



Universidad Científica del Perú - UCP
*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000318, Personas Jurídicas de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA
DE SISTEMAS DE INFORMACION

TESIS

“REDES NEURONALES ARTIFICIALES PARA LA
MEJORA DE LA GESTIÓN DEL CONSUMO DE
ANCHO DE BANDA DE INTERNET EN LA
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE BELÉN – 2018”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN

AUTORES: Bachiller: Sangama Reyna, Edward
Bachiller: Amaya Murayari, Segundo

ASESOR: Ing. Carlos González Aspajo Mtr.

San Juan Bautista – Maynas – Loreto – Perú – 2018

DEDICATORIA

A Dios por ser el que siempre guía el camino que recorreremos en nuestra vida personal y profesional. A mi esposa Paula, a mis hijos: Sting, Bruno y Anapaula y sobre todo a mi madre que está en el cielo.

Sangama Reyna, Edward

DEDICATORIA

A Dios por ser el que siempre guía el camino que recorreremos en nuestra vida personal y profesional. A mi madre Luz marina, y a mi hermana Zignia liz.

Amaya Murayari, Segundo

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestra gratitud a la Universidad Científica del Perú,
por la oportunidad de haberme permitido ampliar y profundizar nuestras
convicciones profesionales.

Los Autores

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN****ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Con Resolución Decanal N°731-2018-UCP-FCEI del 13 de diciembre de 2018, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador y Dictaminador de la Sustentación de Tesis a los Señores:

- Mgr. Paul David Tello Gatica Presidente
- Mgr. Jimmy Max Ramírez Villacorta Miembro
- Ing. Jorge Danilo Jara Vela Miembro

En la ciudad de Iquitos, siendo las 06:00 pm del día viernes 14 de junio de 2019, en las instalaciones de la UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: **"REDES NEURONALES ARTIFICIALES PARA LA MEJORA DE LA GESTIÓN DEL CONSUMO DE ANCHO DE BANDA DE INTERNET EN LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE BELÉN – 2018"** Presentada por los sustentantes:

EDWARD JAVIER SANGAMA REYNA

Y

SEGUNDO ARQUIMEDES AMAYA MURAYARI

Asesor (es): **Mgr. Carlos Gonzales Aspajo.**

Como requisito para optar al título profesional de: **Ingeniero de Sistemas de Información**

Luego de escuchar la Sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: *Resueltas*

El jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La Sustentación es: *Magna cum laude*

En fe de lo cual los miembros del jurado firman el acta.

[Handwritten signatures of the jury members]

Presidente

Miembro

Miembro

CALIFICACION		
Aprobado (a) Suma Cum Laude		19 – 20
Aprobado (a) Magna Cum Laude		17 – 18
Aprobado (a) Cum Laude		15 – 16
Aprobado (a)		13 – 14
Desaprobado (a):		00 – 12

APROBACIÓN

Tesis sustentada en acto público el día 14 de Junio a las 06:00 pm horas del 2019



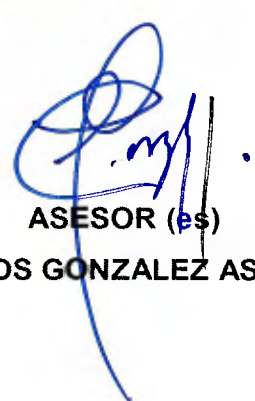
Mgr. Paul David Tello Gatica.
PRESIDENTE DEL JURADO



Mgr. Jimmy Max Ramirez Villacorta.
MIEMBRO DEL JURADO



Ing. Jorge Danilo Jara Vela.
MIEMBRO DEL JURADO



ASESOR (es)
Ing. CARLOS GONZALEZ ASPAJO Mtr.

INDICE

	Pg
PORTADA	01
DEDICATORIA	02
AGRADECIMIENTO	03
ACTA DE SUSTENTACION	04
APROBACION	05
ÍNDICE DE CONTENIDOS	06
RESUMEN	08
ABSTRACT	09
I. CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	10
II. CAPITULO II: MATERIALES Y METODOS	12
2.1. Tipo y diseño de Investigación	12
2.1.1. Nivel de Investigación	12
2.1.2. Tipo de Investigación	12
2.1.3. Diseño de Investigación	12
2.2. Población y Muestra	13
2.2.1. Población	13
2.2.2. Muestra	13
2.3. Técnica, Instrumentos y Procedimientos de Recolección	14
2.3.1. Técnicas de Recolección de Datos	14
2.3.2. Instrumento de Recolección de Datos	14
2.3.3. Procesamiento de Recolección de Datos	14
2.4. Procesamiento y Análisis de los Datos	15
2.4.1. Procesamiento de Datos	15
2.4.2. Selección de la Data	15
2.4.3. Limpieza de la Data	15
2.4.4. Conversión de Datos en Información	15
2.4.5. Análisis de Datos	16
III. CAPITULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
3.1. Resultados	17
3.1.1. Recolección de Datos	17

3.1.2. Análisis de Datos	19
3.1.3. Presentación de Resultados	21
3.2. Discusión	35
IV. CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	36
4.1. Conclusiones	37
4.2. Recomendaciones	38
V. CAPITULO V: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
VI. CAPITULO VI: ANEXOS	41
Anexo N° 01. Matriz de Consistencia	41
Anexo N° 02. 27/03/2019 WAN	42
Anexo N° 03. MAPE1	45
Anexo N° 03. MAPE2	46
Anexo N° 03. MAPE3	47
Anexo N° 03. MAPE4	48
Anexo N° 03. MAPE5	49
Anexo N° 03. MAPE6	50

RESUMEN

El presente proyecto de investigación de tesis busca responder la pregunta de investigación si la utilización de redes neuronales podría mejorar la gestión del consumo de ancho de banda de internet en la Municipalidad Distrital de Belén; que permita satisfacer las necesidades reales y la demanda proyectada de los usuarios de las aplicaciones Web en un determinado periodo de tiempo; para lo cual se adoptó como escenario la evaluación del comportamiento de tres diferentes tipos de redes neuronales artificiales para predecir el consumo de ancho de banda de internet con un flujo de datos de tres meses, con un diseño neuronal de 35% para aprendizaje, 30% para Validación y 35% para prueba. La metodología de investigación se caracteriza ser de un nivel descriptivo y el tipo de la investigación es no experimental y el diseño general de la investigación fue transaccional correlacional porque se recolectará los datos en el mismo lugar y en un mismo momento. Los resultados obtenidos basados en el error cuadrático y el error medio porcentual indican que las redes neuronales artificiales tienen diferente comportamiento.

Palabras Clave:

Redes neuronales artificiales, ancho de banda de internet

ABSTRACT

The present thesis research project seeks to answer the research question if the use of neural networks could improve the management of Internet bandwidth consumption in the District Municipality of Belén; that allows to satisfy the real needs and the projected demand of the users of the Web applications in a certain period of time; for which the evaluation of the behavior of three different types of artificial neural networks was adopted to predict the consumption of internet bandwidth with a data flow of three months, with a neural design of 35% for learning, 30% for Validation and 35% for testing. The research methodology is characterized to be of a descriptive level and the type of research is non-experimental and the general design of the research was correlational transactional because the data will be collected in the same place and at the same moment. The results obtained based on the Quadratic error and the average percentage error indicate that artificial neural networks have different behavior.

Keywords:

Artificial neural networks, internet bandwidth

1. CAPITULO I: INTRODUCCION

La municipalidad distrital de Belén, contrata los servicios de uno de los principales proveedores nacionales de telecomunicaciones que operan en la región para su acceso a Internet, cuenta con un nodo principal de comunicaciones de 10MB y con una pérdida en hora punta del 90%; es decir de una relación de 10 a 1 debido a la sobreventa (overbooking); vale decir que el principal proveedor de comunicaciones del Perú y proveedor de la municipalidad distrital de Belén solo asegura el 10% del servicio contratado¹.

Está limitada capacidad de los proveedores de comunicaciones, para satisfacer la demanda de internet en la localidad; ocasiona burbujas en el servicio, falsas expectativas que no pueden ser satisfechas, lentitud y cortes en el funcionamiento de las aplicaciones instaladas en modo web que requieren del internet para su funcionamiento como son el OSCE, SIGA o el SIAF, por mencionar algunas de ellas y otros que sirven para las tareas operativas de los trabajadores como la intranet municipal o el correo electrónico institucional.

Esta situación hace que los contratos suscritos con los proveedores de servicio de comunicaciones; no garanticen la satisfacción de la demanda de internet en la municipalidad distrital de Belén, más aún si la municipalidad debe realizar actividades adicionales para la medición y control del servicio recibido, deviniendo en constantes reclamos para la regularización del servicio. una contratación a medida del servicio de internet, con ancho de banda específico para un determinado periodo de tiempo; minimizaría los costos y se optaría por un servicio real con un 100 % de ancho de banda asegurado.

El consumo de internet debería ser a medida, vale decir, se debería identificar con respecto al tiempo; la necesidad real del consumidor; en otras palabras; se

¹ Recopilado de: Optical Networks: “el 45% del tráfico de internet es de video” en <https://codigo.pe/optical-networks-el-45-del-trafico-de-internet-es-de-video>; redactado el 17.10.2014.

debería calendarizar los consumos de internet para identificar las fechas o periodos de mayor demanda de consumo y satisfacer la demanda mediante la suscripción de contratos que aseguren ese consumo en las fechas indicadas, mejorando y propiciando la una tarifa de consumo diferenciada; ya sea por hora, día, semana o mes; siempre conociendo y prediciendo el requerimiento real de consumo.

Esta situación descrita justifica sobremanera el presente trabajo de investigación de tesis, donde se pretende validar a los modelos de redes neuronales como un medio alternativo de medición de la demanda del consumo de Internet en cualquier entorno ya sea este doméstico o institución; ya que se podría mejorar el servicio de Internet necesario para la ejecución de las aplicaciones basadas en tecnología Web o en la creciente internet de las cosas y se lograría una razonable disminución en los costes por la contratación del servicios diferenciados y específicos, con respecto al tiempo, con los proveedores de comunicaciones de la localidad. Al conocer la demanda real y el tiempo en el que se requiere, se podría optimizar el consumo de ancho de banda y maximizar la utilidad percibida por este servicio.

El aporte propuesto en el presente trabajo de investigación de tesis es el de validar a los modelos de redes neuronales como un instrumento de medición para calcular la necesidad del ancho de banda actual y proyectada en un determinado tiempo de cualquier entorno.

El beneficio esperado de la presente investigación de tesis podría recaer en cualquier institución que requiera acceso a Internet para la ejecución de sus aplicaciones Web, ya que podrían determinar con exactitud el ancho de banda a contratar por un determinado tiempo y costo.

2. CAPIULO II: MATERIALES Y METODOS

2.1. Tipo y Diseño de investigación

2.1.1. Nivel de Investigación

La investigación de acuerdo al nivel de conocimiento adquirido pertenece a una investigación descriptiva, con dos variables: Variable independiente (X) Redes Neuronales Artificiales. Variables dependientes (Y) Consumo de Ancho de Banda de Internet.

2.1.2. Tipo de Investigación

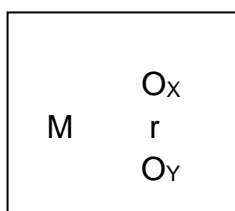
La investigación fue de tipo no experimental porque no se manipularon las variables y su propósito fue examinar la relación entre dos variables.

2.1.3. Diseño de Investigación

El diseño general de la investigación fue transaccional correlacional; porque se recolectaron los datos en el mismo lugar y en un mismo momento².

El diseño es:

Dónde:



M = Muestra

O_x = Observación a la variable independiente: Redes Neuronales Artificiales.

O_y = Observación a la variable dependiente: Consumo de Ancho de Banda de Internet.

r = Posible asociación entre las variables.

² Sánchez, H y Reyes, C. (2997) Metodología y Diseños en la Investigación Científica. Perú, p. 64

2.2. Población y Muestra

2.2.1. Población

La población está compuesta por un conjunto de 90 objetos de estudio donde los 90 son observaciones que corresponden a la medición del consumo de ancho de banda de la municipalidad distrital de Belén, durante los meses de diciembre 2018, enero y febrero 2019.

2.2.2. Muestra

La técnica de muestreo fue no probabilística por conveniencia ya que los elementos no dependieron de la probabilidad sino de causas relacionadas con las características del investigador, la ventaja fue que pudimos tener una cuidadosa y controlada elección de sujetos u objetos con las características especificadas deseadas.

2.3. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

2.3.1. Técnica de Recolección de Datos

La técnica que se emplearon en la recolección de los datos fue la observación porque se recogió la información en forma directa.

2.3.2. Instrumentos de Recolección de Datos

El instrumento que se empleó en la recolección de los datos fue la ficha de observación que se sometido a prueba de validez y confiabilidad antes de su aplicación.

2.3.3. Procedimientos de Recolección de Datos

Los procedimientos que se siguieron en la recolección de datos fue:

- Coordinación con la municipalidad distrital de Belén.
- Elaboración de los instrumentos de recolección de datos.
- Validación y confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos.
- Aplicación de los instrumentos de recolección de datos para recoger la información.
- Procesamiento de los datos.
- Organización de los datos en cuadros.
- Representación de los datos mediante gráficos.
- Análisis e interpretación de los datos.
- Elaboración del informe de la tesis.
- Presentación del informe final de tesis.
- Aprobación del informe de la tesis.
- Sustentación de la tesis.

2.4. Procesamiento y análisis de datos

2.4.1. Procesamiento de los Datos

La información será procesada en forma computarizada utilizando el paquete estadístico matemático computacional MatLab 2015, sobre los datos con el cual se organizará la información en cuadros y gráficos.

2.4.2. Selección de la data

Corresponde a la selección de la data con la cual se trabajó, las mismas que fueron obtenidas por el software de monitoreo PRTG Network Monitor; bajo ciertos requisitos:

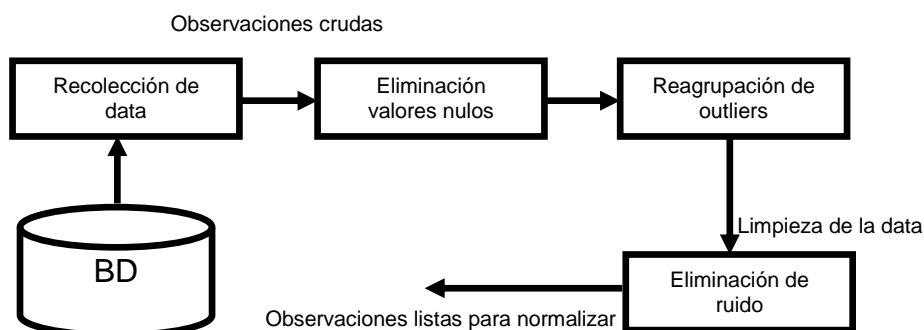
- Periodo de tiempo: 03meses.
- Inicio: Diciembre 2018.
- Fin: Febrero 2019.

2.4.3. Limpieza de la data

Una vez obtenida la data, se procedió con los criterios de limpieza, que consiste en identificar y corregir los datos inconsistentes erróneos u anómalos de la base de datos. Se necesitaron cuatro (04) validaciones para poder limpiar la data; Análisis de valores vacíos; análisis de redundancia, análisis de valores atípicos (outliers) y análisis de ruidos.

2.4.4. Conversión de Datos en Información

La conversión de los datos en información tiene como tarea inicial la limpieza de la data obtenida del software de monitoreo de ancho de banda³.



*Figura 01. Transformación de datos
Fuente: Elaboración propia*

³ Pronostico de consumo de ancho de banda utilizando ANN en una empresa de TI. Pp 43

2.4.5. Análisis de los Datos

Se procedió con análisis exploratorios con series de tiempo, mientras que la última fue de ajuste; vale decir de entradas, salidas y ajustes de curvas. (input-output and curve fitting); utilizando el paquete estadístico matemático computacional MatLab 2015. Así mismo, una vez determinada la mejor alternativa con el algoritmo, se probó el mismo diseño con los dos algoritmos restantes.

3. CAPIULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

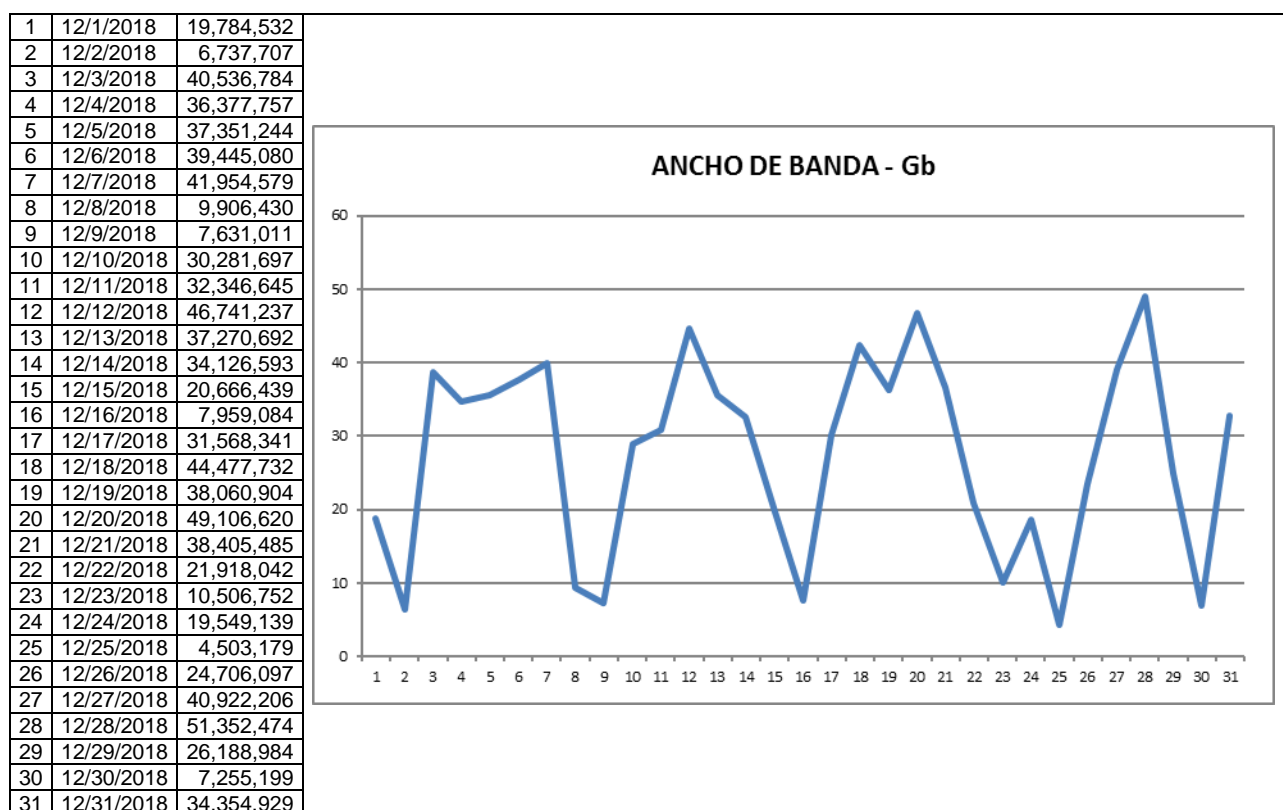
3.1. Resultados

3.1.1. Recolección de Datos

Dada las características de la institución Municipal y por las limitaciones de horarios laborales y disponibilidad de los datos a tomar con el software de monitoreo PRTG Network Monitor, se pudo recopilar información durante tres (03) meses de diciembre 2018 a febrero 2019, de manera diaria al finalizar el día.

El comportamiento de la data recolectada es el siguiente:

Tabla 01. Bandwitch (Kbyte) - Diciembre 2018



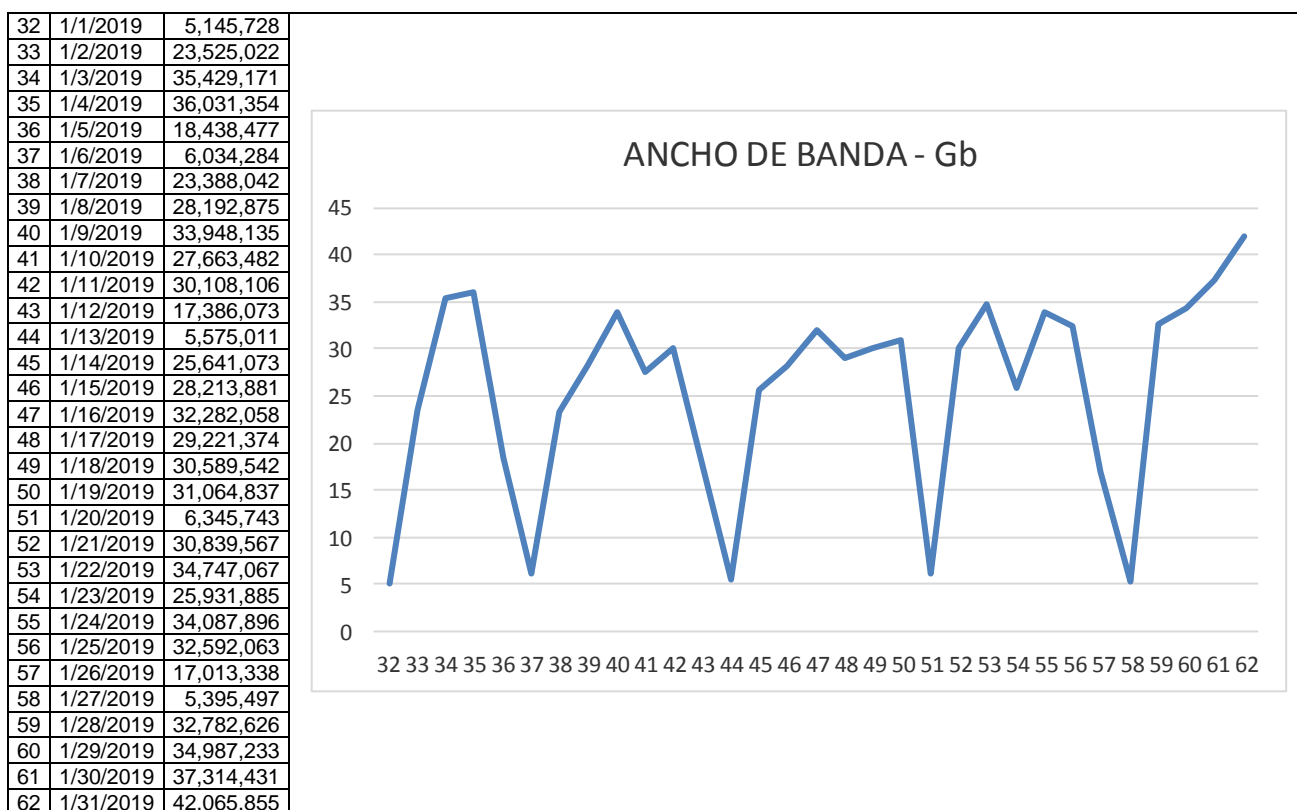
Fuente: Elaboración propia

Tabla 02: Depuración de Data – Diciembre 2018

	S0	S1	S2	S3	S4
LUN		38.66	28.88	30.11	18.64
MAR		34.69	30.85	42.42	4.29
MIE		35.62	44.58	36.30	23.56
JUE		37.62	35.54	46.83	39.03
VIE		40.01	32.55	36.63	48.97
SAB	18.87	9.45	19.71	20.90	24.98
DOM	6.43	7.28	7.59	10.02	6.92

Fuente: Datos Procesados

Tabla 03: Bandwitch (Kbyte) - Enero 2019



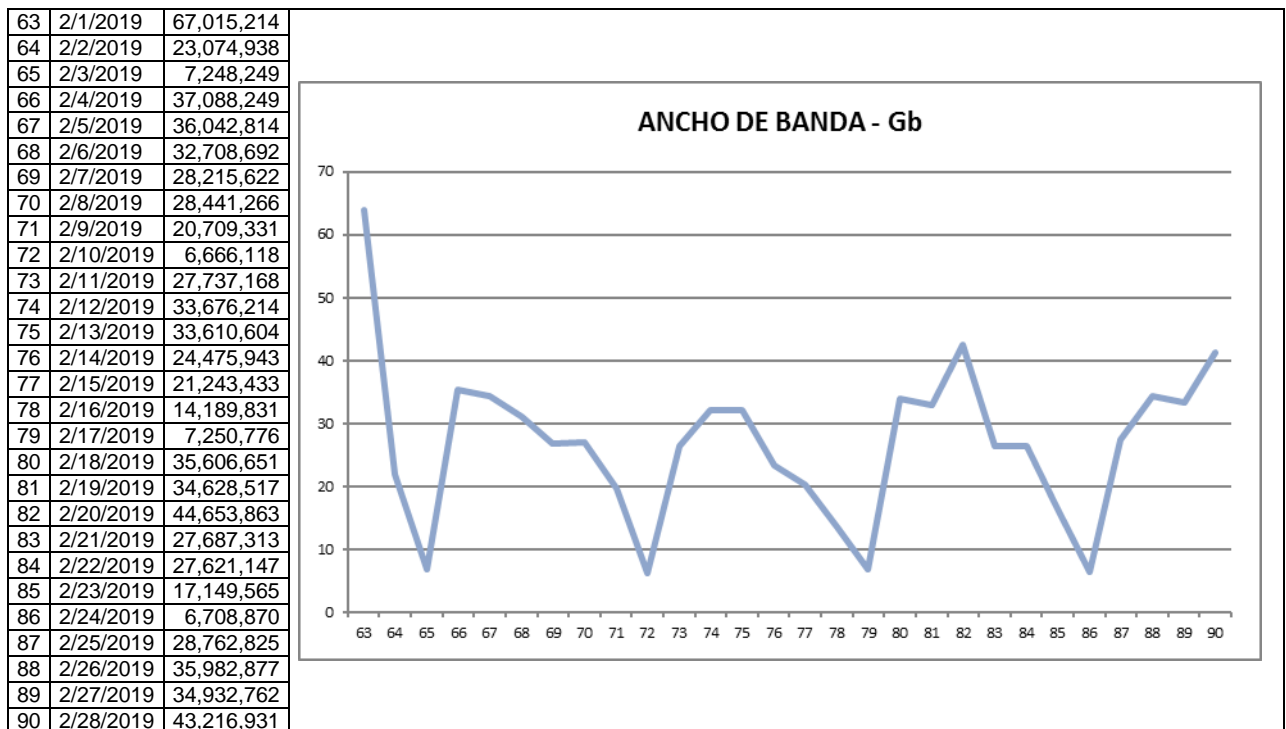
Fuente: Elaboración propia

Tabla 04: Depuración de Data – Enero 2019

	S5	S6	S7	S8	S9
LUN	32.76	22.30	24.45	29.41	31.26
MAR	4.91	26.89	26.91	33.14	33.37
MIE	22.44	32.38	30.79	24.73	35.59
JUE	33.79	26.38	27.87	32.51	40.12
VIE	34.36	28.71	29.17	31.08	
SAB	17.58	16.58	29.63	16.23	
DOM	5.75	5.32	6.05	5.15	

Fuente: Datos Procesados

Tabla 05: Bandwitch (Kbyte) - Febrero 2019



Fuente: Elaboración propia

Tabla 06: Depuración de Data – Febrero 2018.

	S9	S10	S11	S12	S13
LUN		35.37	26.45	33.96	27.43
MAR		34.37	32.12	33.02	34.32
MIE		31.19	32.05	42.59	33.31
JUE		26.91	23.34	26.40	41.21
VIE	63.91	27.12	20.26	26.34	
SAB	22.01	19.75	13.53	16.36	
DOM	6.91	6.36	6.91	6.40	

Fuente: Datos Procesados

De la data se puede verificar que las curvas de consumo de ancho de banda no son uniformes, por lo que se debe encontrar el error respecto al valor optimo deseado según el modelo del algoritmo empleado.

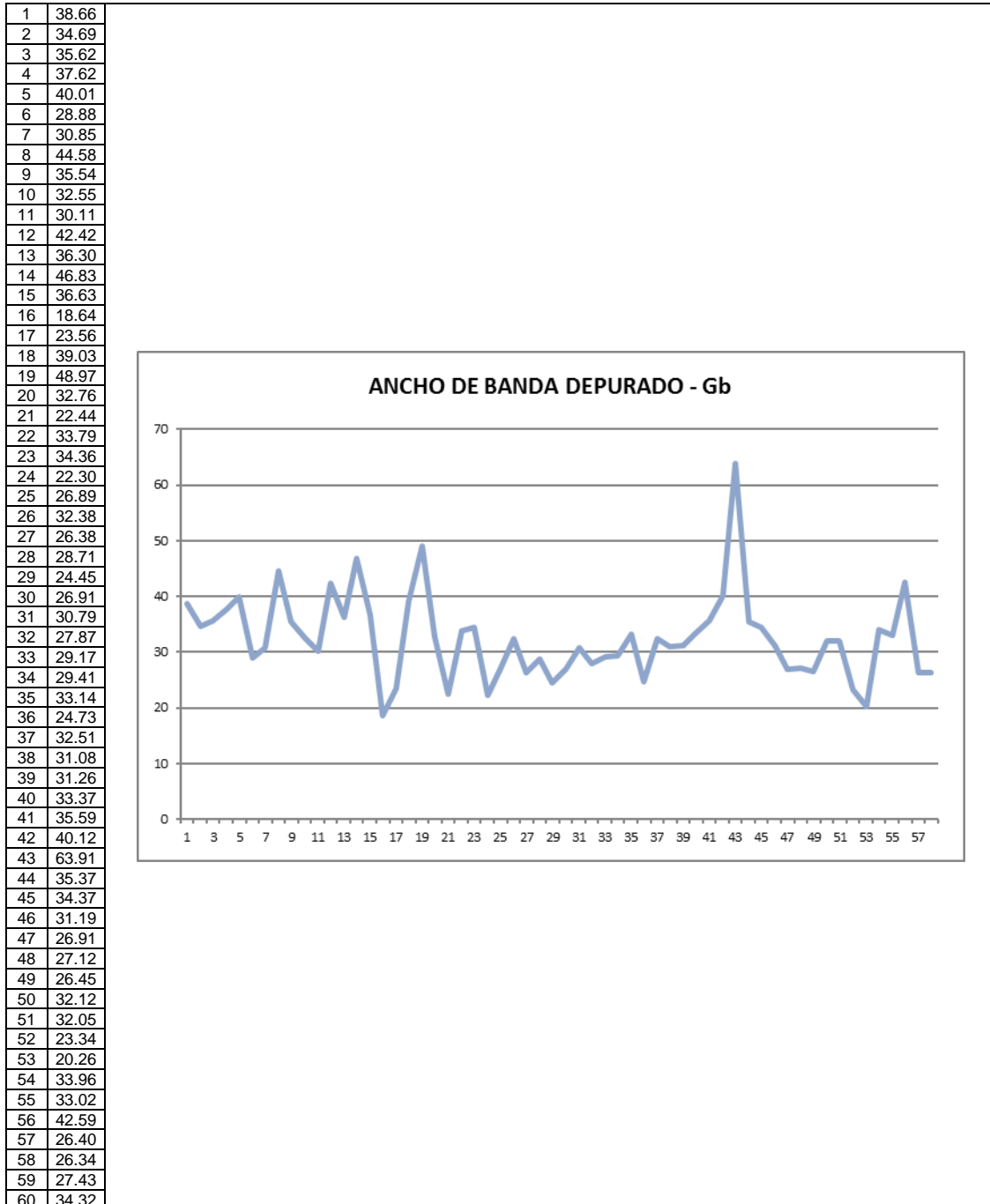
3.1.2. Análisis de Datos

Se procederá con análisis exploratorios con series de tiempo, mientras que la última será de ajuste vale decir de entradas, salidas y ajustes de curvas. (input-output and curve fitting).

Como se verá más adelante, en el presente caso, el ajuste de curvas o “curve fitting” es sumamente predictor, y será la metodología utilizada, para la predicción dentro del MATLAB.

A continuación, los datos del consumo de ancho de banda:

Tabla 07: Bandwitch Total

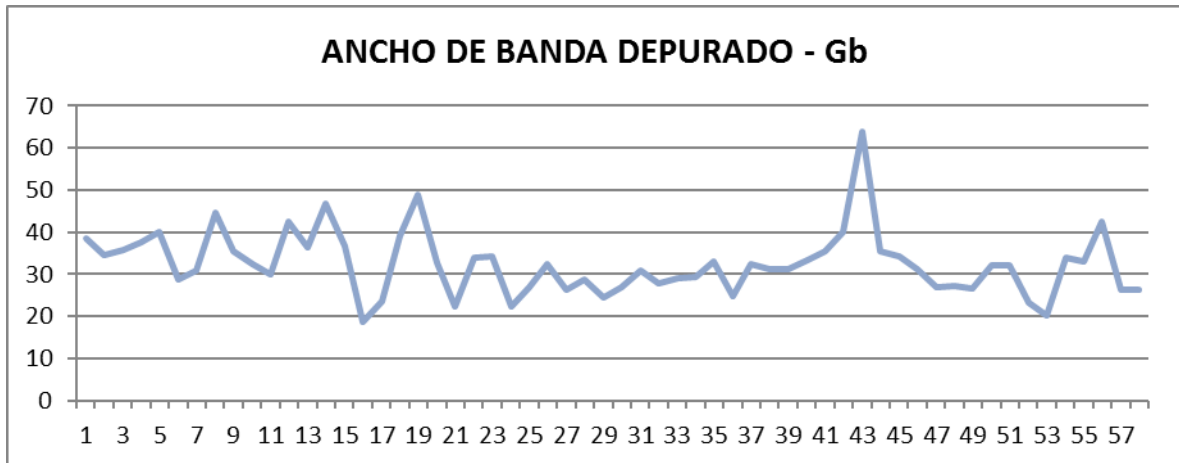


Fuente: Datos Procesados

3.1.3. Presentación de resultados

Se logró implementar la RNA gracias a la aplicación de MatLab R2015A. (NN_Toolbox), para evaluar el comportamiento del sistema.

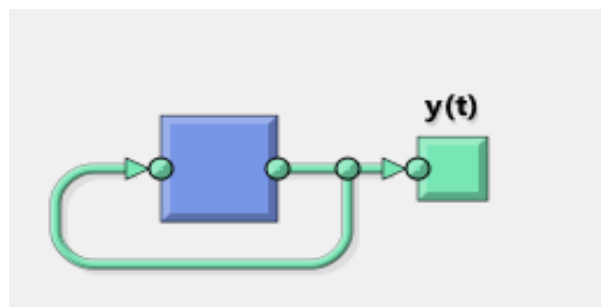
La serie de datos es la siguiente: Consumo Ancho de Banda.



*Grafico 01: Ancho de banda depurado
Fuente: Datos procesados*

Se aplicaron metodologías exploratorias de series de tiempo y de ajuste (input-output and curve fitting). Se definió como un problema “No lineal Autoregresivo” (NAR), el cual permite predecir una serie de datos, basada en número determinado (“d”) de datos anteriores ($Y[t-d]$). La serie objetivo o serie deseada además será el mismo consumo de ancho de banda (CAB), en la forma de una matriz de columnas (vector fila).

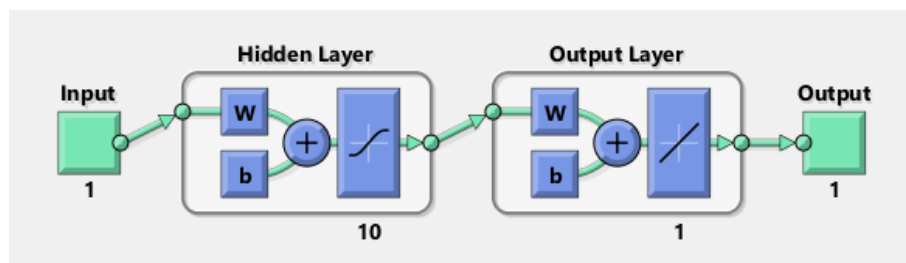
El modelo, desde un punto de vista global tendría la siguiente forma, siendo el recuadro azul la red neuronal que será diseñada en las especificaciones siguientes:



*Figura 02: Diseño de Red Neuronal Global.
Fuente: Aplicación de análisis*

Para las mediciones se consideraron valores predeterminados por MatLab R2015A:

- 1000 iteraciones (Entrenamientos necesarios tal que $R > 50\%$).
- Datos de aprendizaje. 21 (35%).
- Datos de validación. 18 (30%).
- Datos de prueba. 21 (35%).
- Número de neuronas ocultas: 10.
- Diseño de la red neuronal.



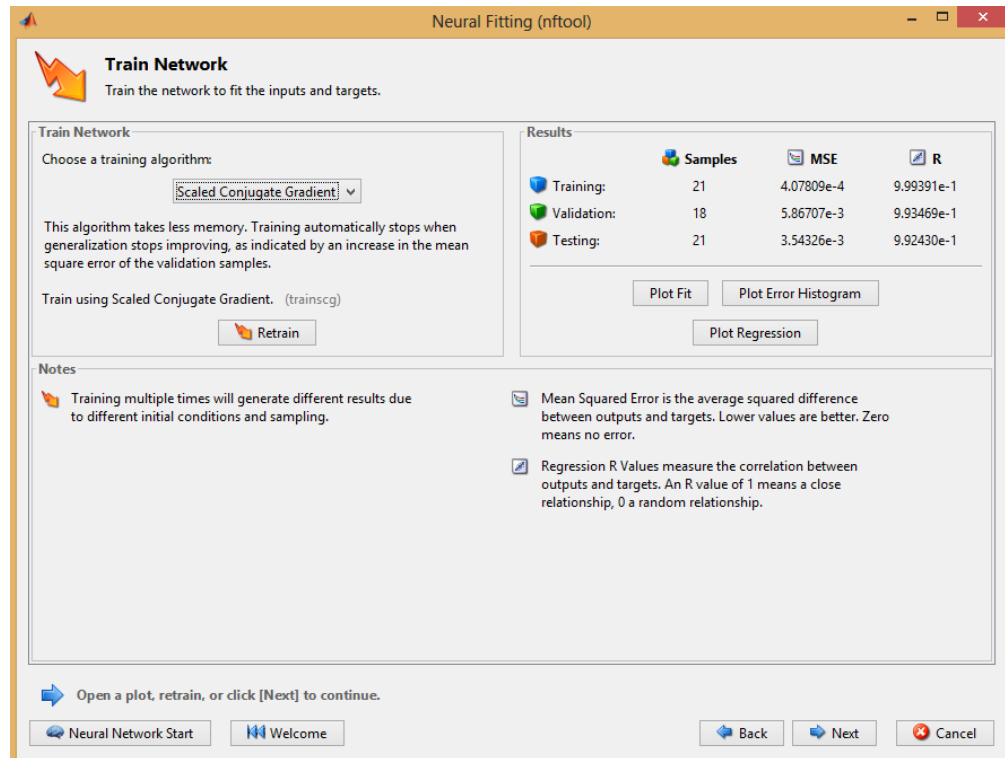
*Figura 03: Diseño de Red Neuronal.
Fuente: Aplicación de análisis*

Para la RNA:

Retropropagación por Gradiente Escalado Conjugado

Entrenamiento de la RNA.

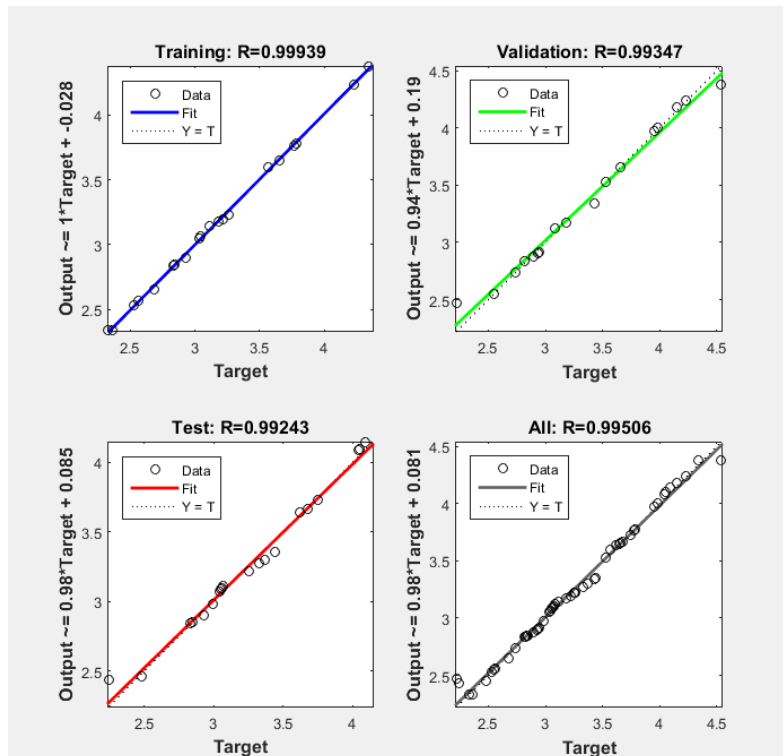
Se realizaron las iteraciones y se observó su evolución. Se procesó y observo la evolución del error medio cuadrático. Se procesó y se observó la evolución del R2 para los datos de prueba y para el resultado global.



*Cuadro 01: Evaluación de Retropropagación por Gradiente Escalado Conjugado.
Fuente: Aplicación de análisis*

La red logró un R2 de 99.24%, con los siguientes resultados:

Con esta red entrenada se procedió a utilizar como variable destino o meta (deseada) a la propia serie original. Se impuso como inputs y targets a la serie original. Se procedió a predecir. Se graficó el diseño y el entrenamiento. Los resultados son muy satisfactorios.



*Grafico 02: Vector 01 de Retropropagación por Gradiente Escalado Conjugado.
Fuente: Aplicación de análisis*

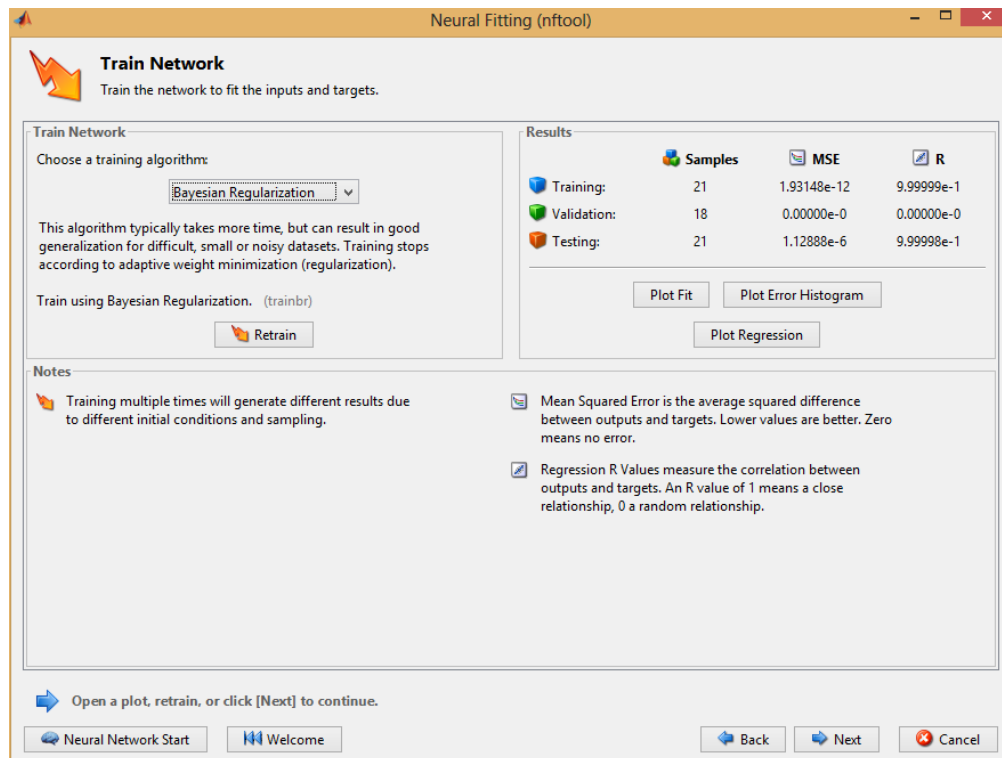
Se grabaron los resultados con el sufijo “v1” que luego se compararán con los otros algoritmos.

Para la RNA:

Retropropagación por Regularización Bayesiana

Entrenamiento de la RNA.

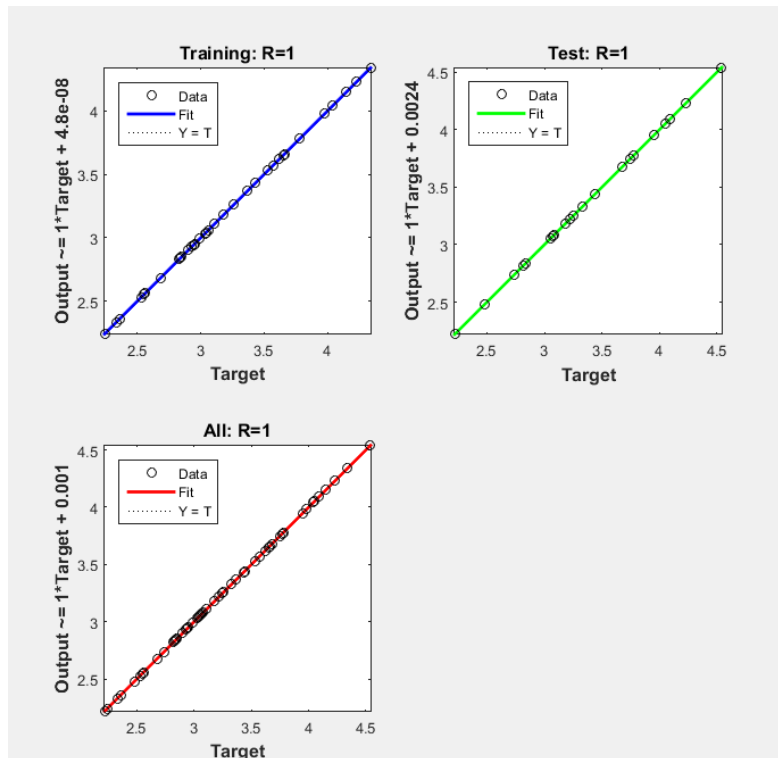
Se realizaron las iteraciones y se observó su evolución. se procesó y se observó la evolución del error medio cuadrático. Se procesó y se observó la evolución del R2 para los datos de prueba y para el resultado global.



*Cuadro 02: Evaluación de Retropropagación por Regularización Bayesiana.
Fuente: Aplicación de análisis*

La red logró un R2 de 99.99%, con los siguientes resultados:

Con esta red entrenada se procedió a utilizar como variable destino o meta (deseada) a la propia serie original. Se impuso como inputs y targets a la serie original. Se procedió a predecir. Se graficó el diseño y el entrenamiento. Los resultados son muy satisfactorios.



*Grafico 03: Vector 02 de Retropropagación por Regularización Bayesiana.
Fuente: Aplicación de análisis*

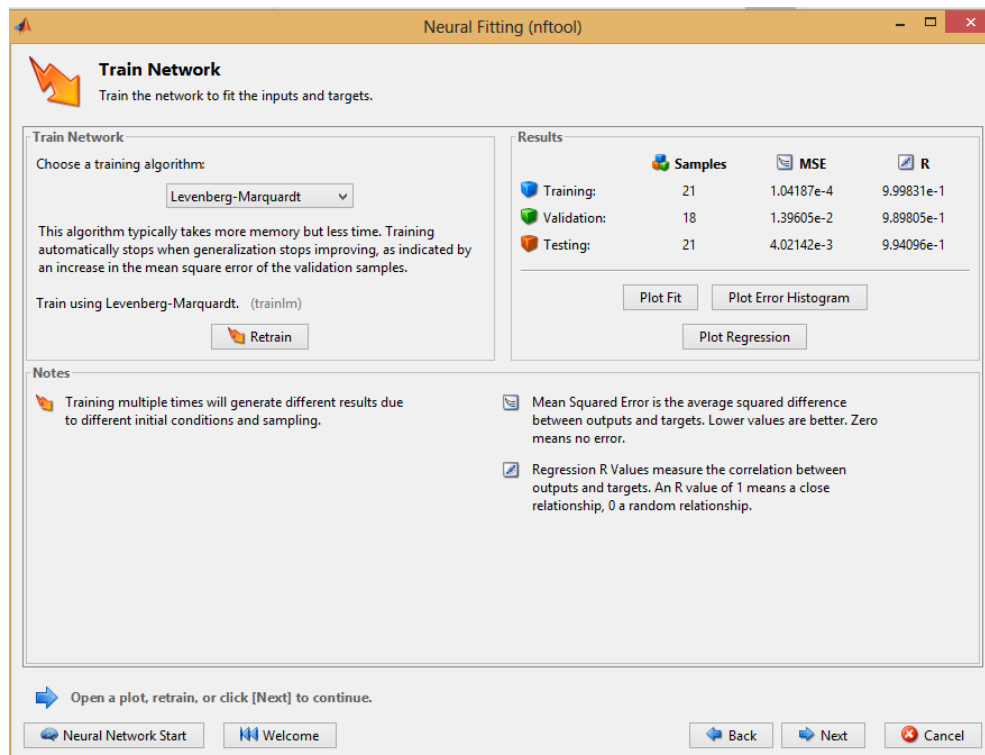
Se grabaron los resultados con el sufijo "v2" que luego se compararán con los otros algoritmos.

Para la RNA:

Levenberg-Marquardt

Entrenamiento de la RNA.

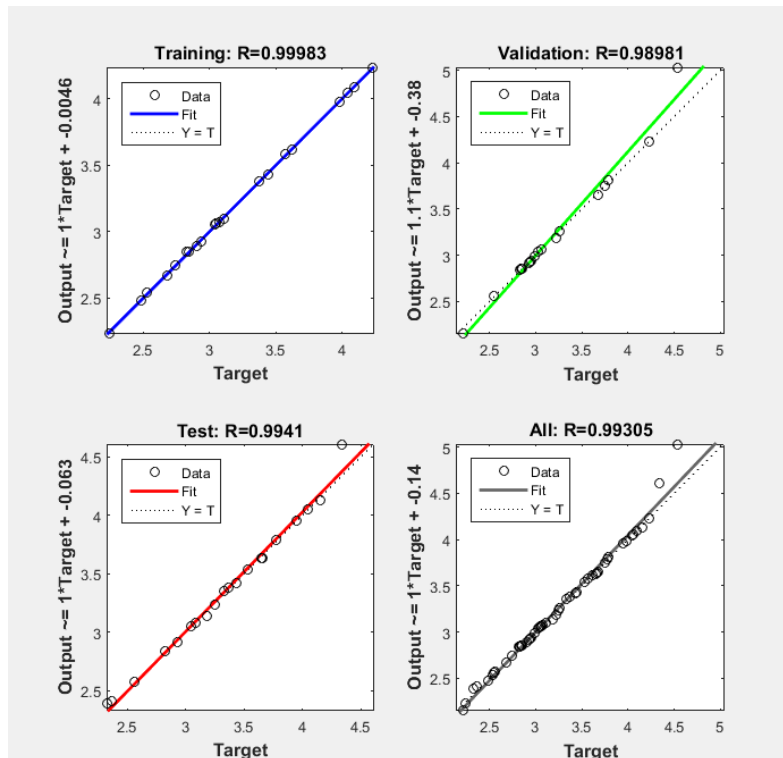
Se realizaron las iteraciones y se observó su evolución. Se procesó y observo la evolución del error medio cuadrático. Se procesó y se observó la evolución del R2 para los datos de prueba y para el resultado global.



*Cuadro 03: Evaluación de Levenberg-Marquardt.
Fuente: Aplicación de análisis*

La red logró un R2 de 99.40%, con los siguientes resultados:

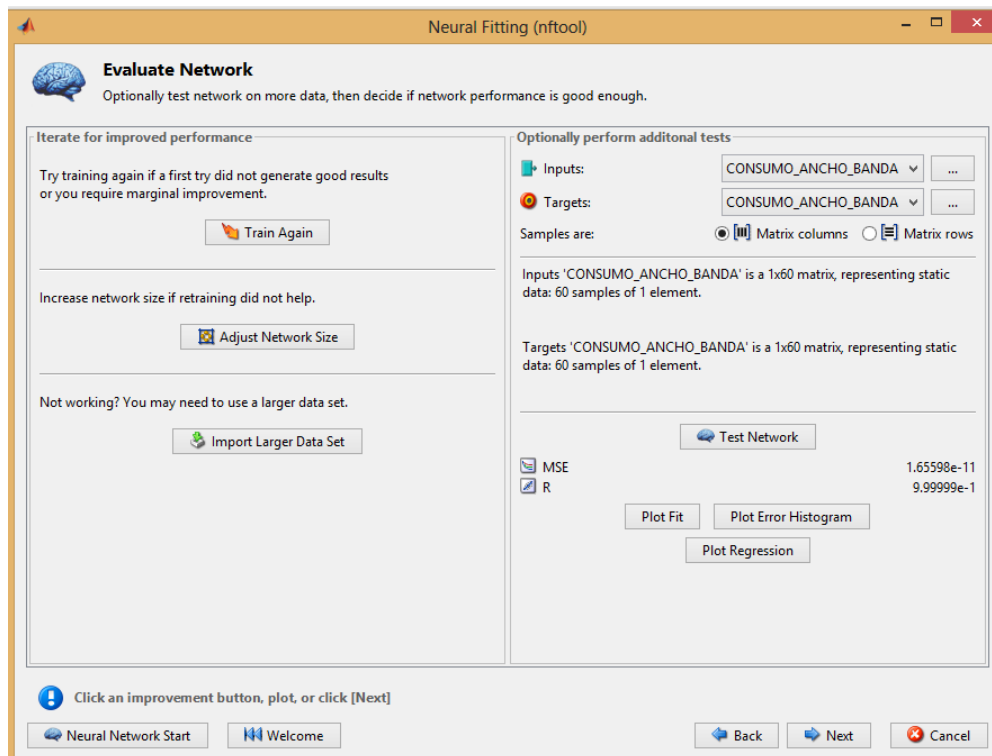
Con esta red entrenada se procedió a utilizar como variable destino o meta (deseada) a la propia serie original. Se impuso como inputs y targets a la serie original. Se procedió a predecir. Se graficó el diseño y el entrenamiento. Los resultados son muy satisfactorios.



*Grafico 04: Vector 03 de Levenberg-Marquardt.
Fuente: Aplicación de análisis*

Se grabaron los resultados con el sufijo “v3” que luego se compararán con los otros algoritmos.

Con esta red entrenada se procedió a utilizar como variable destino o meta (deseada) a la propia serie original.



*Cuadro 04: Evaluación de Levenberg-Marquardt.
Fuente: Aplicación de análisis*

Considerando todo lo estudiado en la primera parte, en esta sección se priorizarán las pruebas para comparar los algoritmos disponibles en MatLab, aplicables en los modelos de ajuste de predictivo. El criterio de selección esta vez, fue el MAPE.

Se trabajó con la serie en niveles, dado que, según los estudios exploratorios anteriores, los resultados con esta serie han sido satisfactorios, por lo que el uso en su forma normalizada simple o normalizada cuasi-sigmoide (de 0 a 1) no agregaría valor al análisis, además que obligaría a tener que regresar los datos a su versión original a fin de poder interpretarlos. Se utilizó el Neural Fitting App del Toolbox de MatLab. Se precisó como input y targets a la misma serie consumo de ancho de banda, en la forma de “matriz columna”

Se procedió con la comparación de la eficiencia de los algoritmos de los vectores v_1 , v_2 , v_3 . (Ver Anexo)

Tabla 08: Comparación de algoritmos – MAPE.

Estadísticos de la muestra de prueba.	Levenverg-MArquardt	Retropropagación por Regularización Bayesiana	Retropropagación por Gradiente Escalado Conjugado
Porcentaje de Error Absoluto (MAPE)	5.4337108	0.0021698	6.9060633

Fuente: Aplicación de análisis

Respecto al objetivo específico: Determinar que modelos de redes neuronales con menores iteraciones de aprendizaje podrían mejorar la eficiencia del consumo de internet en la Municipalidad Distrital de Belén.

Entrenamiento

Tabla 09: Comparación de algoritmos - Training

Id	RNA	Training	Escala
1	Retropropagación por Gradiente Escalado Conjugado	<ul style="list-style-type: none"> • 4.07809E-4 • 1000 Iteraciones 	Regular
2	Retropropagación por Regularización Bayesiana	<ul style="list-style-type: none"> • 1.93148E-12 • 1000 iteraciones 	Bueno
3	Levenberg-Marquardt	<ul style="list-style-type: none"> • 1.04187E-4 • 1000 iteraciones 	Regular

Fuente: Datos procesados

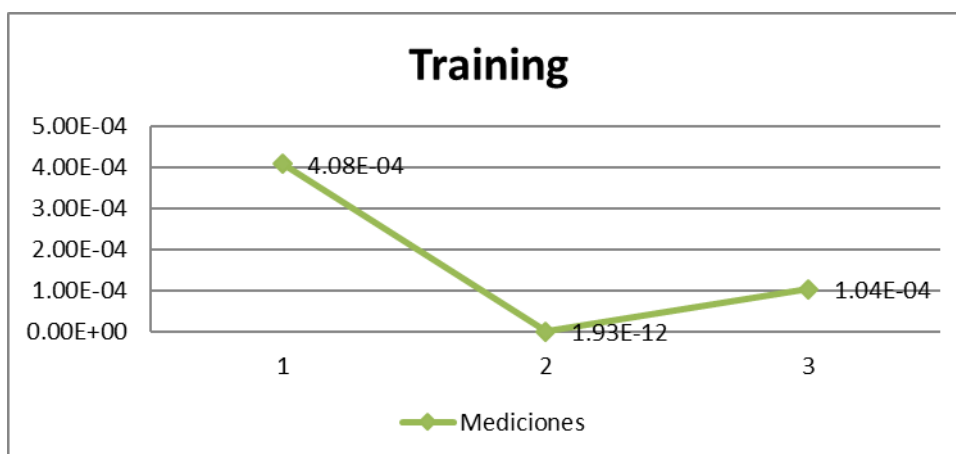


Grafico 05: Training

Fuente: Aplicación de análisis

En el grafico N° 05 observamos las mediciones de entrenamiento (Training) de los diferentes algoritmos de RNA de la siguiente manera: Retropropagación por Gradiente Escalado Conjugado con un error cuadrático medio de 4.07809E-4 obtenidas luego de 1000 iteraciones con una escala de posicionamiento regular; Retropropagación por Regularización Bayesiana con un error cuadrático medio de 1.93148E-12, obtenidas luego de 1000 iteraciones, con una escala de posicionamiento buena; de Levenberg-Marquardt con un error cuadrático medio de 1.04187E-4 obtenidas luego de 1000 iteraciones, con una escala de posicionamiento regular.

Validación

Tabla 10: Comparación de algoritmos – Validation.

Id	RNA	Validation	Índices
1	Retropropagación por Gradiente Escalado Conjugado	<ul style="list-style-type: none">• 3.54326E-3• 1000 Iteraciones	Regular
2	Retropropagación por Regularización Bayesiana	<ul style="list-style-type: none">• 1.12888E-6• 1000 Iteraciones	Regular
3	Levenberg-Marquardt	<ul style="list-style-type: none">• 4.02142E-4• 1000 Iteraciones	Regular

Fuente: Aplicación de análisis

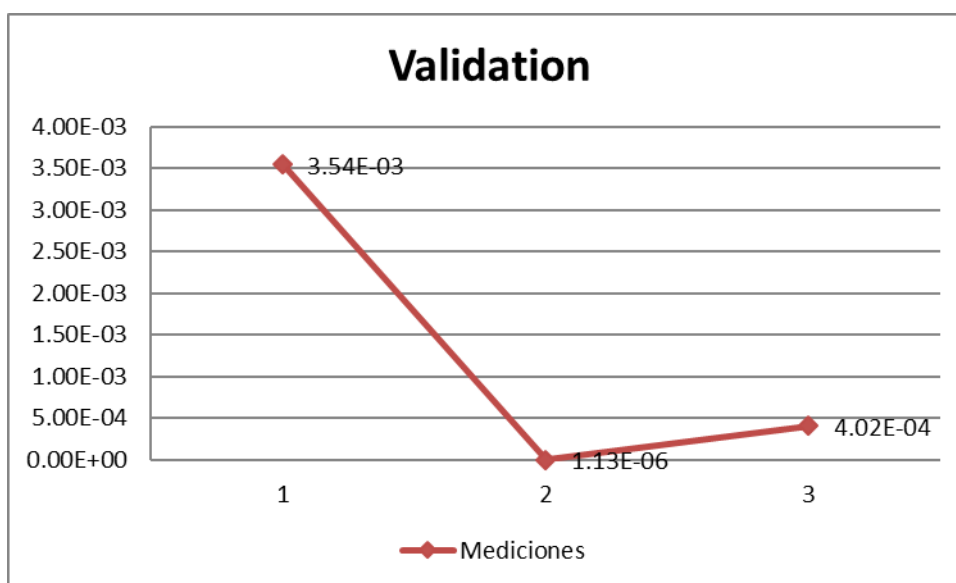


Grafico 06: Validation

Fuente: Aplicación de análisis

En el grafico N° 06 observamos las mediciones la mayor validez predictiva (Validation) de los diferentes algoritmos de RNA de la siguiente manera: Retropropagación por Gradiente Escalado Conjugado con un error cuadrático medio 3.54326E-3 obtenidas luego de 1000 iteraciones con una escala de posicionamiento regular; Retropropagación por Regularización Bayesiana con un error cuadrático medio de 1.12888E-6, obtenidas luego de 1000 iteraciones, con una escala de posicionamiento Regular; de Levenberg-Marquardt con un error cuadrático medio de 4.02142E-4 obtenidas luego de 1000 iteraciones, con una escala de posicionamiento regular.

Respecto al objetivo específico: Establecer qué modelos de redes neuronales con mayor rapidez predictiva podrían mejorar la eficiencia del consumo de internet en la municipalidad distrital de Belén.

Predicción

Tabla 11: Comparación de algoritmos - Testing

Id	RNA	Testing	Índices
1	Retropropagación por Gradiente Escalado Conjugado	• 4.07809E-4	Regular
2	Retropropagación por Regularización Bayesiana	• 5.86707E-3	Regular
3	Levenberg-Marquardt	• 3.54326E-3	Regular

Fuente: Aplicación de análisis

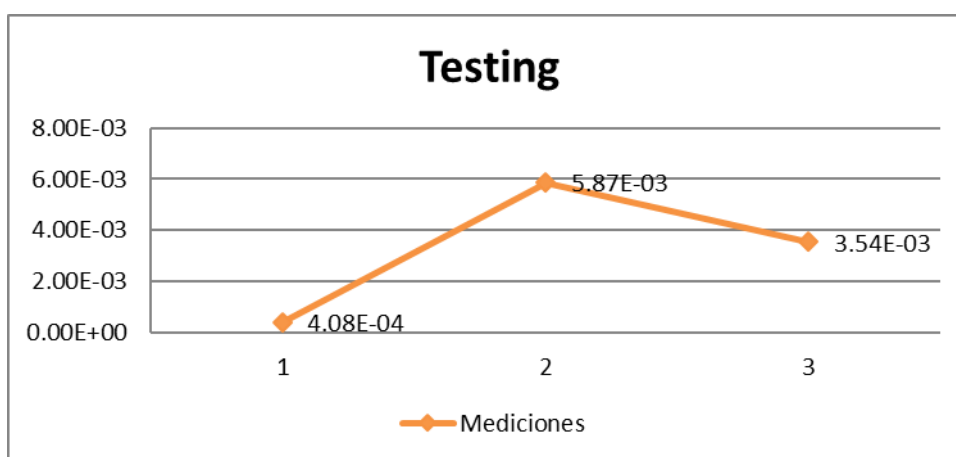


Gráfico 07: Testing

Fuente: Aplicación de análisis

En el gráfico N° 07 observamos las mediciones la mayor rapidez predictiva (Testing) de los diferentes algoritmos de RNA de la siguiente manera: Retropropagación por Gradiente Escalado Conjugado con un error cuadrático medio 4.07809E-4 obtenidas luego de 1000 iteraciones con una escala de posicionamiento regular; Retropropagación por Regularización Bayesiana con un error cuadrático medio de 5.86707E-3, obtenidas luego de 1000 iteraciones, con una escala de posicionamiento Regular; de Levenberg-Marquardt con un error cuadrático medio de 3.54326E-3, obtenidas luego de 1000 iteraciones, con una escala de posicionamiento regular.

Respecto al objetivo específico: Identificar que modelos de redes neuronales con menor porcentaje de error operativo podrían mejorar la eficiencia del consumo de internet en la municipalidad distrital de Belén.

Mape

Tabla 12: Comparación de algoritmos - Mape

Id	RNA	Mape	Índices
1	Retropropagación por Gradiente Escalado Conjugado	• 6.9060632997	Regular
2	Retropropagación por Regularización Bayesiana	• 0.0021697848	Muy bueno
3	Levenberg-Marquardt	• 5.4337108213	Regular

Fuente: Aplicación de análisis

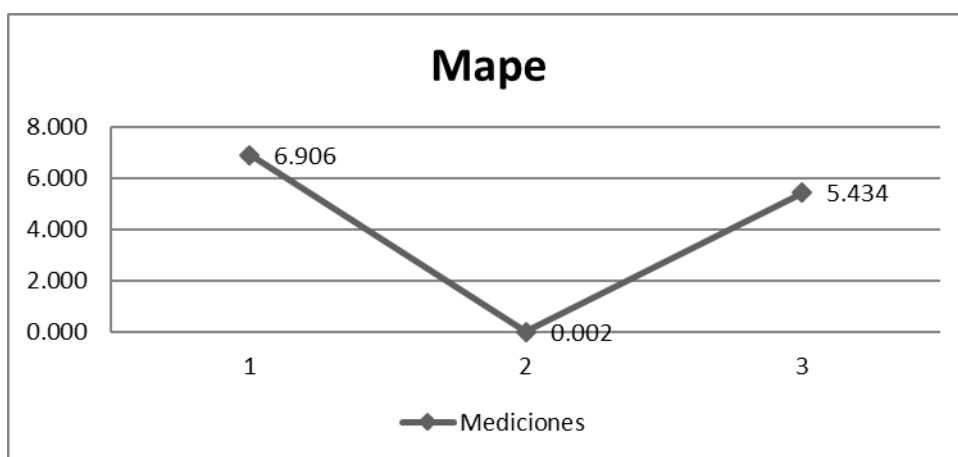


Grafico 08: Mape

Fuente: Aplicación de análisis

En el grafico N° 08 observamos las mediciones del menor error operativo (Mape) de los diferentes algoritmos de RNA de la siguiente manera: Retropropagación por Gradiente Escalado Conjugado con un Mape de 6.9%, obtenidas luego de 1000 iteraciones con una escala de posicionamiento regular; Retropropagación por Regularización Bayesiana con un Mape de 0.002%, obtenidas luego de 1000 iteraciones, con una escala de posicionamiento Muy bueno; de Levenberg-Marquardt con un Mape 5.4% obtenidas luego de 1000 iteraciones, con una escala de posicionamiento regular.

3.2. Discusión

La municipalidad distrital de Belén brinda sus servicios municipales con una limitada capacidad de ancho de banda para satisfacer la demanda de internet en la localidad; ocasionando lentitud y cortes en el funcionamiento de las aplicaciones instaladas en modo Web que requieren del internet para su funcionamiento como son el OSCE, SIGA o el SIAF, por mencionar algunas de ellas y otros que sirven para las tareas operativas de los trabajadores como la intranet municipal o el correo electrónico institucional. Lo que representan razones suficientes que motivaron la realización de este proyecto de tesis a fin de validar a los modelos de redes neuronales como un instrumento de medición para calcular la necesidad del ancho de banda actual y proyectada en un determinado tiempo de cualquier entorno institucional.

La metodología elegida y el instrumento para el análisis fueron importantes en la evaluación de los algoritmos de redes neuronales artificiales, lo que coincide con el trabajo de Castro Silupu, y otros, 2015; en su artículo Predicción del color y contenido de humedad en café cerezo mediante redes neuronales y regresión de mínimos cuadrados parciales en la Universidad Científica del Perú de Iquitos. Aplico la metodología de evaluar redes neuronales con MatLab; por otra parte al igual del trabajo de Carlos Eduardo Huamán Carranza, 2017; en su Tesis Obtención de patrones de consumo mediante redes sociales y redes neuronales para la toma de decisiones en organizaciones de la Universidad Santiago Antúnez de Mayolo, donde, parte de los hábitos de acceso en redes neuronales para determinar un patrón de consumo, lo que coincide con la presente investigación que se basa en los hábitos de consumo institucionales; se pretende identificar los patrones de consumo en periodos de tiempo diferenciados. Lo que también coincide con el trabajo de Villarrubia, y otros, 2018; en su artículo Artificial neural networks used in optimization problems, de la Universidad de Salamanca en Salamanca. Quien indica la importancia de identificar un algoritmo adecuado para resolver problemas de optimización y propone el uso de redes neuronales artificiales para aproximar la función objetivo.

4. CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Respecto al objetivo específico: Determinar que modelos de redes neuronales con menores iteraciones de aprendizaje podrían mejorar la eficiencia del consumo de internet en la Municipalidad Distrital de Belén.

Para las mediciones de los algoritmos se realizaron 1000 iteraciones ya que fue el valor determinante con el que se probó el diseño general.

Luego según lo observado en el grafico N° 05 de entrenamiento (Training) de los diferentes algoritmos de RNA; tenemos que Retropropagación por Regularización Bayesiana con un error cuadrático medio de $1.93148E-12$ y una escala de posicionamiento buena y luego de observar el grafico N° 06 de mayor validez predictiva (Validation) de los diferentes algoritmos de RNA; tenemos que Retropropagación por Regularización Bayesiana con un error cuadrático medio de $1.12888E-6$, y una escala de posicionamiento Regular. Determinan que el algoritmo de RNA de Retropropagación por Regularización Bayesiana podría mejorar la eficiencia del consumo de internet en la Municipalidad Distrital de Belén.

Respecto al objetivo específico: Establecer qué modelos de redes neuronales con mayor rapidez predictiva podrían mejorar la eficiencia del consumo de internet en la Municipalidad Distrital de Belén.

Observamos en el grafico N° 07 que la mayor rapidez predictiva (Testing) lo tiene el algoritmo de Retropropagación por Gradiente Escalado Conjugado con un error cuadrático medio $4.07809E-4$ y una escala de posicionamiento regular, lo que indica que podría mejorar la eficiencia del consumo de internet en la Municipalidad Distrital de Belén.

Respecto al objetivo específico: Identificar que modelos de redes neuronales con menor porcentaje de error operativo podrían mejorar la eficiencia del consumo de internet en la Municipalidad Distrital de Belén.

Observamos en el grafico N° 08 que el menor error operativo (Mape) lo tiene el algoritmo de Retropropagación por Regularización Bayesiana con un Mape de 0.002%, y una escala de posicionamiento de Muy bueno, lo que indica que podrían mejorar la eficiencia del consumo de internet en la Municipalidad Distrital de Belén.

Respecto a la pregunta de investigación, objetivo general y a la hipótesis

Se concluye que las redes neuronales artificiales con algoritmos de Retropropagación por Regularización Bayesiana podrían mejorar la gestión del consumo de ancho de banda de internet en la Municipalidad Distrital de Belén; que permita satisfacer las necesidades reales y la demanda proyectada de los usuarios de las aplicaciones Web en un determinado periodo de tiempo. Lo que valida la hipótesis general que indica que Las redes neuronales artificiales mejoran la gestión del consumo de ancho de banda de internet en la Municipalidad Distrital de Belén, por su mejor capacidad de aprendizaje, predicción y menor tasa de error promedio porcentual.

4.2. Recomendación

A la Municipalidad Distrital de Belén

- Continuar con las evaluaciones de algoritmos de redes neuronales artificiales
- Propiciar el **desarrollo de aplicaciones de predicción basados en algoritmos de redes neuronales artificiales de Retropropagación por Regularización Bayesiana.**

A futuros investigadores

- Si bien es cierto que los resultados tienen validez interna, **se recomienda a fin de obtener validez externa o extrapolar los resultados, que se implemente en otras instituciones de diferente índole; públicas y privadas con diferentes giros de negocios.**

A la profesión

- En la profesión y el campo de las tecnologías de información y comunicaciones, **se debería trabajar en el desarrollo de aplicaciones (software especializado) que emulen de manera específica el comportamiento de las redes neuronales ya que no contamos actualmente con muchas aplicaciones que abarquen servicios similares al planteado.**

5. CAPITULO V: Bibliografía

Basogain Olabe, Xabier. 2011. *Redes Neuronales Artificiales y sus aplicaciones*. Bilbao : Escuela Superior de Ingeniería de Bilbao, 2011.

Calderon Acosta, Juan Camilo. 2013. Universidad de la Sabana. *Biblioteca Octavio Arizmendi Posada*. [En línea] 2013. [Citado el: 01 de 09 de 2017.] <https://www.unisabana.edu.co>.

Callao cortez, Raul Marco. 2015. Repositorio de Tesis USAT. [En línea] 2015. [Citado el: 01 de 09 de 2017.] <http://tesis.usat.edu.pe/handle/usat/545>.

Castro, Luis. 2017. About Español. [En línea] About Español, 14 de Febrero de 2017. [Citado el: 5 de Noviembre de 2018.] <https://www.aboutespanol.com/que-es-ancho-de-banda-157802>.

Huaman Carranza, Carlos Eduardo. 2017. *Obtención de patrones de consumo mediante redes sociales y redes neuronales para la toma de decisiones en organizaciones*. Ancash : Universidad Nacional Santiago Antunes de Mayolo, 2017.

Medina Nuñez, Diego Carlos Antonio. 2015. Alicia-Concytec. [En línea] 2015. [Citado el: 01 de 09 de 2017.] <https://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/3582>.

Nacelle, Andres. 2009. *Redes Neuronales Artificiales*. s.l. : Universidad de la Republica, 2009.

Physical Access Control Based on QR Code. **Yung-Wei Kao¹, Guo-Heng Luo, y otros. 2011.** Taiwan : International Conference on Cyber-Enabled Distributed Computing and Knowledge Discovery, 2011.

Recognition of QR Code with Mobile Phones. **Liu, Yue, Yang, Ju y Liu, Mingjun. 2008.** China : School of Information Science an Engineering, 2008.

Redes Neuronales Artificiales. **Tablada, Claudio Javier y Torres, German Ariel. 2009.** 03, s.l. : Revista de Educacion Matematica, 2009, Vol. 24. 168024 .

Rojas Ronquillo, Juan Manuel. 2017. Alicia. *Concytec*. [En línea] 2017. [Citado el: 20 de 05 de 2018.]

https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNHE_40b3202babf986bc180558a1ea0c1dbe.

Salas, Rodrigo. 2004. *Redes Neuronales Artificiales*. Valparaíso : Departamento de Computación Universidad de Valparaíso, 2004. INF412.

Venemedia Comunicaciones CA. 2011. ConceptoDefinicion.de. [En línea] Venemedia Comunicaciones C.A., 2011. [Citado el: 5 de Noviembre de 2018.] <https://conceptoDefinicion.de/internet/>.

Villarrubia, Gabriel, De Paz, Juan F. y De La Prieta, Fernando. 2018. *Artificial neural networks used in optimization problems*. Salamanca : Neurocomputing, 2018. 16.

Wikipedia. 2001. Wikipedia. *La Enciclopedia Libre*. [En línea] Wikipedia, 20 de Mayo de 2001. [Citado el: 11 de Octubre de 2018.] [https://es.wikipedia.org/wiki/Ancho_de_banda_\(inform%C3%A1tica\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Ancho_de_banda_(inform%C3%A1tica)).

6. CAPITULO VI:

Anexo N° 01. Matriz de Consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p>Problema General ¿La utilización de redes neuronales podría mejorar la gestión del consumo de ancho de banda de internet en la Municipalidad Distrital de Belén; que permita satisfacer las necesidades reales y la demanda proyectada de los usuarios de las aplicaciones Web en un determinado periodo de tiempo?</p>	<p>Objetivos General Determinar si las redes neuronales podrían mejorar la gestión del consumo de ancho de banda de internet en la Municipalidad Distrital de Belén; que permita satisfacer las necesidades reales y la demanda proyectada de los usuarios de las aplicaciones Web en un determinado periodo de tiempo.</p>	<p>H1: Las redes neuronales artificiales mejoran la gestión del consumo de ancho de banda de internet en la Municipalidad Distrital de Belén, por su mejor capacidad de aprendizaje, predicción y menor tasa de error promedio porcentual.</p> <p>H0: Las redes neuronales artificiales no mejoran la gestión del consumo de ancho de banda de internet en la Municipalidad Distrital de Belén, por su mejor capacidad de aprendizaje, predicción y menor tasa de error promedio porcentual.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Variable independiente (X): Redes Neuronales Artificiales. Variables dependientes (Y): Consumo de Ancho de Banda De Internet. 	<ul style="list-style-type: none"> Entrenamiento / Aprendizaje. Predicción Error Promedio Porcentual 	<ul style="list-style-type: none"> Algoritmo de entrenamiento Algoritmo de Predicción Error Porcentual Absoluto Medio 	<p>El diseño general de la investigación será transaccional correlacional.</p> <p style="text-align: right;">O_x</p> <p style="text-align: center;">$M \quad r$</p> <p style="text-align: right;">O_y</p> <p>Dónde: M= Muestra O_x = Observación a la variable independiente: Redes Neuronales Artificiales. O_y = Observación a la variable dependiente: Consumo de Ancho de Banda de Internet. r = Posible asociación entre las variables.</p>
<p>Problemas Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Qué modelos de redes neuronales con menores iteraciones de aprendizaje podrían mejorar la eficiencia del consumo de internet en la Municipalidad Distrital de Belén? ¿Qué modelos de redes neuronales con menor porcentaje de error operativo podrían mejorar la eficiencia del consumo de internet en la Municipalidad Distrital de Belén? ¿Qué modelos de redes neuronales con mayor rapidez predictiva podrían mejorar la eficiencia del consumo de internet en la Municipalidad Distrital de Belén? 	<p>Objetivo Especifico</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar que modelos de redes neuronales con menores iteraciones de aprendizaje podrían mejorar la eficiencia del consumo de internet en la Municipalidad Distrital de Belén. Identificar que modelos de redes neuronales con menor porcentaje de error operativo podrían mejorar la eficiencia del consumo de internet en la Municipalidad Distrital de Belén. Establecer qué modelos de redes neuronales con mayor rapidez predictiva podrían mejorar la eficiencia del consumo de internet en la Municipalidad Distrital de Belén. 					

Tabla 13: Matriz de consistencia

Fuente: Elaboración Propio

Anexo N° 02. 27/03/2019 WAN | Informe | PRTG Network Monitor (SRVMONITOR)

27/3/2019 (005) WAN | Informe | PRTG Network Monitor (SRVMONITOR)

Informe para (005) WAN

Plazo de tiempo de informe: 22/12/2018 12:00:00 AM - 3/22/2019 12:00:00 AM

Tipo de sensor: SNMP trafico 32bit (30 s Intervalo)

Sonda, grupo, dispositivo: Local probe > Enlaces VPN - Firewalls > FGT_MASTER (_FORTINET_600C)

Estadísticas de tiempo disponible: Disponible: 99.999 % [363d 04h 09m 39s] Fallo: 0.001 % [06m 45s]

Estadísticas de petición: Bueno: 99.994 % [1045848] Fallo: 0.006 % [60]

Promedio (Trafico suma): 2,045 kbit/s

Total (Trafico suma): 7,813,092,915 KByte

ID	Fecha Hora	Trafico suma (volumen)	Trafico suma (velocidad)	Trafico in (volumen)	Trafico in (velocidad)	Trafico out (volumen)	Trafico out (velocidad)	Tiempo de Inactividad	Cobertura
1	12/1/2018 12:00:00 AM	19,784,532 KByte	1,877 kbit/s	17,014,515 KByte	1,614 kbit/s	2,770,016 KByte	263 kbit/s	0 %	100 %
2	12/2/2018 12:00:00 AM	6,737,707 KByte	639 kbit/s	5,554,905 KByte	527 kbit/s	1,182,803 KByte	112 kbit/s	0 %	100 %
3	12/3/2018 12:00:00 AM	40,536,784 KByte	3,860 kbit/s	35,376,821 KByte	3,369 kbit/s	5,159,962 KByte	491 kbit/s	0 %	100 %
4	12/4/2018 12:00:00 AM	36,377,757 KByte	3,452 kbit/s	29,068,068 KByte	2,758 kbit/s	7,309,689 KByte	694 kbit/s	0 %	100 %
5	12/5/2018 12:00:00 AM	37,351,244 KByte	3,544 kbit/s	28,482,925 KByte	2,703 kbit/s	8,868,319 KByte	842 kbit/s	0 %	100 %
6	12/6/2018 12:00:00 AM	39,445,080 KByte	3,743 kbit/s	30,923,317 KByte	2,934 kbit/s	8,521,763 KByte	809 kbit/s	0 %	100 %
7	12/7/2018 12:00:00 AM	41,954,579 KByte	3,981 kbit/s	33,471,748 KByte	3,176 kbit/s	8,482,832 KByte	805 kbit/s	0 %	100 %
8	12/8/2018 12:00:00 AM	9,906,430 KByte	940 kbit/s	6,318,640 KByte	599 kbit/s	3,587,790 KByte	340 kbit/s	0 %	100 %
9	12/9/2018 12:00:00 AM	7,631,011 KByte	724 kbit/s	4,189,727 KByte	397 kbit/s	3,441,285 KByte	326 kbit/s	0 %	100 %
10	12/10/2018 12:00:00 AM	30,281,697 KByte	2,874 kbit/s	20,813,678 KByte	1,975 kbit/s	9,468,019 KByte	898 kbit/s	0 %	100 %
11	12/11/2018 12:00:00 AM	32,346,645 KByte	3,070 kbit/s	23,784,378 KByte	2,257 kbit/s	8,562,267 KByte	813 kbit/s	0 %	100 %
12	12/12/2018 12:00:00 AM	46,741,237 KByte	4,436 kbit/s	37,580,542 KByte	3,566 kbit/s	9,160,696 KByte	869 kbit/s	0 %	100 %
13	12/13/2018 12:00:00 AM	37,270,692 KByte	3,538 kbit/s	27,875,426 KByte	2,646 kbit/s	9,395,266 KByte	892 kbit/s	0 %	100 %
14	12/14/2018 12:00:00 AM	34,126,593 KByte	3,238 kbit/s	25,539,252 KByte	2,424 kbit/s	8,587,341 KByte	815 kbit/s	0 %	100 %
15	12/15/2018 12:00:00 AM	20,666,439 KByte	1,960 kbit/s	14,910,875 KByte	1,414 kbit/s	5,755,564 KByte	546 kbit/s	0 %	100 %
16	12/16/2018 12:00:00 AM	7,959,084 KByte	755 kbit/s	4,308,208 KByte	409 kbit/s	3,650,875 KByte	346 kbit/s	0 %	100 %
17	12/17/2018 12:00:00 AM	31,568,341 KByte	2,996 kbit/s	22,145,681 KByte	2,102 kbit/s	9,422,660 KByte	894 kbit/s	0 %	100 %
18	12/18/2018 12:00:00 AM	44,477,732 KByte	4,221 kbit/s	35,255,254 KByte	3,346 kbit/s	9,222,478 KByte	875 kbit/s	0 %	100 %
19	12/19/2018 12:00:00 AM	38,060,904 KByte	3,613 kbit/s	29,034,402 KByte	2,756 kbit/s	9,026,502 KByte	857 kbit/s	0 %	100 %
20	12/20/2018 12:00:00 AM	49,106,620 KByte	4,708 kbit/s	40,844,111 KByte	3,916 kbit/s	8,262,509 KByte	792 kbit/s	0 %	100 %
21	12/21/2018 12:00:00 AM	38,405,485 KByte	3,643 kbit/s	31,181,667 KByte	2,958 kbit/s	7,223,817 KByte	685 kbit/s	0 %	100 %
22	12/22/2018 12:00:00 AM	21,918,042 KByte	2,079 kbit/s	17,750,932 KByte	1,684 kbit/s	4,167,110 KByte	395 kbit/s	0 %	100 %
23	12/23/2018 12:00:00 AM	10,506,752 KByte	997 kbit/s	8,266,188 KByte	784 kbit/s	2,240,564 KByte	213 kbit/s	0 %	100 %
24	12/24/2018 12:00:00 AM	19,549,139 KByte	1,854 kbit/s	14,706,520 KByte	1,395 kbit/s	4,842,619 KByte	459 kbit/s	0 %	100 %
25	12/25/2018 12:00:00 AM	4,503,179 KByte	427 kbit/s	2,445,899 KByte	232 kbit/s	2,057,279 KByte	195 kbit/s	0 %	100 %
26	12/26/2018 12:00:00 AM	24,706,097 KByte	2,344 kbit/s	18,387,412 KByte	1,745 kbit/s	6,318,685 KByte	600 kbit/s	0 %	100 %
27	12/27/2018 12:00:00 AM	40,922,206 KByte	3,883 kbit/s	32,846,599 KByte	3,117 kbit/s	8,075,607 KByte	766 kbit/s	0 %	100 %
28	12/28/2018 12:00:00 AM	51,352,474 KByte	4,873 kbit/s	44,353,057 KByte	4,209 kbit/s	6,999,417 KByte	664 kbit/s	0 %	100 %
29	12/29/2018 12:00:00 AM	26,188,984 KByte	2,484 kbit/s	22,078,335 KByte	2,094 kbit/s	4,110,649 KByte	390 kbit/s	0 %	100 %

30	12/30/2018 12:00:00 AM	7,255,199 KByte	688 kbit/s	5,424,254 KByte	514 kbit/s	1,830,945 KByte	174 kbit/s	0 %	100 %
31	12/31/2018 12:00:00 AM	34,354,929 KByte	3,259 kbit/s	28,027,427 KByte	2,659 kbit/s	6,327,502 KByte	600 kbit/s	0 %	98 %
32	1/1/2019 12:00:00 AM	5,145,728 KByte	488 kbit/s	3,019,685 KByte	286 kbit/s	2,126,042 KByte	202 kbit/s	0 %	100 %
33	1/2/2019 12:00:00 AM	23,525,022 KByte	2,232 kbit/s	17,530,598 KByte	1,663 kbit/s	5,994,424 KByte	569 kbit/s	0 %	100 %
34	1/3/2019 12:00:00 AM	35,429,171 KByte	3,362 kbit/s	27,756,459 KByte	2,634 kbit/s	7,672,712 KByte	728 kbit/s	0 %	100 %
35	1/4/2019 12:00:00 AM	36,031,354 KByte	3,422 kbit/s	21,331,472 KByte	2,026 kbit/s	14,699,882 KByte	1,396 kbit/s	0 %	100 %
36	1/5/2019 12:00:00 AM	18,438,477 KByte	1,749 kbit/s	12,596,773 KByte	1,195 kbit/s	5,841,704 KByte	554 kbit/s	0 %	100 %
37	1/6/2019 12:00:00 AM	6,034,284 KByte	572 kbit/s	4,200,491 KByte	398 kbit/s	1,833,793 KByte	174 kbit/s	0 %	100 %
38	1/7/2019 12:00:00 AM	23,388,042 KByte	2,219 kbit/s	17,009,843 KByte	1,614 kbit/s	6,378,199 KByte	605 kbit/s	0 %	100 %
39	1/8/2019 12:00:00 AM	28,192,875 KByte	2,675 kbit/s	20,783,525 KByte	1,972 kbit/s	7,409,350 KByte	703 kbit/s	0 %	100 %
40	1/9/2019 12:00:00 AM	33,948,135 KByte	3,220 kbit/s	27,628,352 KByte	2,621 kbit/s	6,319,783 KByte	600 kbit/s	0 %	100 %
41	1/10/2019 12:00:00 AM	27,663,482 KByte	2,625 kbit/s	21,401,435 KByte	2,031 kbit/s	6,262,046 KByte	594 kbit/s	0 %	100 %
42	1/11/2019 12:00:00 AM	30,108,106 KByte	2,856 kbit/s	23,805,560 KByte	2,258 kbit/s	6,302,546 KByte	598 kbit/s	0 %	100 %
43	1/12/2019 12:00:00 AM	17,386,073 KByte	1,649 kbit/s	13,440,266 KByte	1,275 kbit/s	3,945,807 KByte	374 kbit/s	0 %	100 %
44	1/13/2019 12:00:00 AM	5,575,011 KByte	529 kbit/s	3,155,745 KByte	299 kbit/s	2,419,265 KByte	229 kbit/s	0 %	100 %
45	1/14/2019 12:00:00 AM	25,641,073 KByte	2,433 kbit/s	18,423,853 KByte	1,748 kbit/s	7,217,219 KByte	685 kbit/s	0 %	100 %
46	1/15/2019 12:00:00 AM	28,213,881 KByte	2,688 kbit/s	21,016,982 KByte	2,002 kbit/s	7,196,899 KByte	686 kbit/s	0 %	100 %
47	1/16/2019 12:00:00 AM	32,282,058 KByte	3,063 kbit/s	24,954,045 KByte	2,368 kbit/s	7,328,013 KByte	695 kbit/s	0 %	100 %
48	1/17/2019 12:00:00 AM	29,221,374 KByte	2,773 kbit/s	21,544,092 KByte	2,044 kbit/s	7,677,282 KByte	729 kbit/s	0 %	100 %
49	1/18/2019 12:00:00 AM	30,589,542 KByte	2,903 kbit/s	23,503,183 KByte	2,230 kbit/s	7,086,358 KByte	672 kbit/s	0 %	100 %
50	1/19/2019 12:00:00 AM	31,064,837 KByte	2,947 kbit/s	26,772,447 KByte	2,540 kbit/s	4,292,390 KByte	407 kbit/s	0 %	100 %
51	1/20/2019 12:00:00 AM	6,345,743 KByte	602 kbit/s	4,343,880 KByte	412 kbit/s	2,001,863 KByte	190 kbit/s	0 %	100 %
52	1/21/2019 12:00:00 AM	30,839,567 KByte	2,990 kbit/s	21,731,602 KByte	2,107 kbit/s	9,107,965 KByte	883 kbit/s	0 %	100 %
53	1/22/2019 12:00:00 AM	34,747,067 KByte	3,296 kbit/s	27,049,696 KByte	2,566 kbit/s	7,697,371 KByte	730 kbit/s	0 %	100 %
54	1/23/2019 12:00:00 AM	25,931,885 KByte	2,461 kbit/s	19,184,480 KByte	1,821 kbit/s	6,747,405 KByte	640 kbit/s	0 %	100 %
55	1/24/2019 12:00:00 AM	34,087,896 KByte	3,235 kbit/s	26,375,764 KByte	2,503 kbit/s	7,712,132 KByte	732 kbit/s	0 %	100 %
56	1/25/2019 12:00:00 AM	32,592,063 KByte	3,093 kbit/s	25,661,960 KByte	2,435 kbit/s	6,930,103 KByte	658 kbit/s	0 %	100 %
57	1/26/2019 12:00:00 AM	17,013,338 KByte	1,614 kbit/s	12,702,455 KByte	1,205 kbit/s	4,310,884 KByte	409 kbit/s	0 %	100 %
58	1/27/2019 12:00:00 AM	5,395,497 KByte	512 kbit/s	2,930,101 KByte	278 kbit/s	2,465,396 KByte	234 kbit/s	0 %	100 %
59	1/28/2019 12:00:00 AM	32,782,626 KByte	3,111 kbit/s	23,792,984 KByte	2,258 kbit/s	8,989,642 KByte	853 kbit/s	0 %	100 %

Anexo N° 02. 27/03/2019 WAN | Informe | PRTG Network Monitor
(SRVMONITOR)

ID	Fecha Hora	Trafico suma (volumen)	Trafico suma (velocidad)	Trafico in (volumen)	Trafico in (velocidad)	Trafico out (volumen)	Trafico out (velocidad)	Tiempo de Inactividad	Cobertura
60	1/29/2019 12:00:00 AM	34,987,233 KByte	3,321 kbit/s	25,148,742 KByte	2,387 kbit/s	9,838,492 KByte	934 kbit/s	0 %	100 %
61	1/30/2019 12:00:00 AM	37,314,431 KByte	3,541 kbit/s	28,394,927 KByte	2,695 kbit/s	8,919,504 KByte	846 kbit/s	0 %	100 %
62	1/31/2019 12:00:00 AM	42,065,855 KByte	3,992 kbit/s	33,971,657 KByte	3,224 kbit/s	8,094,197 KByte	768 kbit/s	0 %	100 %
63	2/1/2019 12:00:00 AM	67,015,214 KByte	6,370 kbit/s	29,733,913 KByte	2,827 kbit/s	37,281,301 KByte	3,544 kbit/s	0 %	100 %
64	2/2/2019 12:00:00 AM	23,074,938 KByte	2,189 kbit/s	16,832,563 KByte	1,597 kbit/s	6,242,375 KByte	592 kbit/s	0 %	100 %
65	2/3/2019 12:00:00 AM	7,248,249 KByte	688 kbit/s	4,263,499 KByte	404 kbit/s	2,984,750 KByte	283 kbit/s	0 %	100 %
66	2/4/2019 12:00:00 AM	37,088,249 KByte	3,519 kbit/s	27,445,651 KByte	2,604 kbit/s	9,642,598 KByte	915 kbit/s	0 %	100 %
67	2/5/2019 12:00:00 AM	36,042,814 KByte	3,437 kbit/s	21,735,239 KByte	2,073 kbit/s	14,307,574 KByte	1,364 kbit/s	0 %	100 %
68	2/6/2019 12:00:00 AM	32,708,692 KByte	3,104 kbit/s	24,008,525 KByte	2,278 kbit/s	8,700,166 KByte	826 kbit/s	0 %	100 %
69	2/7/2019 12:00:00 AM	28,215,622 KByte	2,678 kbit/s	18,503,008 KByte	1,756 kbit/s	9,712,614 KByte	922 kbit/s	0 %	100 %
70	2/8/2019 12:00:00 AM	28,441,266 KByte	2,699 kbit/s	20,259,912 KByte	1,923 kbit/s	8,181,354 KByte	776 kbit/s	0 %	100 %
71	2/9/2019 12:00:00 AM	20,709,331 KByte	1,965 kbit/s	15,460,409 KByte	1,467 kbit/s	5,248,922 KByte	498 kbit/s	0 %	100 %
72	2/10/2019 12:00:00 AM	6,666,118 KByte	632 kbit/s	3,307,514 KByte	314 kbit/s	3,358,604 KByte	319 kbit/s	0 %	100 %
73	2/11/2019 12:00:00 AM	27,737,168 KByte	2,632 kbit/s	19,224,947 KByte	1,824 kbit/s	8,512,221 KByte	808 kbit/s	0 %	100 %
74	2/12/2019 12:00:00 AM	33,676,214 KByte	3,198 kbit/s	19,247,332 KByte	1,828 kbit/s	14,428,882 KByte	1,370 kbit/s	0 %	100 %
75	2/13/2019 12:00:00 AM	33,610,604 KByte	3,189 kbit/s	24,692,985 KByte	2,343 kbit/s	8,917,619 KByte	846 kbit/s	0 %	100 %
76	2/14/2019 12:00:00 AM	24,475,943 KByte	2,322 kbit/s	17,840,083 KByte	1,692 kbit/s	6,635,860 KByte	629 kbit/s	0 %	100 %
77	2/15/2019 12:00:00 AM	21,243,433 KByte	2,016 kbit/s	14,131,531 KByte	1,341 kbit/s	7,111,902 KByte	675 kbit/s	0 %	100 %
78	2/16/2019 12:00:00 AM	14,189,831 KByte	1,346 kbit/s	9,207,061 KByte	873 kbit/s	4,982,770 KByte	473 kbit/s	0 %	100 %
79	2/17/2019 12:00:00 AM	7,250,776 KByte	688 kbit/s	4,630,513 KByte	439 kbit/s	2,620,263 KByte	249 kbit/s	0 %	100 %
80	2/18/2019 12:00:00 AM	35,606,651 KByte	3,379 kbit/s	26,500,583 KByte	2,515 kbit/s	9,106,068 KByte	864 kbit/s	0 %	100 %
81	2/19/2019 12:00:00 AM	34,628,517 KByte	3,286 kbit/s	25,155,409 KByte	2,387 kbit/s	9,473,108 KByte	899 kbit/s	0 %	100 %
82	2/20/2019 12:00:00 AM	44,653,863 KByte	4,237 kbit/s	35,522,862 KByte	3,371 kbit/s	9,131,001 KByte	866 kbit/s	0 %	100 %
83	2/21/2019 12:00:00 AM	27,687,313 KByte	2,627 kbit/s	19,383,889 KByte	1,839 kbit/s	8,303,423 KByte	788 kbit/s	0 %	100 %
84	2/22/2019 12:00:00 AM	27,621,147 KByte	2,622 kbit/s	18,300,841 KByte	1,737 kbit/s	9,320,306 KByte	885 kbit/s	0 %	100 %
85	2/23/2019 12:00:00 AM	17,149,565 KByte	1,627 kbit/s	11,915,955 KByte	1,130 kbit/s	5,233,610 KByte	496 kbit/s	0 %	100 %
86	2/24/2019 12:00:00 AM	6,708,870 KByte	636 kbit/s	3,811,870 KByte	362 kbit/s	2,896,999 KByte	275 kbit/s	0 %	100 %
87	2/25/2019 12:00:00 AM	28,762,825 KByte	2,729 kbit/s	18,472,485 KByte	1,753 kbit/s	10,290,340 KByte	977 kbit/s	0 %	100 %
88	2/26/2019 12:00:00 AM	35,982,877 KByte	3,415 kbit/s	27,006,769 KByte	2,563 kbit/s	8,976,109 KByte	852 kbit/s	0 %	100 %
89	2/27/2019 12:00:00 AM	34,932,762 KByte	3,315 kbit/s	25,450,241 KByte	2,415 kbit/s	9,482,521 KByte	900 kbit/s	0 %	100 %
90	2/28/2019 12:00:00 AM	43,216,931 KByte	4,103 kbit/s	33,342,834 KByte	3,165 kbit/s	9,874,097 KByte	937 kbit/s	0 %	100 %

Anexo N° 03. MAPE1

	DIAS	1	2	3	4	5	6	7	8
	CONSUMO ANCHO BANDA	38.66	34.69	35.62	37.62	40.01	28.88	30.85	44.58
v3	ERROR	0.072005777	0.01780351	0.000722638	-0.000139354	-0.007067758	-0.001579375	-0.021214207	-0.046680214
	MAPE	0.1862593	0.05131799	0.00202869	0.000370447	0.017664534	0.005468962	0.068769755	0.104720703
	TOTAL MAPE	5.4337108213							
v2	ERROR	-1.45357E-05	9.12653E-07	-0.000001221	1.9408E-07	7.1945E-06	-4.3065E-06	-1.2432E-06	-2.2279E-06
	MAPE	3.76E-05	2.63069E-06	3.42776E-06	5.15927E-07	1.79813E-05	1.49123E-05	4.03006E-06	4.99799E-06
	TOTAL MAPE	0.0021697848							
v1	ERROR	-0.251810437	0.033882284	-0.038962159	0.01242764	-0.021271334	-0.045776914	0.008636372	0.024543685
	MAPE	0.651364894	0.097664487	0.109379984	0.03303663	0.05316371	0.158513484	0.02799639	0.055060415
	TOTAL MAPE	6.9060632997							

Anexo N° 03. MAPE2

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
35.54	32.55	30.11	42.42	36.30	46.83	36.63	18.64	23.56	39.03
-0.010281015	0.044516836	0.024397396	0.016912644	-0.01022609	-0.022413662	-0.002596161	0.008649817	0.028689033	-0.00224159
0.028924671	0.136782732	0.081038543	0.03987207	0.028172827	0.04786	0.007088238	0.046395855	0.121761974	0.00574377
-6.9263E-07	9.602E-07	-1.1788E-60	-8.9292E-07	-7.5258E-07	7.8092E-07	-8.9096E-07	-2.948E-07	-2.1098E-06	-5.0043E-06
1.94865E-06	2.95032E-06	3.91551E-60	2.10509E-06	2.07335E-06	1.6675E-06	2.43257E-06	1.58125E-06	8.95441E-06	1.28228E-05
-0.005435326	0.006099797	0.00423495	0.034205127	-0.003632794	0.053965843	-0.005768636	-0.193697256	0.014302569	-0.049763
0.015291781	0.018742277	0.014066838	0.080639623	0.010008329	0.115233521	0.015749971	1.038952631	0.060702953	0.127510928

Anexo N° 03. MAPE3

19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
48.97	32.76	22.44	33.79	34.36	22.30	26.89	32.38	26.38	28.71	24.45
-0.061275679	-0.010274666	-0.006840092	0.035405497	0.011833118	0.001062618	-0.010501149	0.023676329	-0.491478145	-0.011410084	-0.002442621
0.125119982	0.031360182	0.030488204	0.104787535	0.034436463	0.004764126	0.039056866	0.07313047	1.862933188	0.039737936	0.009988951
2.1717E-06	0.00000168	-1.1241E-06	2.0813E-06	-1.7203E-06	3.3831E-06	-8.5363E-07	2.2306E-06	0.00049	-7.2108E-07	-2.4196E-06
4.43444E-06	5.12767E-06	5.01043E-06	6.1599E-06	5.00638E-06	1.51677E-05	3.1749E-06	6.88979E-06	0.00185733	2.51131E-06	9.89481E-06
-0.008229618	-0.024129575	-0.036349363	0.024244893	0.087307105	-0.02163997	-0.027222009	-0.03225338	0.16345318	0.073292153	0.019664973
0.016804215	0.073647928	0.162019274	0.071756161	0.254079085	0.097020312	0.101246665	0.099622911	0.619564382	0.255254824	0.080418705

Anexo N° 03. MAPE4

30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
26.91	30.79	27.87	29.17	29.41	33.14	24.73	32.51	31.08	31.26	33.37
0.014907909	0.016052184	0.006656216	-0.002474518	-0.013906385	-0.010578666	-0.013906385	-0.010281015	0.044516836	-0.009228255	0.01780351
0.055405619	0.052140216	0.02388508	0.008482376	0.047283095	0.031923658	0.056231554	0.031625375	0.143222864	0.02951724	0.05335756
8.2712E-07	1.2595E-07	2.4421E-06	-0.000001629	-9.5472E-07	-6.694E-07	-9.5472E-07	-6.9263E-07	9.602E-07	-1.0076E-06	9.1265E-07
3.07401E-06	4.09107E-07	8.7632E-06	5.58403E-06	3.24614E-06	2.02007E-06	3.86048E-06	2.1306E-06	3.08923E-06	3.22288E-06	2.7352E-06
0.032989467	0.027547351	0.033900342	-0.000484118	-0.009885415	-0.020476837	-0.009885415	-0.005435326	0.006099797	-0.032578643	0.03388228
0.122606187	0.089478468	0.12164755	0.001659503	0.033611395	0.061793763	0.039972446	0.016719579	0.019624719	0.104205144	0.10154604

Anexo N° 03. MAPE5

41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
35.59	40.12	63.91	35.37	34.37	31.19	26.91	27.12	26.45	32.12	32.05
0.014617791	-0.007738103	-0.003468231	-0.006166704	0.013825843	-0.265519421	-0.014150094	-0.016826448	-0.010501149	-0.030189055	0.007411247
0.04107758	0.019288778	0.005426684	0.017434788	0.04022285	0.851202769	0.052585937	0.06203595	0.039698549	0.093999635	0.023121439
2.2457E-06	9.9312E-07	-1.1967E-06	-4.239E-07	6.8766E-07	9.2095E-08	8.7322E-07	-1.2002E-06	-8.5363E-07	-4.4769E-07	7.0085E-07
6.31066E-06	2.47555E-06	1.87246E-06	1.19847E-06	2.00058E-06	2.95238E-07	3.24514E-06	4.42491E-06	3.22706E-06	1.39397E-06	2.1865E-06
0.03201697	0.000105736	-0.038464333	-0.00043452	0.025450663	-0.033634187	-0.004569486	-0.013577217	-0.027222009	0.001524254	-0.01638828
0.08997116	0.000263569	0.060184507	0.001228495	0.074042373	0.107824553	0.016981562	0.050056645	0.102910094	0.004746067	0.051127785

Anexo N° 03. MAPE6

52	53	54	55	56	57	58	59	60
23.34	20.26	33.96	33.02	42.59	26.40	26.34	27.43	34.32
-0.013719937	0.002071907	0.016331128	0.013623852	0.016912644	0.001830726	-0.011410084	-0.002596161	0.020835178
0.0587777	0.010226935	0.048093342	0.041253989	0.0397148	0.006933341	0.043315869	0.00946455	0.060715732
4.0587E-07	-4.8613E-06	-9.8303E-07	-1.6479E-06	8.9292E-07	-4.2342E-06	-7.1208E-07	-8.9096E-07	-6.7833E-07
1.73879E-06	2.39954E-05	2.89491E-06	4.98996E-06	2.09678E-06	1.60358E-05	2.70325E-06	3.24808E-06	1.97672E-06
-0.005594322	-0.05485154	-0.0321939	0.084871072	0.034205127	0.023706293	0.073292153	-0.005768636	-0.001187874
0.023966685	0.270747252	0.094807432	0.256995612	0.080321551	0.08978065	0.278237515	0.021030107	0.003461582