mensual, mientras que aquí se emplearon parámetros físicos y morfométricos para estimar la PMDA; además, NSE y R^2 son indicadores distintos, por lo que no permiten establecer una superioridad directa entre modelos.

Sammen et al. [7] obtuvieron el mejor desempeño con el híbrido MLP–HGSO (NSE de 0.90 y 0.92), lo que coincide en señalar el potencial del MLP. La diferencia metodológica radica en que dichos autores emplearon optimización metaheurística, mientras que el presente modelo utilizó Adam y la arquitectura $25 \rightarrow 64 \rightarrow 32 \rightarrow 36$; la optimización metaheurística constituye una alternativa a evaluar, sin asumir que mejoraría

necesariamente los resultados. Respecto de El Hafyani et al. [8], cuyo esquema de apilamiento redujo el RMSE a 17.5 mm, el RMSE de 0.742 mm obtenido aquí es numéricamente menor, pero no demuestra por sí mismo una mayor precisión, pues la precipitación mensual acumulada y la máxima diaria anual son variables de magnitud diferente, evaluadas en regiones y conjuntos de datos distintos.

En cuanto a la generalización, el R^2 promedio fue de 0.996 en entrenamiento y validación y de 0.993 en prueba, pero el MAE aumentó de 0.376 a 0.456 mm y el RMSE de 0.512 a 0.742 mm. La proximidad de los coeficientes es favorable, aunque debe analizarse junto con el incremento de los errores y con la independencia de los subconjuntos; si registros con características muy similares quedan simultáneamente en entrenamiento y prueba, las métricas pueden resultar optimistas. Por ello, el resultado no permite descartar completamente el sobreajuste, y una validación por cuencas completas excluidas del entrenamiento fortalecería la evaluación. Los años con mayor error (1989, 1994, 1982–1984) podrían asociarse con eventos de precipitación extrema no representados por los parámetros morfométricos, que son constantes en el tiempo.

La arquitectura multisalida permitió estimar simultáneamente los 36 valores del período 1981–2016 a partir de las características de cada cuenca; por tanto, los resultados corresponden a la estimación del período histórico y no constituyen una comprobación de la capacidad del modelo para pronosticar años futuros. Finalmente, en la cuenca del río Yucaes algunos parámetros de entrada fueron reconstruidos estadísticamente y varios valores (área de 733.64 km^2, perímetro de 187.74 km y tiempo de concentración de 5.90 h) superan el máximo observado en la base de datos (Tabla 2), lo que implica una extrapolación de la red. Las métricas de prueba describen el desempeño general del modelo, pero no cuantifican directamente el error de las estimaciones para Yucaes; su contraste con registros observados permitiría evaluar con mayor precisión su aplicabilidad local.

Conclusiones

1. La implementación del modelo Perceptrón Multicapa permitió estimar la PMDA a partir de parámetros físicos y morfométricos de cuencas, con un R^2 promedio de 0.993, un MAE de 0.456 mm, un RMSE de 0.742 mm y un MAPE de 2.308 % en el conjunto de prueba, lo que evidencia un buen desempeño bajo las condiciones y datos considerados.
2. Los 25 parámetros físicos y morfométricos presentaron una asociación estadísticamente significativa con la PMDA: el ANOVA de regresión fue significativo en los 36 años del período 1981–2016 ($p < 0.001$), con R^2 entre 0.791 y 0.942.
3. La arquitectura $25 \rightarrow 64 \rightarrow 32 \rightarrow 36$, con ReLU, salida lineal, Adam y pérdida MSE, mostró un comportamiento estable entre entrenamiento, validación y prueba (R^2 promedio de 0.996, 0.996 y 0.993), sin evidencias de un sobreajuste significativo en las curvas de aprendizaje.
4. La aplicación del modelo a la cuenca del río Yucaes generó una serie de 36 valores de PMDA entre 11.318 mm (1995) y 36.852 mm (2009), con media de 21.97 mm. Estas estimaciones deben emplearse como información complementaria y validarse con registros observados antes de su uso en diseño hidráulico.

Recomendaciones

Se recomienda obtener mediante SIG y verificación de campo la totalidad de los 25 parámetros de la cuenca del río Yucaes; ampliar la base de datos con más cuencas y años con eventos extremos; validar el modelo excluyendo cuencas completas del entrenamiento; contrastar la serie estimada con estaciones cercanas y PISCO–SENAMHI; y comparar el MLP con otros algoritmos (Random Forest, XGBoost, LSTM) mediante R^2, MAE, RMSE y MAPE.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga por el apoyo brindado durante el desarrollo de la investigación, y al SENAMHI por la información PISCO empleada.

Referencias

[1] W. Chereque Morán, Hidrología para estudiantes de ingeniería civil, 2nd Edition, Lima, Perú, 2000.

[2] A. Cahuana, W. Yugar, Material de apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de hidrología CIV-233, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia (2009).

[3] C. Aybar, C. Fernández, A. Huerta, W. Lavado, F. Vega, O. Felipe-Obando, Construction of a high-resolution gridded rainfall dataset for Peru from 1981 to the present day, Hydrological Sciences Journal 65 (5) (2020) 770–785. doi:10.1080/02626667.2019.1649411.

[4] G. Zhang, B. E. Patuwo, M. Y. Hu, Forecasting with artificial neural networks: the state of the art, International Journal of Forecasting 14 (1) (1998) 35–62. doi:10.1016/S0169-2070(97)00044-7.

[5] X. Basogain, Redes neuronales artificiales y sus aplicaciones, Escuela Superior de Ingeniería de Bilbao, UPV, Bilbao, España, 1998.

[6] A. N. Aïzansi, K. O. Ogunjobi, F. K. Ogou, Monthly rainfall prediction using artificial neural network (case study:

Republic of Benin), Environmental Data Science 3 (2024) e11. doi:10.1017/eds.2024.10.

[7] S. S. Sammen, O. Kisi, M. Ehteram, A. El-Shafie, N. Al-Ansari, M. A. Ghorbani, S. A. Bhat, A. N. Ahmed, S. Shahid, Rainfall modeling using two different neural networks improved by metaheuristic algorithms, Environmental Sciences Europe 35 (2023) 112. doi:10.1186/s12302-023-00818-0.

[8] M. El Hafyani, K. El Himdi, S.-E. El Adlouni, Improving monthly precipitation prediction accuracy using machine learning models: a multi-view stacking learning technique, Frontiers in Water 6 (2024) 1378598. doi:10.3389/frwa.2024.1378598.

[9] J. S. Niño Medina, M. J. Suarez Barón, J. A. Reyes Suarez, Application of deep learning for the analysis of the spatiotemporal prediction of monthly total precipitation in the Boyacá department, Colombia, Hydrology 11 (8) (2024) 127. doi:10.3390/hydrology11080127.

[10] O. M. Katipoğlu, M. Keblouti, Comparative analysis of data-driven models and signal processing techniques in the monthly maximum daily precipitation prediction of El Kerma station, Northeast of Algeria, Soft Computing 28 (2024) 10751–10765. doi:10.1007/s00500-024-09860-3.

[11] J. Sánchez, Generación de series sintéticas mensuales del río Chira mediante el uso de modelos markovianos, Anales Científicos UNALM 70 (2).

[12] J. Herrera, Y. Yari, E. Luque, Y. J. Túpac Valdivia, Red neuronal aplicada a la generación de caudales mensuales estocásticos, in: XII Congreso de la Sociedad Peruana de Computación, 2013. doi:10.13140/2.1.4047.7762.

[13] L. Villenas, Predicción de caudales en la cuenca del río Chalpi Norte mediante la aplicación de redes neuronales, Tesis de ingeniería, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador (2020).
URL http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21066

[14] R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado, P. Baptista Lucio, Metodología de la investigación, 6th Edition, McGraw-Hill / Interamericana, México, 2014.
licenciatura, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (2010).

[15] D. F. Socha, G. A. Ortiz, Aplicación de redes neuronales MLP a la predicción de un paso en series de tiempo, Fundación Universitaria Konrad Lorenz, Bogotá, Colombia, 2005.

[16] I. O. Morales, Comparación teórico práctica entre modelos estadísticos y el perceptrón multicapa, Tesis de

[17] D. P. Kingma, J. Ba, Adam: a method for stochastic optimization, in: 3rd International Conference on Learning Representations (ICLR), San Diego, USA, 2015, arXiv:1412.6980.