

DESARROLLO DE UN MODELO QUE MEJORE LA EFICIENCIA DE LA PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE LOS FONDOS PRESUPUESTARIOS DE LAS JEFATURAS ADMINISTRATIVAS Y LOGÍSTICAS DEL EJÉRCITO

Fecha de recepción: 28 de diciembre de 2022

Fecha de aceptación: 28 de febrero de 2023

TTE. Seichi Shinya Gálvez ¹

Resumen: *El presente artículo plantea el problema generado por la ineficiente proyección de la planificación de los fondos presupuestarios de las unidades dependientes de la Jefatura Administrativa y Logística (JAL) del Campo Militar "La Reina" (CMLR).*

El objetivo es otorgar una alternativa de solución, mediante el desarrollo de un modelo que permita realizar la proyección de la demanda de los fondos presupuestarios de la JAL CMLR, consecuente con ello, extender la utilización en todas las JALs de la Institución. Lo anterior, debido a que se utilizó como unidad piloto y de estudio la JAL CMLR.

Para su elaboración, se utilizó una investigación descriptiva, analítica, correlacional y exploratoria; un marco teórico con los conceptos esenciales y un diagnóstico de la situación actual del problema planteado. Posterior a ello, se alcanzó mejoras a través de herramientas de análisis para finalizar con el desarrollo del modelo.

Palabras clave: *proyección de la demanda, modelo, metodología.*

DEVELOPMENT OF A MODEL TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF PROJECTING THE DEMAND FOR BUDGETARY FUNDS FOR THE ADMINISTRATIVE AND LOGISTICAL COMMANDS OF THE ARMY

Abstract: *This article approaches the problem generated by the inefficient projection of the planning of budgetary funds for units dependent on the Administrative and Logistics Headquarters (JAL) of the "La Reina" Military Camp (CMLR).*

The objective is to provide an alternative solution, through the development of a model that allows the projection of the demand of the budget funds of the CMLR JAL and consequently, to provide the use in all the JALs of the Institution. This is due to the fact that the CMLR JAL was used as a pilot and study unit.

For its elaboration, a descriptive, analytical, correlational and exploratory research was used; a theoretical framework with the essential concepts and a diagnosis of the current situation of the problem posed. Subsequently, improvements were achieved through analysis tools to finalize the development of the model.

Key Words: *demand projection, model, methodology.*

¹ Ingeniero Politécnico Militar mención Abastecimiento y Finanzas. Actualmente se desempeña como jefa de Finanzas de la Macro Zona de Salud "Concepción". Correo: seishi.shinyag@gmail.com

1. INTRODUCCIÓN

El Ejército de Chile cuenta con cinco áreas de misión,¹ dentro de las cuales se encuentra “Defensa de la soberanía e integridad territorial”. Ubicada en esta categoría, la institución posee cuatro funciones matrices: planificar, accionar, preparar y sostener. En esta última, se sitúan las doce jefaturas administrativas y logísticas (D-10001, 2017).

La unidad en estudio del presente boletín corresponde a la JAL CMLR, ubicada en la ciudad de Santiago, perteneciente a la Fuerza Generadora. Su orgánica está compuesta por secciones logísticas y administrativas que tienen por misión planificar, ejecutar y controlar en forma centralizada las actividades administrativas, logísticas y de seguridad militar, correspondientes a las unidades acantonadas en el Campo Militar “La Reina” (RAO-02202, 2017).

Para cumplir con su misión, la unidad requiere del adecuado uso de los recursos asignados. Por ende, es primordial planificar de manera eficaz y eficiente la demanda, considerando las variables que influyen en el proceso.

En este contexto, el procedimiento de la planificación presupuestaria que actualmente utiliza la JAL en los procesos financieros no está exento de dificultades, ejemplificándose en la necesidad constante de solicitar traspasos de recursos, ya sea desde el Departamento de Finanzas o de la Dirección de Finanzas del Ejército (DIFE), evidenciando un problema de ineficiente proyección de la planificación de los fondos presupuestarios, causa directa de una inadecuada proyección de la demanda y, por ende, una errónea distribución de los recursos a las unidades dependientes financieramente de la JAL CMLR, en gastos de funcionamiento.

La necesidad de tener una eficiente planificación presupuestaria que cumpla con los objetivos trazados y dispuestos por el escalón superior y la reglamentación vigente para un adecuado uso de los recursos financieros, es decir, ejecutarlos según la asignación presupuestaria otorgada, deriva en que el objetivo de este proceso investigativo sea desarrollar un modelo que permita realizar la proyección de la demanda de los fondos presupuestarios de la JAL CMLR.

2. DESARROLLO

La JAL CMLR debe administrar e invertir los recursos presupuestarios asignados para el funcionamiento y las actividades de apoyo de la Jefatura y autorizar la inversión de fondos para la adquisición de bienes y servicios, conforme al marco presupuestario de la Ley de Presupuesto (RAO-02202, 2017).

¹ Las áreas de misión se encuentran detalladas en <https://www.ejercito.cl/areas-de-mision>.

Posterior a definir el problema de investigación como “el desafío de la proyección de la planificación de los fondos presupuestarios de las unidades dependientes de la JAL Campo Militar “La Reina””, el estudio se centra en mejorar la eficiencia de la proyección de la demanda, para lo cual se establece como objetivo general “desarrollar un modelo que mejore la eficiencia de la proyección de la demanda de los fondos presupuestarios de las jefaturas administrativas y logísticas del Ejército”, y cuatro objetivos específicos, que se resuelven secuencialmente, como se detalla en la figura N° 1.

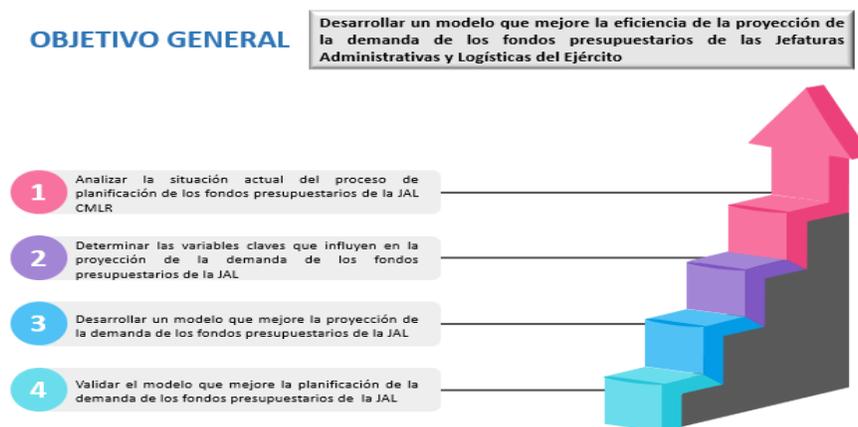


Figura N° 1: Objetivo general y objetivos específicos.

Fuente: Elaboración propia (2022).

Para comprender de mejor manera el problema, se procedió a definir los conceptos claves y fundamentales para el desarrollo de la investigación, con el fin de instaurar normas que guíen el desarrollo del modelo.

La palabra *modelo* según la Real Academia Española (RAE), se define como un “*Esquema teórico, generalmente en forma matemática, de un sistema o de una realidad compleja, como la evolución económica de un país, que se elabora para facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento*” (RAE, 2022).

Por otro lado, Guasch (2002) define *modelo* como “*La descripción de las características de interés de un sistema se conoce como modelo del sistema, y el proceso de abstracción: modelado*”.

Con respecto a *eficiencia*, según la RAE, es la “*Capacidad de lograr los resultados deseados con el mínimo posible de recursos*” (RAE, 2022).

Por otro lado, *demanda* se define, según el Reglamento de Logística del Ejército RDL-20001, como “*Las necesidades logísticas que la fuerza quiere satisfacer*” (RDL-20001, 2021). En el ámbito financiero, se refiere a las necesidades determinadas por pxq , donde p corresponde

al valor unitario en pesos y q a la cantidad específica del bien y/o servicio; la unidad de medida de la fórmula es otorgada en pesos.

Los *fondos presupuestarios* o *presupuesto público*, según la Dirección de Presupuestos (DIPRES), se define como la “*Estimación financiera de los ingresos y gastos de las instituciones del Sector Público por el plazo de un año, para poder cumplir con los compromisos del gobierno para cada sector y cartera de trabajo*” (Dirección de Presupuestos, s.f.).

Finalmente, *variable* se define, según la RAE, como “*Magnitud que puede tener un valor cualquiera de los comprendidos en su conjunto*” (RAE, 2022).

2.1. Análisis de la situación actual

La JAL CMLR tiene como misión financiera recopilar la totalidad de las planificaciones financieras de las unidades del Campo Militar “La Reina” y comunicarlas al escalón superior.

Para la recopilación de antecedentes, se empleó diferentes métodos de obtención de información como: reuniones de trabajo, entrevistas en profundidad, observación y revisión de documentos (Hernández, 2014).

En la entrevista realizada al jefe de la Sección Finanzas de la JAL CMLR, se logró identificar los documentos matrices para el desarrollo de la planificación presupuestaria, los cuales se mencionan a continuación:

- Ley de Presupuesto del Sector Público año 2018-2021.²
- Informes presupuestarios emanados por el SIFIE 2.0.³
- Planillas Excel entregadas por la DIFE usadas para el desarrollo de la formulación presupuestaria.

Además, fue posible evidenciar que la metodología estipulada para la planificación de la demanda se basa en las planillas Excel (mencionadas anteriormente), para la solicitud de las unidades del CMLR, en datos históricos, nuevas necesidades y en el presupuesto de continuidad.

El proceso comienza en la JAL CMLR, con la recepción del oficio emanado por la DIFE, que otorga las directrices necesarias para la planificación financiera. Una vez recibido el documento, se envía copia informativa a las unidades del campo militar, con el fin de calcular

² Dirección de Presupuestos. Ley de Presupuestos del Sector Público año 2018-2022.

³ Análisis comparativo por programa.

la demanda para el próximo año, proceso realizado de manera individual y centralizado posteriormente por la JAL CMLR.

Para el cálculo de la demanda (monto total en pesos), las unidades, en primera instancia, se basan en el marco otorgado por la DIFE, que generalmente corresponde a un presupuesto de continuidad; posterior a ello, realizan cotizaciones en Mercado Público (bienes y servicios); una vez completados los antecedentes de manera autónoma, la JAL CMLR compila los datos entregados y completa los anexos Excel entregados por la DIFE, para después enviar la planificación presupuestaria desarrollada para el año n+1. Cabe destacar que para determinar el pxq, cada unidad debe considerar la planificación estratégica y los objetivos relacionados al nivel en el cual se inserta, hecho que se utiliza como *input* para determinar la necesidad y luego establecer la demanda en pesos.

Una vez iniciado el siguiente periodo, la DIFE ingresa en el SIFIE 2.0 la asignación presupuestaria para el año en curso, lo que se materializa mediante un oficio que informa la carga presupuestaria a la JAL. Consecutivamente, se realiza una reunión presidida por el jefe de la JAL y desarrollada con todos los comandantes de las unidades del Campo Militar “La Reina”, con el fin de distribuir de manera equitativa los fondos asignados, según planificación del año anterior, lo que se detalla en la figura N° 2.

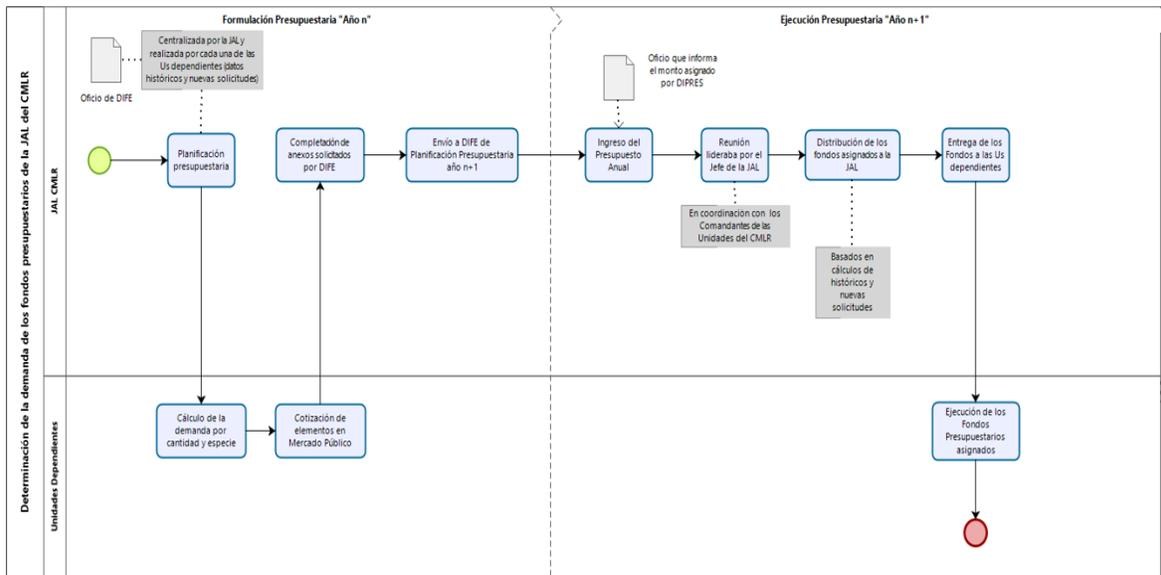


Figura N° 2: Proceso de Planificación Presupuestaria JAL CMLR.

Fuente: Elaboración propia basada en la información otorgada por el jefe de la Sección Finanzas de la JAL CMLR (2022).

Para la determinación de variables, se utilizó el método de obtención de información: “encuestas al personal involucrado en el proceso y observación de las planificaciones

presupuestarias del periodo 2018-2021”, determinándose las siguientes variables que influyen en el proceso de planificación de la demanda de los fondos presupuestarios:

1. *Fuerza del personal*: es la cantidad de personal que participa en las actividades propias de la unidad.
2. *Existencia año anterior*: corresponde a los elementos no utilizados en un periodo presupuestario, que son traspasados físicamente a periodos presupuestarios posteriores, tales como elementos de escritorio, materiales de construcción, insumos computacionales y elementos de aseo.
3. *Permanentes y nuevas necesidades*: permanentes son los elementos, servicios y actividades que permanentemente son realizadas en un periodo presupuestario, como materiales, mantenimientos, arriendos y servicios; y nuevas necesidades son aquellas que no son utilizadas constantemente.
4. *Permanentes y nuevos mantenimientos*: permanentes son aquellos que permanentemente son realizados en un periodo presupuestario; y nuevos son aquellos que no son utilizados constantemente.
5. *Comisiones de servicio*: corresponde al desempeño de funciones ajenas al cargo, en el mismo órgano o servicio público o en otro distinto, tanto en el territorio nacional como en el extranjero (DFL N° 29, 2005).
6. *Asignación presupuestaria periodo anterior*: La asignación presupuestaria es definida como: "Recursos comunicados y aprobados a la Institución para el año en curso, de acuerdo con la priorización de actividades formuladas y a las misiones y cometidos dispuestos por el CJE mediante documentos ejecutivos tales" (Dirección de Finanzas, 2022), por lo tanto, la asignación presupuestaria del periodo anterior corresponde a la definición antes mencionada en el periodo n-1.
7. *Costos de los productos*: según la RAE, es la cantidad que se da o se paga por algo. (RAE, 2022).
8. *Ejecución real del periodo anterior*: se define ejecución real como: "Gastos efectuados durante un periodo presupuestario, cuya finalidad es analizar el grado de cumplimiento de las tareas financiadas con recursos presupuestarios, considerando para ello los objetivos y metas fijados" (Dirección de Finanzas, 2022), por lo tanto, la ejecución real del periodo anterior corresponde a la definición antes mencionada en el periodo n-1.

Tomando en consideración las variables descritas anteriormente, se seleccionaron aquellas referentes al proceso de levantamiento de la demanda de los fondos presupuestarios, como sigue:

1. Existencia año anterior
2. Fuerza del personal
3. Costo de los productos
4. Demanda permanente
5. Demanda nueva
6. Comisiones de servicio
7. Asignación presupuestaria periodo anterior
8. Ejecución real del periodo anterior

Con el objetivo de analizar las variables anteriormente expuestas, se utilizó el método Matriz de Impactos Cruzados Multiplicación Aplicada (MICMAC), que describe un sistema a través de una matriz que relaciona y clasifica todos sus elementos constitutivos, teniendo por objetivo determinar las principales variables influyentes (esenciales) y dependientes (Morales, 2014).

Respecto a lo anterior, la secuencia de tareas a realizar para la identificación de las variables principales consistió en: reconocer el listado de variables, describir las relaciones entre las variables y finalmente seleccionar las variables con mayor influencia. El resultado se detalla a continuación:

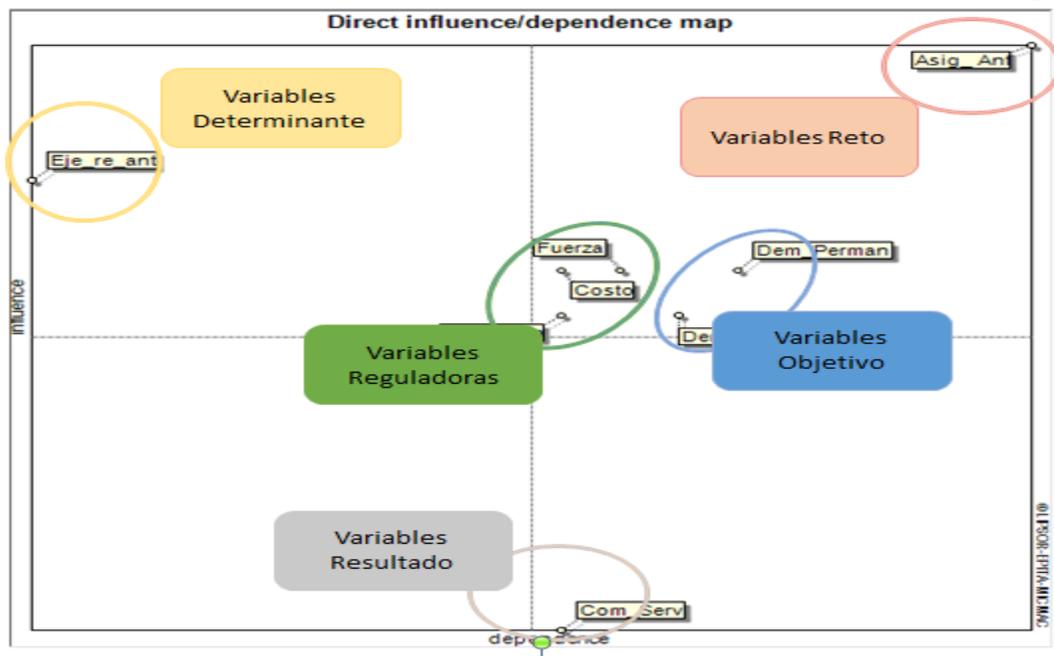


Figura N° 3: Mapa de influencia de dependencias directas entre las variables.

Fuente: Elaboración propia (2022).

La distribución, según las características definidas por MICMAC, es:

La *asignación presupuestaria del año anterior* corresponde a una variable clave por ser muy dependiente y por perturbar el funcionamiento normal del sistema.

Con respecto a la *ejecución real* del año anterior se considera determinante, porque es el “freno” o “acelerador” para el sistema.

El *costo de los productos, fuerza de la unidad* y la *existencia del año anterior* son variables reguladoras, porque determinan el buen funcionamiento del sistema en condiciones normales.

En cuanto a la *demanda nueva y permanente* se consideran variables objetivos porque son muy dependientes y se puede influir sobre ellas para conseguir el objetivo deseado.

Finalmente, las *comisiones de servicio* se consideran variables resultado por su bajo movimiento y alta dependencia.

2.2. Determinación de variables claves

Una vez obtenido el porcentaje de influencia de cada una de las variables en la matriz del *software* MICMAC, se procedió a utilizar la técnica de selección del 25% del total de datos analizados (Hernández, 2014), que consiste en seleccionar el 25% de los elementos estudiados para algún fin previamente determinado.

Al realizar el cálculo anteriormente mencionado de las variables con mayor puntuación del conjunto de ocho elementos, se determinó que las variables con influencia considerable en el proceso son: *asignación presupuestaria del año anterior* y *ejecución real del año anterior*; conforme se muestra en la siguiente figura:

Variables que influyen en la Planificación Presupuestaria

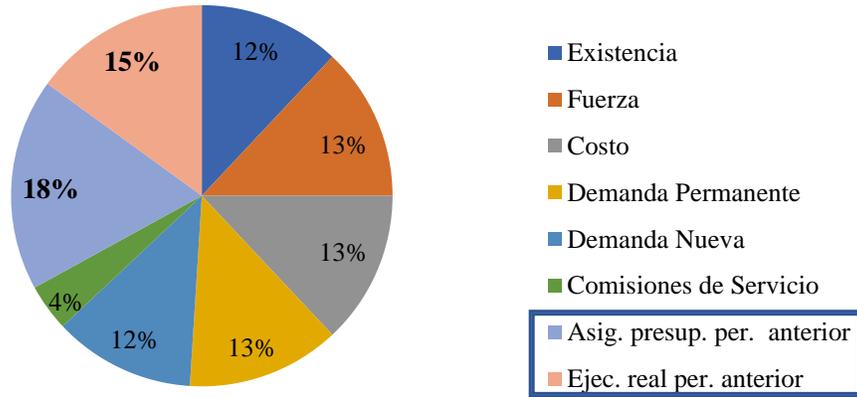


figura N° 4: Selección de variables influyentes en el proceso.
Fuente: Elaboración propia (2022).

Para validar las dos variables con mayor influencia en el proceso de proyección de la demanda, se conformó un panel de expertos con determinados criterios, que se obtuvieron de las “Orientaciones metodológicas para la elaboración de perfiles de terceros niveles jerárquicos en los servicios públicos” (Ministerio de Hacienda, 2007).

Identificación	Aspecto	Perfil de Expertos
A	Título profesional específico	Oficial del Ejército de Chile con título de Ingeniero Politécnico Militar
B	Capacitación requerida	Que se desempeñe o se haya desempeñado con un mínimo de cinco años en puestos relacionados con la planificación presupuestaria
C	Otros	Que conozca metodologías y/o modelos utilizados para la determinación de la demanda (planificación presupuestaria)

Tabla N° 1: Criterios del panel de expertos.

Fuente: Ministerio de Hacienda (2007). Orientaciones metodológicas para la elaboración de perfiles de terceros niveles jerárquicos en los servicios públicos. Santiago.

En base a la encuesta realizada al panel y fundamentada en el libro “La gestión del conocimiento como ventaja competitiva para las agencias de viajes y turismo en la nueva cadena de distribución turística” (Loggiodice, 2010), se validó ambas variables, asignación presupuestaria del año anterior y ejecución real del año anterior, como los elementos con mayor influencia en el proceso, según los criterios:

N°	Criterio	Concepto
1.	Conceptualización	Se define en la forma de cómo se analizan y aplican los conceptos y teorías para el desarrollo de las variables propuestas

2.	Aplicabilidad	Se refiere a la capacidad que tienen las variables para ser implementadas
3.	Impacto	Representa la trascendencia y alcance de las variables
4.	Innovación	Representa el valor agregado de las variables propuestas

Tabla N° 2: Criterios de respuesta para encuesta.

Fuente: Elaboración propia, basado en “La gestión del conocimiento como ventaja competitiva para las agencias de viajes y turismo en la nueva cadena de distribución turística” (2010).

2.3. Desarrollo de un modelo que mejore la proyección de la demanda

En primer lugar, para determinar el periodo de estudio 2018-2021, se utilizó la “Guía práctica para la construcción de muestras” de la Contraloría General de la República (2012), que detalla que utilizando un muestreo de selección aleatorio simple, a través de una distribución normal, el periodo de estudio es de cuatro años, con mayor ponderación de importancia los años más cercanos a la fecha actual.

Por otro lado, para seleccionar el catálogo presupuestario, con el fin de aplicar el modelo estipulado en la actividad Abastecimiento (ABAS) y Funcionamiento Administrativo (AFAD), se escogió el 25 % de los ítems con mayor presupuesto asignado para cada actividad (Hernández, 2014). Luego, se realizó una comparación por cada uno de los años de estudio (2018-2021), con el objeto de determinar cuáles eran los catálogos con mayor moda durante el periodo. De acuerdo con lo establecido anteriormente, los ítems escogidos son:

ABAS	
Ítem	Nombre
2206001	Mantenimiento y reparación de edificaciones
2204009	Insumos, repuestos y accesorios computacionales
2204001	Materiales de oficina
2204999	Otros
2204010	Materiales para mantenimiento y reparaciones de inmuebles

Tabla N° 3: Ítems presupuestarios ABAS escogidos como muestra.

Fuente: Elaboración propia (2022).

AFAD	
Ítem	Nombre
2208003	Servicio de mantención de jardines
2208001	Servicios de aseo
2209005	Arriendo de máquinas y equipos
2211003	Servicios informáticos

Tabla N° 4: Ítems presupuestarios AFAD escogidos como muestra.

Fuente: Elaboración propia (2022).

Con respecto a comisiones de servicio (COSE), solo existen dos ítems para cada año: 2101004006 y 2102004006, que corresponden a comisiones de servicio para personal de planta y personal a contrata, respectivamente, razón por la cual, se utilizó ambas como muestra para el desarrollo del modelo.

2.3.1. Análisis de los datos 2018-2021

Para el análisis de datos, se consideraron las medidas de tendencia central: media y moda, además del cálculo de mínimos y máximos de montos ejecutados. La mediana no fue utilizada, puesto que su objetivo es determinar el valor de la variable de posición central en un conjunto de datos ordenados, por consiguiente, no es útil para el objetivo de la presente investigación (Hernández, 2014).

Con respecto a la media, los datos extremos (mayor y menor) son: el ítem con mayor media es el 2208 que corresponde a los servicios de aseo, vigilancia, mantención de jardines, suscripción y similares, y pasajes, fletes y bodegajes, cuyos valores son altos con respecto al resto de los ítems, además de su naturaleza inconstante de gasto, al presentar periodos con demandas específicas; mientras la menor media corresponde al 2207. Su composición está dada por servicio de publicidad, encuadernación y empaste. Su naturaleza mínima de gasto se debe a que no se utilizó el servicio de publicidad ni el servicio de encuadernación, y que empaste corresponde a un monto reducido, del cual se gastó la mitad de lo asignado.

En cuanto a la moda, resulta de la cantidad de pagos idénticos en periodos constantes, derivados de las cláusulas descritas en los respectivos contratos, conforme a lo siguiente:

Descripción de ítem presupuestario	Monto	Cantidad de veces	Año
Servicio de aseo	\$ 1.548.160	08	2021
Servicio de mantención de jardines	\$ 1.672.221	08	2021

Tabla N° 5: Distribución de la moda en periodo de estudio.

Fuente: Elaboración propia (2022).

Finalmente, el máximo y mínimo se desarrolló para cada año de estudio, concluyéndose que el servicio de Mantención de Jardines pertenece al promedio más alto, la moda y el máximo acumulado durante todo el periodo. Los montos mínimos acumulados pertenecen a compras específicas y de menor cuantía, y la media más baja corresponde a montos no utilizados. Con respecto a la moda, son los ítems que presentan mayores frecuencias en los compromisos.

2.3.2. Definición de método para la proyección

Para definir la demanda, existe una fusión entre métodos establecidos y experiencia propia basada en hechos anteriores, específicamente tomando como referencia las ventas precedentes, datos históricos, el contexto actual y eficiencia en el uso de los recursos (Gregory, 2012). En cuanto a los métodos más utilizados, existen dos tipos: método de demanda cualitativo y cuantitativo (García, 2011).

Los métodos cuantitativos se basan en datos históricos, variables, necesidades nuevas y permanentes; mientras que los cualitativos se ajustan con ponderaciones estipuladas, basadas en la experiencia.

Con respecto a la experiencia, esta se obtiene de datos históricos, marco presupuestario y permanentes y nuevas necesidades (García, 2011).

En general, los pronósticos a corto plazo son más precisos que los de largo plazo y estos no son perfectos factores externos no controlables (García, 2011).

Referente a los métodos cuantitativos, se definen de la siguiente manera (García, 2011):

- *Promedio Ponderado*: promedio sobre los datos históricos, pero se calcula el pronóstico asignando el nivel de importancia o peso ponderado a unos elementos por sobre otros.
- *Suavizamiento exponencial simple*: requiere el pronóstico anterior, la demanda real del periodo de pronóstico y una constante de suavizamiento. Útil cuando se cuenta con pocos datos históricos.
- *Suavizamiento exponencial doble*: es una modificación del suavizamiento exponencial simple. Agrega una constante de suavizamiento *beta*, cuya función es reducir el error que ocurre entre la demanda real y el pronóstico.
- *Suavizamiento exponencial triple*: es una modificación del suavizamiento exponencial doble. Agrega una nueva constante de suavizamiento, analiza el nivel (largo), tendencia y factor estacional de los datos.
- *Regresión lineal*: óptimo para patrones de demanda con tendencia (creciente o decreciente), es decir, patrones que presenten una relación de linealidad entre la demanda y el tiempo.
- *Punto pedido*: cuando el stock disponible (stock + pedidos pendientes) alcanza un nivel determinado (PP = punto de pedido), se efectuará un pedido por una cantidad Q (lote económico).
- *Aprovisionamiento periódico*: en cada período de tiempo T se pedirá una cantidad de producto Q.
- *Por periodos fijos*: método rudimentario de aprovisionamiento, que consiste en pedir mediante un calendario fijo.
- *De Wagner-Within (grafos)*: algoritmo que tiene dos condiciones:

1. Solo se ordena un pedido cuando el inventario disponible es igual a cero.
2. Existe un límite superior en el período en el cual se puede incluir una demanda determinada.

Una vez realizado el análisis de los métodos cuantitativos de proyección de la demanda, se determinó que el más idóneo para la planificación de los fondos presupuestarios de la JAL CMLR es el método de suavizamiento exponencial triple, puesto que en los datos se identificó una tendencia, patrón de tendencia o también llamado factor estacional y nivel o largo de la tendencia (para este caso corresponde a doce meses).

Este método, también llamado “método de Holt-Winters”, permite realizar pronósticos de la tendencia a mediano y largo plazo, y posee triple exponente suavizante: tendencia, estacionalidad y nivel. Además, trabaja con información histórica (importancia decreciente exponencial).

Con respecto a la *estacionalidad*, esta se define como: “*El comportamiento de la serie es parecido en ciertos tiempos periódicos en el tiempo, es decir, son los movimientos de oscilación dentro del año*”; tendencia es un: “*comportamiento o movimiento suave de la serie a largo plazo*” (Peña, 2005) y residual es el: “*componente irregular que consiste en las fluctuaciones acontecidas en la serie temporal luego de eliminar los componentes anteriores*”.

El método en comento posee dos clasificaciones según el tipo de efecto: multiplicativo y aditivo. Este último se caracteriza porque el patrón estacional no depende del tamaño de la muestra (la magnitud no varía cuando los valores aumentan y/o disminuyen). Por esta razón es el método utilizado, puesto que el patrón en la ejecución de los datos no varía según el tamaño de esta.

De acuerdo con lo establecido anteriormente, el modelo Holt-Winters Aditivo se define como (Chopra, 2000):

- Nivel

Ecuación: Nivel en Modelo Holt - Winters Aditivo

$$S_t = \alpha \cdot (D_t - C_{t-T}) + (1 - \alpha) \cdot (S_{t-1} + G_{t-1})$$

- Tendencia

Ecuación: Tendencia en Modelo Holt – Winters Aditivo

$$G_t = \beta \cdot (S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta) \cdot (G_{t-1})$$

- Factor estacional

Ecuación: Factor estacional en Modelo Holt - Winters Aditivo

$$C_t = \gamma * (D_t - S_t) + (1 - \gamma) * (C_{t-T})^4$$

Con α, β, γ = constante de suavización

(se asigna según criterio: $0 \leq \alpha \leq 1$) y T = periodo estacional

La constante de suavizamiento es un factor de ponderación que brinda mayor importancia a ciertos datos respecto a otros. En este caso la relevancia será designada por temporalidad, es decir, los datos más recientes tendrán mayor α, β, γ .

El pronóstico para la demanda se detalla según (Chase, 2011):

Ecuación: Pronóstico de la demanda

$$F_{t+\tau} = (S_{t+\tau} * G_t + C_{t+\tau-T})$$

Donde la nomenclatura asociada es:

S_t = nivel en el tiempo t

S_{t-1} = nivel en el tiempo $t-1$

D_t = valor de los datos en el tiempo t

C_t = componente estacional en el tiempo t

C_{t-T} = comp. estac. en $t-T$

G_t = tendencia en el tiempo t

G_{t-1} = tendencia en el tiempo $t-1$

$F_{t+\tau}$ = pronóstico del periodo (anticip.)

τ = periodo anticipado a pronosticar

$C_{t+\tau-T}$ = comp. estac. en $t + \tau - T$

En el ámbito de la JAL CMLR, el nivel en el tiempo corresponde al periodo en el cual se realiza la planificación, es decir, el periodo presupuestario (doce meses). El valor de los datos en el tiempo se refiere al presupuesto real del año a predecir; el componente estacional es el patrón de comportamiento de cada uno de los ítems presupuestarios escogidos como muestra; y la tendencia en el tiempo se relaciona con los movimientos ascendentes o descendentes en el tiempo del catálogo presupuestario analizado.

Posteriormente, se escogió el lenguaje de programación correspondiente para programar mediante un *software* (Aires, 2015) el modelo matemático de suavizamiento exponencial Holt-Winters.

Según el libro “Metodología para el análisis de requisitos de sistemas de *software* versión 2.2” (Toro, 2001), un lenguaje de programación eficiente es aquel que cuenta con los siguientes criterios:

- Costo: gastos para la implementación del *software*⁵
- Adaptabilidad: factibilidad de acoplar a la información⁶

⁴ Ecuaciones de descomposición del Método Holt-Winters Aditivo para predicción de datos.

⁵ www.dle.rae.es (2022).

⁶ *Ídem.*

- Velocidad: ligereza o prontitud en el movimiento⁷
- Seguridad: que no falla o que ofrece confianza⁸

Según la comunidad Freecodecamp,⁹ en su artículo “Which languages should you learn for data science?” desarrollado por Peter Gleeson, del 31 de agosto de 2017, los tres principales lenguajes de programación básicos y gratuitos son: Julia, Python y R. Mediante un panel de expertos, se escogió el lenguaje de programación Python y el *software* Spyder (*the scientific Python development environment*, es decir, el entorno de desarrollo científico de Python), que es un Entorno de Desarrollo Integrado (EDI) para su ejecución.

2.3.3. Simulación del modelo

La programación del modelo en Spyder se realizó mediante los siguientes pasos:

1. Importar la librería Panda.¹⁰
2. Importar la librería Matplotlib, que permite realizar gráficos.
3. Ingresar el código fuente de series de tiempo y descomposición de estacionalidad.
4. Ingresar el código de suavizamiento exponencial simple.
5. Ingresar el código de suavizamiento exponencial doble.
6. Ingresar el código de suavizamiento exponencial triple.
7. Importar módulo “os” (estructura de los directorios).
8. Cargar los archivos de Análisis Comparativo por Programa para ser leídos por el *software*.
9. Ingresar la función drop para eliminar columnas que no se utilizarán (programa, subprograma, actividad).
10. Crear columna año y mes para cada *dataframe*.¹¹
11. Seleccionar los catálogos presupuestarios escogidos como muestra, con el fin de realizar la proyección de los fondos presupuestarios.
12. Unir la totalidad de los *dataframe* en uno solo.
13. Juntar todos los ítems presupuestarios de la muestra escogida, correspondiente al periodo de estudio (cuatro años).
14. Graficar el comportamiento de cada ítem presupuestario.
15. Ingresar datos del nivel (periodo) y *alfa* (constante de suavizamiento).
16. Obtener el modelo de suavizamiento exponencial simple.
17. Obtener el modelo de suavizamiento exponencial doble.

⁷ *Ídem.*

⁸ *Ídem.*

⁹ Organización sin fines de lucro, benéfica y pública, fundada en el año 2014.

¹⁰ Pandas es una *librería* de Python especializada en el manejo y análisis de estructuras de datos.

¹¹ Un DataFrame es una estructura de datos con dos dimensiones en la que se puede guardar datos de distintos tipos (como caracteres, enteros, valores de punto flotante, factores y más) en columnas.

18. Obtener el modelo de suavizamiento exponencial triple aditivo.
19. Guardar información de los modelos en una planilla Excel.
20. Obtener el modelo de proyección de la demanda de los fondos presupuestarios de la JAL CMLR.
21. Guardar la predicción del modelo en una planilla Excel.
22. Graficar proyección del modelo.
23. Calcular el error del modelo en pesos para cada ítem analizado.

El modelo Holt Winters Aditivo, más conocido como suavizamiento exponencial triple, se desarrolló para los once ítems escogidos. Sin embargo, solo se expondrá el ítem 2204001 “Materiales de oficina”, de modo de ejemplificar el procedimiento realizado.

Con respecto a lo anterior, en primera instancia se analizó el comportamiento de los compromisos acumulados durante el periodo 2018-2021, que se muestra a continuación:

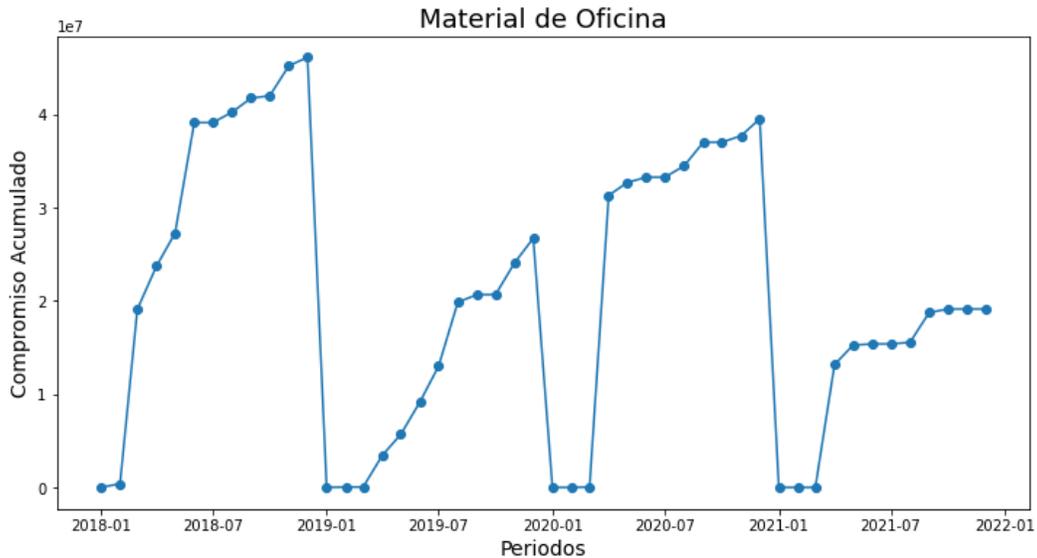


Figura N° 5: Compromisos acumulados "Materiales de oficina", 2018-2021.

Fuente: Elaboración propia (2022).

Posterior a ello, se realizó la descomposición de las series de tiempo en sus componentes, tales como: tendencia, estacionalidad y residual, lo que permitió analizar la tendencia y estacionalidad para cada una de las variables escogidas, a través de gráficos otorgados por el modelo. A modo de ilustración:

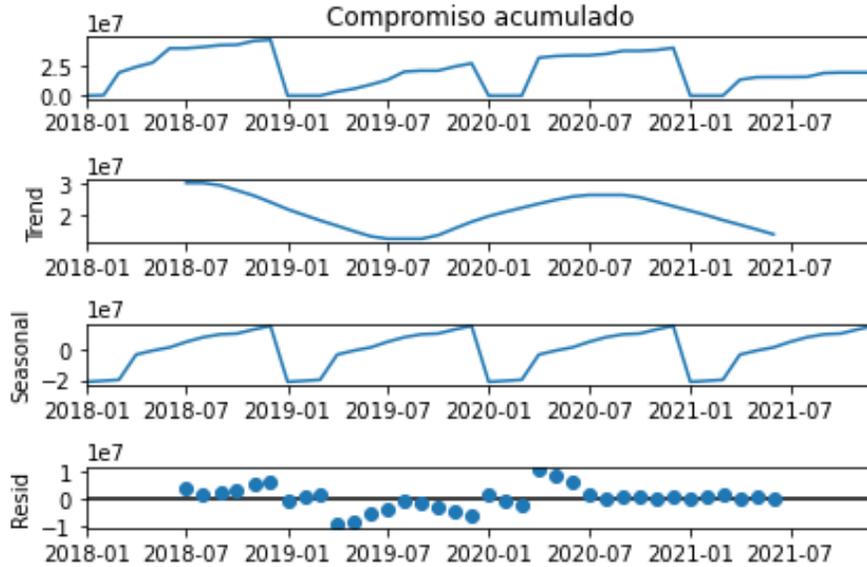


Figura N° 6: Modelo Holt Winters Aditivo para “Materiales de oficina”.
Fuente: Elaboración propia (2022).

La primera imagen es equivalente a la figura N° 5; la segunda señala la tendencia del comportamiento de los datos, es decir, la dirección general de la serie durante el período de tiempo; la tercera indica la estacionalidad, esto es, el patrón distintivo y repetitivo observado en intervalos regulares (un año presupuestario) debido a varios factores estacionales; y finalmente la cuarta ilustración determina el residual, correspondiente al componente irregular de las fluctuaciones de los datos, luego de eliminar los componentes anteriores.

Posterior a ello, se utilizó un *alfa* definido por:

$$\alpha = \frac{1}{2 * 12 \text{meses}}$$

Lo que permitió predecir un modelo de suavizamiento simple, doble y triple, como sigue:

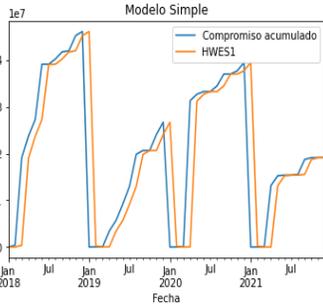


Figura N° 7: Modelo simple.
Fuente: Elaboración propia (2022).

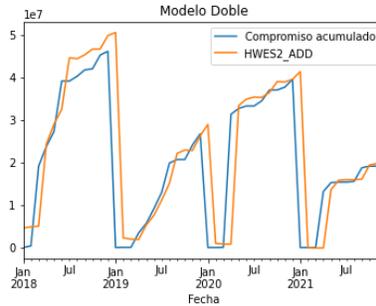


Figura N° 8: Modelo doble.
Fuente: Elaboración propia (2022).

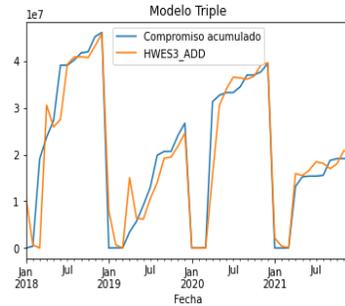


Figura N° 9: Modelo triple.
Fuente: Elaboración propia (2022).

Cabe destacar que el modelo Holt o suavizamiento exponencial doble posee α (α) y β (β) como coeficiente de suavizamiento, además de tendencia; mientras que el modelo Holt-Winters posee α , β y γ (γ), junto con tendencia, estacionalidad y factor estacional. En términos generales se cumple que: $\alpha > \beta > \gamma$.

Finalmente, se realizó la predicción del modelo para los once ítems en cuestión, utilizando el método matemático de predicción Holt-Winters Aditivo. Para ello, se consideró una data de entrenamiento, correspondiente al periodo 2018-2021, y una proyección para los próximos doce meses, del año 2022. Junto con lo anterior, se calculó el error absoluto del modelo desarrollado.

Continuando con el ejemplo anterior, se visualiza el gráfico de proyección para “Materiales de Oficina”:

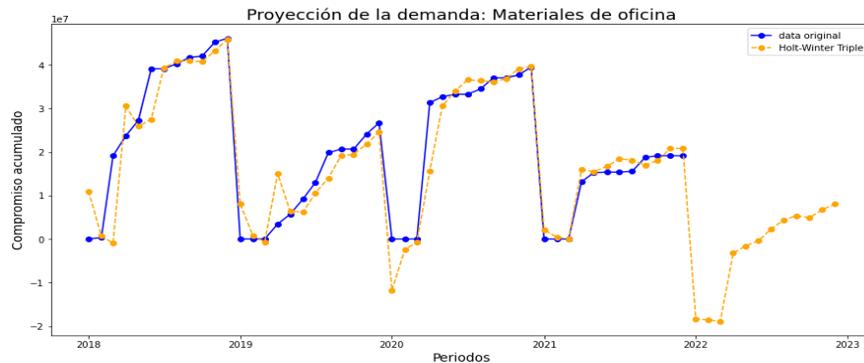


Figura N° 10: Proyección de la demanda de los fondos presupuestarios “Materiales de oficina”.
Fuente: Elaboración propia (2022).

La línea naranja corresponde a la proyección de la demanda de los fondos presupuestarios del ítem “Materiales de oficina” de la JAL CMLR para el periodo presupuestario 2022. Debido al comportamiento de los datos del modelo, para este caso (existiendo otros similares), la proyección arroja valores negativos, situación por la que, se utilizó una función

para elevar y ajustar esa porción del gráfico, de tal manera que los valores negativos queden por sobre el eje “X”.

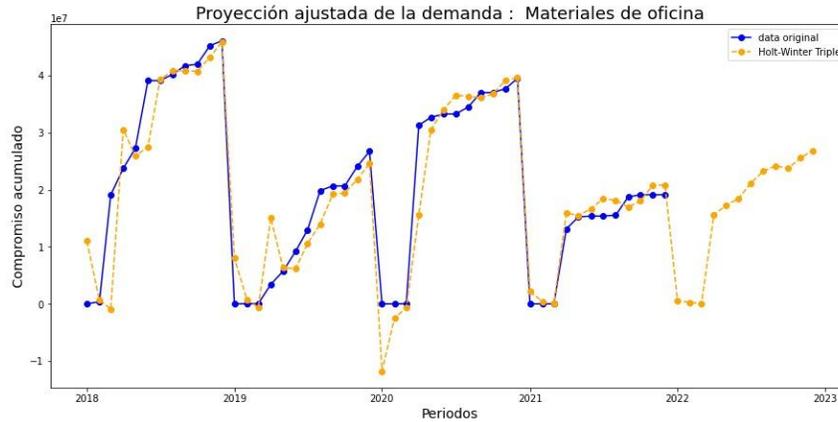


figura N° 11: Proyección real de la demanda de los fondos presupuestarios “Materiales de oficina”.
Fuente: Elaboración propia (2022).

2.4. Validación del modelo

Para la validación del modelo se utilizó un panel de expertos compuesto por dos ingenieros politécnicos militares y dos civiles que tenían conocimiento en el ámbito de la programación. Al modelo se le aplicó un instrumento de evaluación vía remota, mediante Google Forms, basado en la escala de Thomas Saaty, cuyo origen es el Método Jerárquico Analítico (Moreno, 2001), con criterios de respuesta: conceptualización, aplicabilidad, impacto e innovación, basados en Loggiodice (2010); cuyos resultados fueron:

Criterio	Evaluador N° 1	Evaluador N° 2	Evaluador N° 3	Evaluador N° 4	Promedio final del criterio
Conceptualización	9	7	7	7	7,5
Aplicabilidad	9	9	9	7	8,5
Impacto	9	9	9	7	8,5
Innovación	9	7	9	9	8,5
Promedio final de la evaluación					8,25

Tabla N° 6: Resumen de los resultados de la encuesta.
Fuente: Elaboración propia (2022).

3. CONCLUSIONES

Al finalizar el trabajo de investigación, se pudo concluir que el proceso de proyección de la demanda de los fondos presupuestarios de la JAL CMLR presenta ciertas falencias, las que fueron identificadas y registradas en el árbol del problema, específicamente en sus causas y efectos. Asimismo, se determinó como problema principal del estudio: “Ineficiente

proyección de la planificación de los fondos presupuestarios de las unidades dependientes de la JAL Campo Militar ‘La Reina’”.

La secuencia metodológica definida permitió obtener cuatro productos en sus respectivos objetivos específicos, desde el “Diagnóstico del proceso de proyección de la demanda de fondos presupuestarios” hasta el “Modelo que mejore la eficiencia de la proyección de la demanda real de las unidades de la JAL CMLR”, que se utilizó como pilar fundamental para desarrollar una secuencia lógica de tareas y finalizar con el desarrollo de un modelo que mejore la eficiencia de la proyección de la demanda de los fondos presupuestarios de la JAL CMLR, y que a su vez sea replicable a todas las jefaturas administrativas y logísticas de la institución.

Mediante pasos sistemáticos del lenguaje de programación, se logró obtener un modelo matemático, que permitió conseguir la proyección de la demanda para el año 2022, con un comportamiento similar en estacionalidad y tendencia con respecto al periodo de estudio, comprobándose de esta manera la confiabilidad del modelo, según las especificaciones establecidas en el boletín. Tras la validación del modelo, se determinó su confiabilidad, no existiendo una diferencia estadística significativa y se comprobó una correcta ejecución de las variables claves en las fórmulas matemáticas.

Con respecto al marco teórico, permitió identificar la normativa vigente asociada a la investigación y, a su vez, lograr un entendimiento de los conceptos asociados al desarrollo del problema.

En el mismo orden de ideas, y mediante el cumplimiento de los objetivos específicos, se logró obtener el objetivo general: “Desarrollar un modelo que mejore la eficiencia de la proyección de la demanda de los fondos presupuestarios de las jefaturas administrativas y logísticas del Ejército”. Lo realizado anteriormente fue con el propósito de obtener información útil y así brindar mejoras a la organización.

Finalmente, conforme al estudio, análisis y resultados obtenidos, se recomienda que el presente trabajo de investigación se utilice como base para la proyección de la demanda de los fondos presupuestarios de las otras jefaturas administrativas y logísticas del Ejército de Chile; y a pesar de la individualización del modelo, se sugiere que sea utilizado en cualquier unidad que realice planificación de fondos presupuestarios u otro tipo de fondos, para los cuales posea datos históricos.

BIBLIOGRAFÍA

AIRES, P. U. (2015). *Metodologías de Desarrollo de software*. Buenos Aires.

- CHASE, R. (2011). *Administración de operaciones de producción y cadena de suministros*.
- CHOPRA, S. (2000). *Administración de la cadena de suministro estrategia, planeación y operación*.
- Contraloría General de la República. (2012). *Guía práctica para la construcción de muestras*. Santiago.
- D-10001. (2017). *Reglamento El Ejército*. Ejército de Chile.
- DFL N° 29. (2005). Fija Texto Refundido, Coordinado y Sistematizado de la Ley N° 18.834, Sobre Estatuto Administrativo. Ministerio de Hacienda. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=236392&idVersion=2022-02-12&idParte=>
- Dirección de Finanzas. (2022). *Disposiciones de detalle para la ejecución de los presupuestos aprobados para el año 2022*. Santiago, Chile.
- Dirección de Presupuestos. (s.f.). www.presupuestoabierto.gob.cl
- GARCÍA, J. (2011). *Modelos de Gestión de Stocks*.
- GREGORY, N. (2012). *Principios de economía*.
- GUASCH, P. C. (2002). *Modelado y simulación*.
- HERNÁNDEZ, R. (2014). *Metodología de la investigación*.
- LOGGIODICE, Z. (2010). *La gestión del conocimiento como ventaja competitiva para las agencias de viajes y turismo en la nueva cadena de distribución turística*.
- Ministerio de Hacienda. (2007). *Orientaciones metodológicas para la elaboración de perfiles de terceros niveles jerárquicos en los servicios públicos*. Santiago.
- MORALES, A. (2014). *Método de análisis estructural: Matriz de impactos cruzados multiplicación aplicada a una clasificación (MICMAC)*.
- MORENO, J. M. (2001). *El proceso analítico jerárquico (AHP). Fundamentos, metodología y aplicaciones*. Santiago: Universidad de Chile.
- PEÑA, D. (2005). *Análisis de series temporales*.
- RAE. (s.f.). *Real Academia Española*. <https://www.rae.es>
- RAO-02202. (2017). *Reglamento Orgánico y de funcionamiento de la Jefatura Administrativa y Logística del CMLR*.
- RDL-20001. (2021). *Reglamento de Logística*. Ejército de Chile.
- TORO, A. D. (2001). *Metodología para el análisis de requisitos de sistemas de software versión 2.2*. Sevilla.