

PROGRAMACION DE MANO DE OBRA EN CONCESIONARIO DE MAQUINARIAS

AGRICOLAS



ANÁLISIS CUANTITATIVO DE NEGOCIOS I

Facultad de Ciencias Económicas – Universidad Nacional de Tucumán

Integrantes:

Esper, Alberto – Esper, Facundo – López García, Celeste – Medina Raed, Horacio – Salas Auad, Martín

alberto.esper23@gmail.com - horaciomedinaraed@gmail.com - facuesper@gmail.com -

celestelg1@gmail.com - salasauad@gmail.com

Índice

Contenido

I.	RESUMEN	4
II.	INTRODUCCIÓN.....	5
III.	SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	6
IV.	PREGUNTAS DE INVESTIGACION.....	6
V.	OBJETIVOS DEL TRABAJO	7
5.1.	Objetivo General.....	7
5.2.	Objetivos Específicos	7
VI.	MARCO METODOLÓGICO	8
VII.	MARCO TEÓRICO	8
7.1.	¿Qué es el análisis cuantitativo?	8
7.2.	Guía del Análisis Cuantitativo	8
7.3.	Tipos de Modelos	10
7.4.	Programación por Metas.....	11
7.5.	Conceptos Clave	13
7.6.	Aplicaciones.....	13
7.7.	Definición de Pronóstico	14
7.8.	Tipos de Pronósticos.....	15
VIII.	RESULTADOS	17
8.1.	Aplicación – Herramientas a utilizar	17
8.2.	Pronóstico de la Demanda	17
i.	Servicios de Reparaciones	19
ii.	Service de Mantenimiento	20
iii.	Servicios Internos	22
8.3.	Programación	23
i.	Variables de Decisión:	24
ii.	Restricciones y Metas:.....	24
iii.	Desvíos de las Metas:	26
iv.	Función Objetivo:	27



IX.	CONCLUSIONES.....	34
X.	RECOMENDACIONES.....	35
XI.	APENDICE	36
11.1.	Entrevista al Gerente de Posventa de la Empresa:	36
XII.	ANEXO	37
XIII.	BIBLIOGRAFIA.....	39

I. RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo proponer modelos cuantitativos de toma de decisiones para la gerencia de un concesionario de maquinaria agrícola respecto a su dotación y asignación de técnicos.

Esta compañía busca una solución, para el próximo período, que le permita cumplir simultáneamente múltiples objetivos.

En primer lugar, se ejecuta un pronóstico de la demanda de cada tipo de servicios mediante la técnica de descomposición multiplicativa. Esta predicción sirve como base para, a través de la técnica de programación por metas, determinar la solución que más se acerca al cumplimiento de los objetivos propuestos por la gerencia.

Finalmente se demostró cómo esta solución obtenida mediante la aplicación de herramientas cuantitativas mejora considerablemente el cumplimiento de los objetivos, manteniendo los costos en un nivel similar.

Palabras Clave: programación por metas – pronósticos – máquinas agrícolas – prestación de servicios – zafra

II. INTRODUCCIÓN

Pueblo SA es un concesionario perteneciente a la red oficial de las marcas Case IH y JCB. Su actividad se centra tanto en la venta de maquinarias (agrícolas y para la construcción), como en su reparación y mantenimiento. Con 20 de años de experiencia en el sector, la empresa busca consistentemente consolidar su posición de liderazgo y cumplir su rol como representante de las prestigiosas marcas mencionadas. En cuanto a su cartera de clientes, los productores azucareros son de los más importantes en términos de facturación, de lo cual surge que la gestión durante los meses de zafra (junio-noviembre) sea crítica para el éxito organizacional. De lo anterior se desprenden determinados objetivos empresariales establecidos para alcanzarse en el período bajo estudio que serán abordados más adelante en este trabajo.

La tecnología, conforme avanza, brinda mayores oportunidades de medición de datos que tienen el potencial de generar información útil para la toma de decisiones. Sin embargo, muchas veces estos datos no son explotados en su totalidad, dando lugar a la posibilidad de aplicar herramientas de Análisis Cuantitativo de Negocios para aprovechar este potencial de mejora. Este trabajo propone utilizar estas herramientas de Investigación Operativa con el fin de generar información que acompañe la toma de decisiones gerenciales bajo un enfoque científico, partiendo de la premisa de que las empresas necesitan tomar decisiones fundamentadas, justificándose de esta manera el abordaje de la investigación para resolver problemas reales y respaldar la toma de decisiones informadas.

III. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Como se mencionó anteriormente la zafra es un periodo clave para la empresa, durante la misma se hace frente a la demanda de los diferentes tipos de servicios asociados (Mantenimiento, Reparación, Interno) que conforman el objeto de estudio que alcanza el presente trabajo. A su vez se conoce la existencia de objetivos diversos que se propone la gerencia en torno a dicho periodo.

Se evidencia en la empresa una falta de claridad sobre la combinación de técnicos senior y auxiliares que se necesitan para dar respuesta a esa demanda de servicios de mantenimiento, rupturas y trabajos internos, satisfaciendo en simultaneo los objetivos que emanan de la gerencia para el periodo venidero.

De esta forma, la empresa solicita información sobre la cantidad de técnicos senior y auxiliares que se requieren en cada tipo de servicio durante el periodo analizado. Además de contrastar diferenciales de costos entre recurrir a técnicos por fuera de la empresa (tercerizando) con la alternativa de contratar el personal (incorporarlo a la empresa). En otras palabras, se busca respaldar la decisión de incorporación o no de técnicos a la planta, en función del cumplimiento de múltiples metas que se detallarán en el desarrollo del trabajo de campo. Algunos ejemplos de estas metas son los siguientes: se quiere satisfacer la totalidad de la demanda; el 30% de la facturación total de servicios de la empresa debe provenir de servicios de mantenimiento; la gerencia desea que los técnicos senior no trabajen horas extras (brindando de esta manera un incentivo para retenerlos en la empresa).

IV. PREGUNTAS DE INVESTIGACION

- ¿Cuántas horas de servicio de mantenimiento, servicios reparación y servicios internos serán demandadas en los próximos doce meses?

- ¿Cuáles son las limitaciones a las que se enfrenta la empresa en su toma de decisiones respecto a su cantidad y asignación de técnicos? ¿Cuáles son las metas relevantes de la gerencia para el período y servicios analizados?
- ¿Cuál es la cantidad de operarios y de horas trabajadas que permiten aproximarse lo máximo posible a las metas propuestas por la gerencia?

V. OBJETIVOS DEL TRABAJO

5.1. Objetivo General

Proponer modelos cuantitativos de toma de decisiones para la gerencia de la empresa Pueblo SA respecto a su dotación y asignación de técnicos.

5.2. Objetivos Específicos

- Predecir la demanda de servicio de mantenimiento, servicios reparación y servicios internos por un período de doce meses a través del modelo más adecuado
- Reconocer las limitaciones a las que se enfrenta la empresa para el cumplimiento de sus metas e identificar las metas relevantes a satisfacer en el período analizado.
- Determinar la cantidad de técnicos senior y auxiliares a incorporar para lograr cumplir con los requerimientos solicitados por la gerencia mediante la utilización de herramientas de análisis cuantitativo de negocios a partir de los datos disponibles

VI. MARCO METODOLÓGICO

El enfoque metodológico adoptado fue un abordaje mixto con un diseño DIAC Anidado Concurrente de modelo Dominante Cuantitativo conforme lo plantea Hernández Sampieri (2014)

El análisis cuantitativo proporciona información valiosa, sin embargo, el complemento cualitativo (que surge de datos no cuantificables o difíciles de cuantificar) es crucial para lograr mejor calidad de información que permita tomar mejores decisiones. Por lo cual el juicio administrativo muchas veces resulta crucial para el correcto abordaje de la problemática, ya que es nutrido, en este caso, por la experiencia profesional de altos funcionarios de la empresa.

Para la definición y formulación del problema, la identificación de datos de entrada (variables y parámetros) y variables de salida se mantuvieron entrevistas con el gerente general de la empresa. Siendo un profesional con más de 20 años de experiencia en el sector.

Mientras que la principal fuente de los datos cuantitativos fue el sistema integrado de gestión (Autológica) que opera la empresa y sus reportes (pueden consultarse pantallas de este sistema y sus datos en el anexo de este trabajo)

VII. MARCO TEÓRICO

7.1. ¿Qué es el análisis cuantitativo?

Render, Stair, Hanna (2013), definen al análisis cuantitativo como la aplicación del enfoque científico la toma de decisiones administrativas. Este enfoque inicia con la obtención de los datos que se procesan para obtener información relevante para la toma de decisiones.

7.2. Guía del Análisis Cuantitativo

El enfoque del análisis cuantitativo consiste en una serie de pasos, los cuales se enuncian a continuación:

1. **Definición del problema:** Es el primer paso en el enfoque cuantitativo, consiste en desarrollar un planteo claro y conciso acerca del problema. Este paso es clave, ya que será el punto de partida para los siguientes.
2. **Desarrollo del modelo:** Una vez establecido el problema, el siguiente paso consiste en desarrollar un modelo. Un modelo (representación de una situación administrativa intrínsecamente compleja) puede especificarse a través relaciones matemáticas compuestas por variables y parámetros, en cuyo caso recibe el nombre de modelo matemático. Una variable, como su nombre lo indica, es una cantidad medible que puede variar o estar sujeta a cambios, dichas variables pueden ser controlables o no controlables. Una variable controlable también se conoce como variable de decisión (por ejemplo: cantidad de técnicos a contratar). En cuanto a parámetro, es una cantidad medible inherente al problema como el costo de una hora extra. Las variables son cantidades desconocidas mientras que los parámetros si se conocen.
3. **Obtención de los datos de entrada:** Una vez desarrollado el modelo, se deben obtener los datos que se introducirán en él (datos de entrada). Este paso es importante debido a que los datos inadecuados nos llevarán a resultados equivocados. Esta problemática se captura bajo la famosa frase “entra basura, sale basura.”
4. **Desarrollo de una solución:** El desarrollo de una solución implica la ejecución del modelo planteado para poder llegar a la mejor solución del problema.
5. **Prueba de la solución:** Antes de analizar e implementar una solución, es necesario testearla. Probar los datos de entrada y el modelo incluye determinar la exactitud y la integridad de los

datos usados por el modelo. Si la exactitud es buena pero los resultados son incongruentes con el problema, tal vez el modelo no sea adecuado. El modelo se puede verificar para asegurarse de que sea lógico y represente la situación real.

6. **Análisis de resultados.** El análisis de los resultados comienza con el estudio de las implicancias de la solución. Una determinada solución a un problema podría causar algún tipo de acción o de cambio en la forma en que opera la organización. Por otro lado, a veces es útil también analizar la sensibilidad de la solución a los cambios en el modelo y los datos de entrada. Este tipo de análisis se denomina análisis de sensibilidad o análisis de post-optimalidad. Determina cuánto cambiará la solución si hay un cambio en el modelo o en los datos de entrada. Cuando la solución es sensible a los cambios de los datos de entrada y las especificaciones del modelo, se deberían realizar más pruebas para asegurarse que los datos y el modelo sean precisos y válidos.
7. **Implementación los resultados.** El paso final consiste en aplicar los resultados en el ambiente real, en la organización. Es importante destacar, que debe realizarse un seguimiento cercano de las acciones implementadas.

7.3. Tipos de Modelos

Render, Stair, Hanna (2013), clasifican a los modelos en:

- **Modelos físicos:** Son modelos tangibles de fácil comprensión, pero su modificación y manipulación es difícil y su alcance es de baja utilización. Algunos ejemplos de estos modelos son modelos de aeroplanos, modelos de casas, modelo de una ciudad.

- Modelos análogos: Son modelos intangibles de compresión más difícil al igual que su modificación y manipulación. Su alcance de utilización es más amplio. Por ejemplo: mapa de carreteras, velocímetros, gráfica de rebanada de pastel.
- Modelos simbólicos: Los modelos simbólicos son modelos intangibles y su compresión es la más difícil, al igual que los modelos análogos, su modificación y manipulación es difícil y su alcance es el más amplio. Algunos modelos de estos tipos son: modelos de simulación, modelos algebraicos, modelo de hoja de cálculo electrónica.

A su vez los modelos simbólicos se clasifican en clasificarse en modelos determinísticos y probabilísticos. Los modelos determinísticos son aquellos donde se supone que todos los datos pertinentes se conocen con certeza. Es decir, en ellos se supone que cuando el modelo sea analizado se tendrá disponible toda la información necesaria para tomar las decisiones correspondientes. Por otro lado, en los modelos probabilísticos o estocásticos, algunos elementos no se conocen con certeza, es decir, en este tipo de modelos se presupone que algunas variables importantes, llamadas variables aleatorias, no tendrán valores conocidos antes que se tomen las decisiones correspondientes, y ese desconocimiento debe ser incorporado al modelo. Los modelos probabilísticos se destacan por incorporar incertidumbre a través de probabilidades de dichas variables aleatorias.

7.4. Programación por Metas

Render (2013) plantea que la programación por metas puede manejar problemas de decisión que implican diversas metas, un concepto antiguo de cuatro décadas, que comenzó con el trabajo de Chames y Cooper en 1961, fue perfeccionado y ampliado por Lee e Ignizio en las décadas de 1970 y 1980 (véase la bibliografía).

En situaciones comunes de toma de decisiones, las metas establecidas por la gerencia se pueden lograr tan solo a expensas de otras. Es necesario, establecer una jerarquía de importancia entre ellas, de modo que las de menor prioridad se enfrenten únicamente después de que se satisfagan las de mayor prioridad. Como no siempre es posible alcanzar todas las metas al grado en que desea quien toma las decisiones, la programación por metas intenta alcanzar un nivel satisfactorio de múltiples objetivos, lo cual, desde luego, difiere de la programación lineal, que trata de encontrar el mejor resultado posible con un solo objetivo. El ganador del premio Nobel de Economía, Herbert A. Simon, de la Carnegie-Mellon University, afirma que posiblemente los gerentes modernos no sean capaces de optimizar, sino que en cambio quizá tengan que “satisfacer” o “acercarse tanto como sea posible” al logro de sus metas. Es el caso con modelos tales como la programación por metas.

¿Específicamente cómo difiere la programación por metas de la programación lineal? La función objetivo es la diferencia principal. En vez de intentar maximizar o minimizar directamente la función objetivo, la programación por metas trata de minimizar las desviaciones entre las metas establecidas y las que en realidad se pueden lograr dentro de las restricciones dadas. En el método simplex de programación lineal, tales desviaciones reciben el nombre de variables de holgura y excedentes. Ya que el coeficiente de cada una de estas en la función objetivo es cero, las variables de holgura y las excedentes no afectan la solución óptima. En la programación por metas, las variables de desviación en general son las únicas variables en la función objetivo, y el objetivo es minimizar el total de esas variables de desviación.

Cuando se formula el modelo de programación por metas, el algoritmo computacional es casi el mismo que el de un problema de minimización resuelto por el método simplex.

7.5. Conceptos Clave

1. Variables de Desviación: Estas variables se utilizan para medir cuánto una solución se desvía de las metas establecidas. Existen dos tipos:
 - Desviación por debajo del objetivo (d-): Mide cuánto falta para alcanzar la meta.
 - Desviación por encima del objetivo (d+): Mide cuánto se excede la meta.
2. Funciones Objetivo en Programación por Metas: En lugar de maximizar o minimizar una única función, se busca minimizar la suma ponderada de las desviaciones de las metas. Esto puede implicar:
 - Minimizar solo las desviaciones por debajo del objetivo (d-).
 - Minimizar solo las desviaciones por encima del objetivo (d+).
 - Minimizar ambas desviaciones (d- y d+), dependiendo de la importancia que la organización asigne a cada tipo de desviación.
3. Prioridades de las Metas: En la programación por metas, las metas pueden tener diferentes niveles de prioridad. Las metas de mayor prioridad se consideran más importantes que las de menor prioridad. Si las metas tienen diferente prioridad, se les asignan ponderaciones diferentes en la función objetivo.

7.6. Aplicaciones

La programación por metas se ha utilizado en diversas industrias, incluyendo la salud, para optimizar la asignación de recursos y mejorar los resultados operativos. En resumen, la programación por metas es una herramienta poderosa para la toma de decisiones en escenarios con múltiples objetivos,

permitiendo a las organizaciones acercarse lo más posible al cumplimiento de todas sus metas simultáneamente

7.7. Definición de Pronóstico

El pronóstico consiste en intentar prever el futuro basándose en criterios lógicos o científicos a partir de los datos disponibles. Render, Stair, Hanna (2013) en Métodos cuantitativos para los negocios, afirma que "Los gerentes siempre tratan de reducir la incertidumbre e intentan hacer mejores estimaciones de lo que sucederá en el futuro. Lograr esto es el objetivo principal de la elaboración de los pronósticos".

Para realizar pronósticos, existen numerosos modelos cuantitativos, como promedios móviles, suavizamiento exponencial, proyecciones de tendencias y análisis de regresión por mínimos cuadrados.

Los siguientes pasos ayudan en el desarrollo de un sistema de pronósticos:

1. Determinar el propósito del pronóstico: ¿Qué objetivo estamos tratando de alcanzar?
2. Seleccionar las cantidades que se van a pronosticar.
3. Determinar el horizonte temporal del pronóstico.
4. Seleccionar el modelo o los modelos de pronóstico.
5. Recolectar los datos o la información necesaria para realizar el pronóstico.
6. Validar el modelo del pronóstico.
7. Realizar el pronóstico.
8. Implementar los resultados.

Estos pasos indican de manera sistemática cómo comenzar, diseñar e implementar un sistema de pronósticos.

7.8. Tipos de Pronósticos

Render, Stair, Hanna (2013) también clasifica los diferentes modelos de pronóstico en categorías, entre las cuales se encuentran:

Modelos de series temporales

Estos modelos intentan predecir el futuro utilizando datos históricos. Suponen que lo que suceda en el futuro es una función de lo que haya ocurrido en el pasado. Estos modelos tienen cuatro componentes:

Tendencia (T): es el movimiento gradual hacia arriba o hacia abajo de los datos a lo largo del tiempo.

Estacionalidad (S): es el patrón de fluctuación de la demanda por encima o por debajo de la línea de tendencia que se repite a intervalos regulares.

Ciclo (C): son patrones en los datos anuales que ocurren cada cierto número de años, generalmente vinculados al ciclo económico.

Irregularidades (I): son "saltos" en los datos causados por el azar y por situaciones inusuales, que no siguen un patrón discernible.

Comprender las componentes de una serie temporal ayudará a seleccionar una técnica de pronóstico adecuada, entre las cuales se encuentran:

Promedios móviles: útiles cuando se puede suponer que los datos se mantendrán bastante estables con el tiempo (estacionariedad), lo que tiende a suavizar las irregularidades a corto plazo en la serie de datos.

Promedio móvil ponderado: permite asignar diferentes pesos a las observaciones anteriores, generalmente asignando mayor peso a las observaciones más recientes, lo que lo hace más sensible a los cambios en el patrón de datos.

Suavizamiento exponencial: necesita llevar un registro de datos pasados y utiliza una constante de suavizamiento (α) que se puede ajustar para dar más peso a los datos más recientes con un valor alto de α o a los datos pasados cuando es bajo. $\hat{Y}_{t+1} = \alpha \hat{Y}_t + (1 - \alpha) \hat{Y}_t$

Selección de la constante de suavizamiento: el valor adecuado de la constante de suavizamiento puede marcar la diferencia entre un pronóstico preciso e inexacto. Se pueden probar varios valores de la constante de suavizamiento y seleccionar aquel que produzca la menor DMA.

Diagramas de dispersión

Son útiles cuando se pronostican series temporales y se grafican en dos dimensiones, con el tiempo en el eje horizontal y la variable pronosticada en el eje vertical.

Medidas de precisión del pronóstico

Además de analizar los diferentes modelos de pronóstico, Render (2013) propone diversas medidas de precisión que permiten evaluar el rendimiento de un modelo o comparar modelos entre sí. Estas medidas pueden ser:

Desviación media absoluta (DMA): se calcula tomando los valores absolutos de los errores de pronóstico individuales y dividiendo entre el número de errores (n).

$$DMA = \frac{\Sigma (\text{error del pronóstico})}{n}$$

Error medio cuadrático (ECM): es el promedio de los cuadrados de los errores.

$$ECM = \frac{\Sigma (\text{error})^2}{n}$$

VIII. RESULTADOS

8.1. Aplicación – Herramientas a utilizar

El problema se plantea bajo un esquema de programación por metas, donde se busca asignar la cantidad de horas de los técnicos de mantenimiento con el fin de cumplir en la mayor medida posible con los múltiples objetivos propuestos por la gerencia. Estos objetivos son, entre otros: cumplir con el 100% de la demanda de servicio técnicos, que el 40% de la facturación provenga de servicios técnicos prestados, minimizar el costo por contratación de técnicos, etc.

Contamos con información de gestión obtenida directamente del sistema integrado de gestión de la empresa (Autológica) y con los presupuestos preparados por el departamento de control de gestión.

Tabla 1. Objetivos de ventas mensuales.

OBJETIVOS DE VENTA												
Mes	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Trabajos	5.988	7.515	9.283	10.466	23.766	25.630	27.640	33.729	34.556	35.403	27.556	27.691
Mantenimiento	6.943	8.712	10.762	12.134	25.355	27.343	29.488	33.983	34.816	35.669	21.520	21.625
Garantía	188	3.408	4.095	4.164	872	5.314	1.174	1.689	6.042	5.508	7.319	5.508
total	13.119	19.635	24.140	26.764	49.993	58.287	58.302	69.401	75.414	76.580	56.395	54.825

PRECIOS por hs EN USD												
Mes	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Mantenimiento	52	65	81	91	100	108	116	119	122	125	125	126

Fuente: Empresa Pueblo S.A.

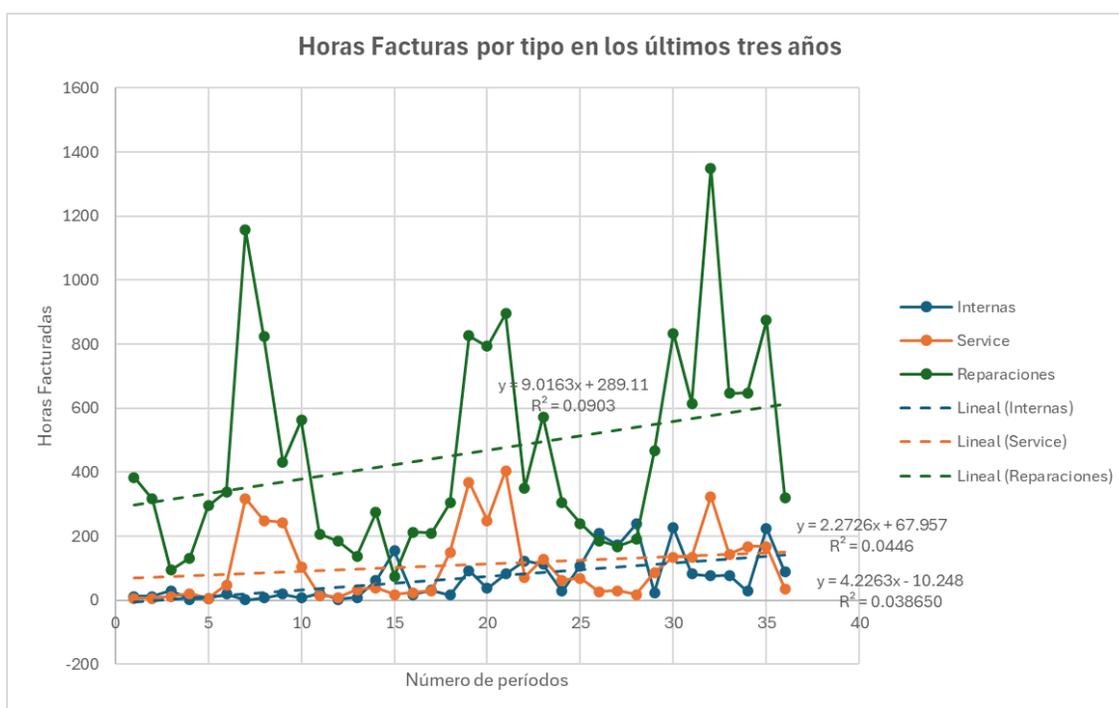
8.2. Pronóstico de la Demanda

Para poder solucionar el problema planteado, resultó necesario realizar un pronóstico de la demanda de servicios de mantenimiento, servicios internos y servicios de reparación. Para ello se obtuvo del sistema integrado de gestión de la empresa (autológica) la información histórica del comportamiento de estas demandas en el pasado. De esta forma contamos con tres series de tiempo mensuales, una para cada

tipo de servicio, para los últimos 3 años (2021, 2022 y 2023), llegando a contar con 36 observaciones para cada variable. El objetivo del análisis es pronosticar la demanda para cada tipo de servicio para los próximos 12 meses.

En un primer pantallazo de los datos, vemos que las series presentan cierta estacionalidad habiendo meses con pico y valles.

Gráfico 2. Horas facturadas por tipo en los últimos tres años.



Fuente: Elaboración propia a través de software MS Excel.

Si bien hay un leve crecimiento de la serie a lo largo del tiempo, el análisis de regresión de muestra que la relación es muy baja. En todos los casos el R^2 resultó relativamente bajo y el estadístico F, arroja una relación lineal no significativa

En las series se observa una estacionalidad clara dado que la serie hace picos en los meses de zafra. Ante esta situación se optó por utilizar un modelo de descomposición multiplicativa. De esta forma, se utilizó el programa QM para obtener los pronósticos. Los resultados fueron los siguientes:

i. Servicios de Reparaciones

Tabla 2. Pronóstico de reparaciones con descomposición multiplicativa

Measure	Value	Future Period	Unadjusted Forecast	Seasonal Factor	Adjusted Forecast
Error Measures		37	574.613	0.427	245.3
Bias (Mean Error)	-18.463	38	580.302	0.563	326.856
MAD (Mean Absolute Deviation)	132.147	39	585.992	0.26	152.391
MSE (Mean Squared Error)	34537.19	40	591.681	0.454	268.578
Standard Error (denom=n-2-12=22)	237.73	41	597.371	0.692	413.142
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	31.32%	42	603.06	1.11	669.332
Regression line (unadjusted forecast)		43	608.75	2.374	1445.233
Demand(y) = 364,099		44	614.44	1.96	1204.024
5.69 * time		45	620.129	1.588	984.66
Statistics		46	625.819	1.112	696.013
Correlation coefficient	0.825	47	631.508	0.906	572.06
Coefficient of determination (r ²)	0.68	48	637.198	0.555	353.565

		49	642.888	0.427	274.447
		50	648.577	0.563	365.312

Fuente: Elaboración propia a través de QM para Windows

ii. Service de Mantenimiento

Tabla 3. Pronóstico de servicios de mantenimiento con descomposición multiplicativa

Measure	Value	Future Period	Unadjusted Forecast	Seasonal Factor	Adjusted Forecast
Error Measures		37	185	0.4	74
Bias (Mean Error)	-10	38	189	0	51.95
MAD (Mean Absolute Deviation)	44	39	193	0	38
MSE (Mean Squared Error)	7333	40	196.41	0	34
Standard Error (denom=n-2-12=22)	110	41	200	0	96
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	69.00%	42	204	1	225
Regression line (unadjusted forecast)		43	208	3	622
Demand(y) = 46,742		44	211	2	457
3.742 * time		45	215	3	571
Statistics		46	218.86	1	171.75
Correlation coefficient	1	47	223	1	115
Coefficient of determination (r ²)	0.58	48	226	0	58



		49	230	0.4	92
		50	234	0	64

Fuente: Elaboración propia a través de QM para Windows

iii. Servicios Internos

Tabla 4. Pronóstico de reparaciones con descomposición multiplicativa

Measure	Value	Future Period	Unadjusted Forecast	Seasonal Factor	Adjusted Forecast
Error Measures		37	205.083	0.614	125.983
Bias (Mean Error)	-8.451	38	211.651	1.758	372.176
MAD (Mean Absolute Deviation)	37.331	39	218.218	2.687	586.434
	2988.05				
MSE (Mean Squared Error)	2	40	224.785	1.243	279.383
Standard Error (denom=n-2-12=22)	69.925	41	231.353	0.383	88.546
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	155.41 %	42	237.92	1.073	255.254
Regression line (unadjusted forecast)		43	244.487	0.756	184.803
Demand(y) = -37,906		44	251.054	0.552	138.707
6,567 * time		45	257.622	0.991	255.223
Statistics		46	264.189	0.831	219.613
Correlation coefficient	0.779	47	270.756	0.944	255.717

Coefficient of determination (r^2)	0.606	48	277.324	0.167	46.205
		49	283.891	0.614	174.394
		50	290.458	1.758	510.754

Fuente: Elaboración propia a través de QM para Windows

El pronóstico de la demanda por cada tipo de servicio se utilizará como input para el modelo de programación por metas.

8.3. Programación

Retomando el problema para continuar con la aplicación, la falta de claridad sobre la combinación ideal de técnicos senior y auxiliares que se necesita para dar respuesta a la demanda de servicios de mantenimiento, rupturas y trabajos internos (anteriormente pronosticada) satisfaciendo a su vez simultáneamente los objetivos que emanan de la gerencia a través de la minimización de sus desvíos, encamina la continuidad de su análisis con el desarrollo de un modelo que permita darle respuesta, esto es a través de una programación por metas. Se procedió a explorar los datos cuantitativos acompañado de entrevistas con la gerencia para lograr un modelado que represente razonablemente la situación problemática real a través de un proceso de abstracción que permitió identificar las variables de entradas, las variables de salida y sus relaciones matemáticas.

Las variables de decisión, coeficientes, restricciones, metas y desvíos que permiten el modelado matemático se detallan a continuación:

i. Variables de Decisión:

HN Senior Services: Horas normales utilizadas de técnicos Senior para realizar Services
HN Senior Interno: Horas normales utilizadas de técnicos Senior para realizar Interno
HN Senior Reparación: Horas normales utilizadas de técnicos Senior para realizar Reparación
HE Senior Services: Horas extra utilizadas de técnicos Senior para realizar Services
HE Senior Interno: Horas extra utilizadas de técnicos Senior para realizar Interno
HE Senior Reparación: Horas extra utilizadas de técnicos Senior para realizar Reparación
HN Auxiliar Services: Horas normales utilizadas de técnicos Auxiliar para realizar Services
HN Auxiliar Interno: Horas normales utilizadas de técnicos Auxiliar para realizar Interno
HE Auxiliar Services: Horas extra utilizadas de técnicos Auxiliar para realizar Services
HE Auxiliar Interno: Horas extra utilizadas de técnicos Auxiliar para realizar Interno
H a conseguir Senior Services: Horas de técnicos a conseguir Senior para realizar Services
H a conseguir Senior Interno: Horas de técnicos a conseguir Senior para realizar Interno
H a conseguir Senior Reparación: Horas de técnicos a conseguir Senior para realizar Reparación
H a conseguir Auxiliar Services: Horas de técnicos a conseguir Auxiliar para realizar Services
H a conseguir Auxiliar Interno: Horas de técnicos a conseguir Auxiliar para realizar Interno

ii. Restricciones y Metas:

- R1 Demanda Services**

$$\begin{aligned}
 &(1 * HN Senior Serv) + (1 * HE Senior Serv) + (1 * HN Aux Serv) \\
 &\quad + (1 * HE Aux Serv) + (1 * H a conseq Senior Serv) \\
 &\quad + (1 * H a conseq Aux Serv) \\
 &= Demanda Services Pronosticada para el mes
 \end{aligned}$$

- R2 Demanda Interno**

$$\begin{aligned}
 &(1 * HN Senior Int) + (1 * HE Senior Int) + (1 * HN Aux Int) + (1 * HE Aux Int) \\
 &\quad + (1 * H a conseq Senior Int) + (1 * H a conseq Aux Int) \\
 &= Demanda Interno Pronosticada para el mes
 \end{aligned}$$

- R3 Demanda Reparación**

$$\begin{aligned}
 &(1 * HN Senior Rep) + (1 * HE Senior Rep) + (1 * H a conseq Senior Rep) \\
 &= Demanda Reparación Pronosticada para el mes
 \end{aligned}$$

- R4 Capacidad Horas Normales Senior**

$$(1 * HN Senior Serv) + (1 * HN Senior Int) + (1 * HN Senior Rep) \leq 600 \text{ Capacidad Senior sin incorporación a planta}$$

- **R5 Capacidad Horas Normales Auxiliar**

$$(1 * HN Aux Serv) + (1 * HN Aux Int) \leq 600 \text{ Capacidad Auxiliar sin incorporación a planta}$$

- **R6 Política Horas Extras máximas Senior**

$$(1 * HE Senior Serv) + (1 * HE Senior Int) + (1 * HE Senior Rep) \leq 20 \text{ Política tope HE Senior}$$

- **R7 Política Horas Extras máximas Auxiliar**

$$(1 * HE Aux Serv) + (1 * HE Aux Int) \leq 40 \text{ Política tope HE Auxiliar}$$

- **M1 Facturación Services**

$$\begin{aligned} & (50 * HN Senior Serv) + (50 * HE Senior Serv) + (50 * HN Aux Serv) \\ & + (50 * HE Aux Serv) + (50 * H a conseq Senior Serv) \\ & + (50 * H a conseq Aux Serv) \\ & = 40\% \text{ Facturación} + d1 - d1 \end{aligned}$$

- **M2 Facturación Interno**

$$\begin{aligned} & (59 * HN Senior Int) + (59 * HE Senior Int) + (59 * HN Aux Int) + (59 * HE Aux Int) \\ & + (59 * H a conseq Senior Int) + (59 * H a conseq Aux Int) \\ & = 20\% \text{ Facturación} + d2 - d2 \end{aligned}$$

- **M3 Facturación Reparación**

$$\begin{aligned} & (74 * HN Senior Rep) + (74 * HE Senior Rep) + (74 * H a conseq Senior Rep) \\ & = 40\% \text{ Facturación} + d3 - d3 \end{aligned}$$

- **M4 Costo**

$$\begin{aligned} & (30 * HN Senior Serv) + (30 * HN Senior Int) + (30 * HN Senior Rep) \\ & + (60 * HE Senior Serv) + (60 * HE Senior Int) + (60 * HE Senior Rep) \\ & + (25 * HN Aux Serv) + (25 * HN Aux Int) + (50 * HE Aux Serv) \\ & + (50 * HE Aux Int) + (56 * H a conseq Senior Serv) \\ & + (56 * H a conseq Senior Int) + (56 * H a conseq Senior Rep) \\ & + (52 * H a conseq Aux Serv) + (52 * H a conseq Aux Int) \\ & = \text{Costo meta } 40\% \text{ de la facturación} + d4 - d4 \end{aligned}$$

- **M5 Disminuir utilización de Horas Extra Senior**

$$(1 * HE Senior Serv) + (1 * HE Senior Int) + (1 * HE Senior Rep) \\ = 0 Reducción de utilización HE Senior + d5 - d5$$

- **M6 Disminuir utilización de Senior para services**

$$(1 * HN Senior Serv) + (1 * HE Senior Serv) + (1 * H a consej Senior Serv) \\ = 0 Reducción de utilización de Senior para service + d6 - d6$$

- **M7 Tope de tercerización Senior**

$$(1 * H a consej Senior Serv) + (1 * H a consej Senior Int) \\ + (1 * H a consej Senior Rep) \\ = 700 Objetivo de tercerización senior como máx + d7 - d7$$

- **M8 Tope de tercerización Auxiliar**

$$(1 * H a consej Aux Serv) + (1 * H a consej Aux Int) \\ = 700 Objetivo de tercerización auxiliar como máx + d8 - d8$$

iii. Desvíos de las Metas:

- **d1+:** desvío en exceso meta 1 **Facturación Service**
- **d1-:** desvío en defecto meta 1 **Facturación Service**
- **d2+:** desvío en exceso meta 2 **Facturación Interno**
- **d2-:** desvío en defecto meta 2 **Facturación Interno**
- **d3+:** desvío en exceso meta 3 **Facturación Reparación**
- **d3-:** desvío en defecto meta 3 **Facturación Reparación**
- **d4+:** desvío en exceso meta 4 **Costo**
- **d4-:** desvío en defecto meta 4 **Costo**

- **d5+:** desvío en exceso meta 5 **No utilización Horas Extras Senior**
- **d5-:** desvío en defecto meta 5 **No utilización Horas Extras Senior**
- **d6+:** desvío en exceso meta 6 **No utilización Horas Senior para services**
- **d6-:** desvío en defecto meta 6 **No utilización Horas Senior para services**
- **d7+:** desvío en exceso meta 7 **Cantidad máx de tercerización senior**
- **d7-:** desvío en defecto meta 7 **Cantidad máx de tercerización senior**
- **d8+:** desvío en exceso meta 8 **Cantidad máx de tercerización auxiliar**
- **d8-:** desvío en defecto meta 8 **Cantidad máx de tercerización auxiliar**

iv. Función Objetivo:

(FO) Minimizar los desvios = $(D1+) + (D1-) + (D2+) + (D2-) + (D3+) + (D3-) + (D4+) + (50 * D5+) + (D6+) + (100 * D7+) + (100 * D8+)$

Una vez obtenidas las demandas mensuales pronosticadas se consiguió el input necesario para definir el lado derecho de las restricciones de demanda en cada uno de los tipos de servicios analizados por cada uno de los meses. El resto de los parámetros se obtuvieron a través del estudio cuantitativo de los datos y entrevistas con la gerencia. De lo anterior surgieron los siguientes:

- La restricción de capacidad mensual de horas normales de técnicos Senior en planta se calculó partiendo de los 5 técnicos disponibles actualmente tomando que trabajan 20 días al mes y que de las horas totales en la empresa solo 6 pueden usarse para realizar los trabajos aquí analizados, dando 600 horas de capacidad mensual.

- La restricción de capacidad mensual de horas normales de técnicos Auxiliares en planta se calculó partiendo de los 5 técnicos disponibles actualmente tomando que trabajan 20 días al mes y que de las horas totales en la empresa solo 6 pueden usarse para realizar los trabajos aquí analizados, dando 600 horas de capacidad mensual.
- La restricción de política de horas extras mensuales para los técnicos Senior que está definida es que como máximo realicen 20 horas extras para no sobrecargar de trabajo al personal especializado.
- La restricción de política de horas extras mensuales para los técnicos Auxiliares que está definida es que como máximo realicen 40 horas extras, que es el doble que el límite establecido para los Senior, pero aun así se encuentra por debajo del límite legal de 48 horas mensuales, persiguiendo el mismo fin, no sobrecargar tanto de trabajo al personal.
- Las metas de facturación por mes están definidas por el deseo de la gerencia de que se mantenga un equilibrio entre la facturación de los distintos servicios y que en caso de eso no ocurra se detecten los desvíos. Se estableció la siguiente relación: 40% Services, 20% Interno, 40% Reparación). Cabe aclarar que la facturación depende de la demanda pronosticada para el mes.
- La meta de costos responde al requerimiento de mantener un control de los costos para que no excedan el límite del 40% de la facturación del mes.
- La meta de no utilización de horas extras Senior responde al deseo de la gerencia de retener el personal especializado, a través de evitar la sobrecarga horaria demanda del mismo, pero permitiendo desvíos cuando sea necesario.

- La meta de no utilización de técnicos Senior para realización de services se debe a que, si bien están capacitados para de respuesta a cualquiera de los trabajos, la gerencia solicita que se evite su utilización en dicho servicio, ya que el trabajo de services es el que menos especialización requiere, siendo recomendable que se aboquen a aquellos que demanden una mayor especialización, por ejemplo, son los únicos que pueden resolver Reparaciones.
- Las metas de no exceder la utilización de horas a conseguir fuera de la planta (tercerizar o contratar temporalmente) de cada uno de los tipos de técnicos se deben a que la empresa en realidad depende de la disponibilidad de técnicos temporales en el mercado, siendo razonable que esta disponibilidad no sea ilimitada. La experiencia ofrece la información de que hasta 700 horas son razonablemente conseguibles, luego de dicho límite se corre un mayor riesgo de no lograr satisfacer la demanda por falta de disponibilidad de operarios.

La programación se realizó para cada mes pronosticado.

Tabla 5.1. Programación realizada con la demanda del mes de Julio:

	HN Senior Serv	HN Senior Int	HN Senior Rep	HE Senior Serv	HE Senior Int	HE Senior Rep	HN Aux Serv	HN Aux Int	HE Aux Serv	HE Aux Int
VD	0,00	0,00	600,00	0,00	0,00	20,00	600,00	0,00	40,00	0,00
CO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Demanda Service	R1	1		1			1		1	
Demanda Interno	R2		1		1			1		1
Demanda Reparación	R3		1			1				
Capacidad Hnorm Senior	R4	1	1	1						
Capacidad Hnorm Auxiliar	R5						1	1		
Política Hextra Máx Senior	R6				1	1				
Política Hextra Máx Auxiliar	R7								1	1
Facturación Service	M1	50			50		50		50	
Facturación Interno	M2		59			59		59		59
Facturación Reparación	M3			74		74				
Costo	M4	30	30	30	60	60	25	25	50	50
Disminuir util Hextra Senior	M5				1	1				
Disminuir utilización Senior para service	M6	1			1					
No superar tope de tercerización senior	M7									
No superar tope de tercerización auxiliar	M8									

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.2. Programación realizada con la demanda del mes de Julio:

H a conseg Senior Serv	H a conseg Senior Int	H a conseg Senior Rep	H a conseg Aux Serv	H a conseg Aux Int
0,00	0,00	825,23	604,00	184,80
0	0	0	0	0
1	1	1	1	1
50	59	74	50	59
56	56	56	52	52
1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.3. Programación realizada con la demanda del mes de Julio:

D1+	D1-	D2+	D2-	D3+	D3-	D4+	D4-	D5+	D5-	D6+	D6-	D7+	D7-	D8+	D8-		
0	9820,2476	0	25106,7468	34926,9944	0	51410,5564	0	20	0	0	0	125,233	0	88,803	0		
1	1	1	1	1	1	1	0	50	0	1	0	100	0	100	0	143.668,15	LD
																1.244,00	= 1.244,00
																184,80	= 184,80
																1.445,23	= 1.445,23
																600,00	<= 600,00
																600,00	<= 600,00
																20,00	<= 20,00
																40,00	<= 40,00
-1	1															\$ 72.020,25	= \$ 72.020,25
		-1	1													\$ 36.010,12	= \$ 36.010,12
				-1	1											\$ 72.020,25	= \$ 72.020,25
						-1	1									\$ 72.020,25	= \$ 72.020,25
								-1	1							0,00	= 0,00
										-1	1					0,00	= 0,00
												-1	1			700,00	= 700,00
														-1	1	700,00	= 700,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.4. Resultados obtenidos aplicando programación por metas para el mes de Julio:

ANÁLISIS DE RESULTADOS			
Utilización Horas Normales Senior	600	HN Senior Services	0
		HN Senior Interno	0
		HN Senior Reparación	600
Utilización Horas Extras Senior	20	HE Senior Services	0
		HE Senior Interno	0
		HE Senior Reparación	20
Utilización Horas Normales Auxiliar	600	HN Auxiliar Services	600
		HN Auxiliar Interno	0
Utilización Horas Extras Auxiliar	40	HE Auxiliar Services	40
		HE Auxiliar Interno	0
Tercerización Horas Senior	825	H a conseguir Senior Services	0
		H a conseguir Senior Interno	0
		H a conseguir Senior Reparación	825,233
Tercerización Horas Aux	789	H a conseguir Auxiliar Services	604
		H a conseguir Auxiliar Interno	184,803

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.5. Desvíos obtenidos aplicando programación por metas para el mes de Julio:

Facturación Service	D1+ \$ 0,00	
	D1- \$ 9.820,25	Se facturó de menos respecto a la meta Facturación Service
Facturación Interno	D2+ \$ 0,00	
	D2- \$ 25.106,75	Se facturó de menos respecto a la meta Facturación Interno
Facturación Reparación	D3+ \$ 34.926,99	Se facturó de más respecto a la meta Facturación Reparación
	D3- \$ 0,00	
Costo	D4+ \$ 51.410,56	Se gastó de más respecto a la meta Costo
	D4- \$ 0,00	
Disminuir util Hextra Senior	D5+ 20	Se utilizó de más respecto a la meta Disminuir util Hextra Senior
	D5- 0	
Disminuir utilización Senior para services	D6+ 0	
	D6- 0	
No superar tope de tercerización senior	D7+ 125,233	Se sobrepaso la meta No superar tope de tercerización senior
	D7- 0	
No superar tope de tercerización auxiliar	D8+ 88,803	Se sobrepaso la meta No superar tope de tercerización auxiliar
	D8- 0	
	VO	143.668,15

Fuente: elaboración propia.

El mismo criterio de programación se realizó para repetirlo en cada mes pronosticado. A su vez se analizó la alternativa de contratar un técnico Senior y un técnico Auxiliar, quedando en 6 senior y 6 auxiliares los operarios en planta para afrontar la demanda. De lo cual se armó cuadros resumen de los resultados de las alternativas.

Tabla 6. Situación Actual. Resultados obtenidos aplicando programación por metas para 12 meses:

		Se terceriza												
		Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	
Utilización sin modificación	Utilización Horas Normales Senior	214,825	268,578	413,142	600	600	600	600	600	572,06	353,565	274,447	404,066	
	Utilización Horas Extras Senior	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	
	Utilización Horas Normales Auxiliar	600	347,383	280,546	600	600	600	600	563,113	485,717	162,205	358,394	600	
	Utilización Horas Extras Auxiliar	0	0	0	40	40	40	40	0	0	0	0	0	
	Tercerización Horas Senior	0	0	0	69,332	825,233	604,024	441,883	96,013	0	0	0	0	
	Tercerización Horas Aux	0	0	0	65,254	788,803	412,707	700	0	0	0	0	0	
VO		50.902,73	25.845,26	26.076,86	36.828,27	143.668,15	96.903,87	67.847,53	42.499,92	33.872,62	25.361,81	14.712,59	39.749,01	604.268,63

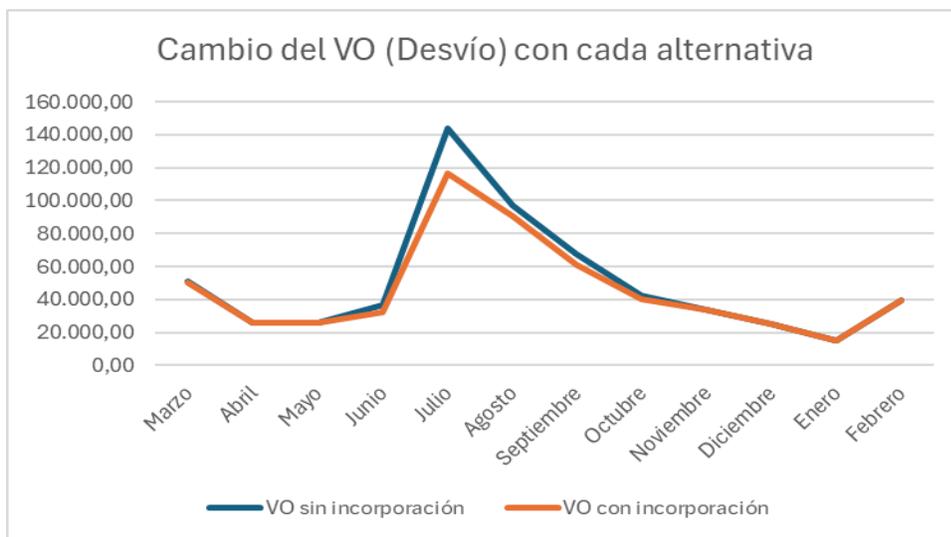
Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Alternativa Propuesta. Resultados obtenidos aplicando programación por metas para 12 meses:

Utilización con la incorporación de 1 senior y 1 auxiliar	Utilización Horas Normales Senior	152,391	268,578	413,142	669,332	720	720	720	696,013	572,06	353,565	274,447	365,312	
	Utilización Horas Extras Senior	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	
	Utilización Horas Normales Auxiliar	662,434	347,383	280,546	705,254	720	720	720	563,113	485,717	162,205	358,394	638,754	
	Utilización Horas Extras Auxiliar	0	0	0	0	40	40	40	0	0	0	0	0	
	Tercerización Horas Senior	0	0	0	0	705,233	484,024	264,66	0	0	0	0	0	
	Tercerización Horas Aux	0	0	0	0	668,803	292,707	637,223	0	0	0	0	0	
VO		50.590,56	25.845,26	26.076,86	32.263,78	116.427,85	90.543,87	61.258,64	40.003,58	33.872,62	25.361,81	14.712,59	39.555,24	556.512,67
		Cambia el VO		Cambia el VO		Cambia el VO	Cambia el VC	Cambia el VC	Cambia el VO				Cambia el VO	
						Se terceriza	Se terceriza	Se terceriza						47.755,96
														Se reducen los desvíos con la contratación de 2 empleados

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 3: Cambio en el valor objetivo (desvíos) con cada alternativa.



Fuente: elaboración propia.

Se observa que los desvíos disminuyen en un valor de 47755,96 respecto a la situación sin alteración de la capacidad disponible de la empresa. Con lo cual la alternativa contribuye a una mayor satisfacción de las metas minimizando sus desvíos.

Por otro lado, bajo el supuesto de que la demanda se debe cumplir ya sea con el personal de planta como el que se consigue por fuera y cada una de esas tienen su precio de facturación por tipo de servicio demandado se procede a analizar los costos que es donde se plasman los diferenciales.

Tabla 7. Costos situación actual

Meses	Costos mensuales Fijos	Horas Extra Senior	Horas Extra Auxiliar	Costo Horas Extra	Horas a tercerizar Senior	Horas a tercerizar Auxiliar	Costo de tercerización	Costo Total de Servicios
Marzo	\$ 33.000,00	0	0	\$ 0,00	0	0	\$ 0,00	\$ 33.000,00
Abril	\$ 33.000,00	0	0	\$ 0,00	0	0	\$ 0,00	\$ 33.000,00
Mayo	\$ 33.000,00	0	0	\$ 0,00	0	0	\$ 0,00	\$ 33.000,00
Junio	\$ 33.000,00	0	40	\$ 2.000,00	69,332	65,254	\$ 7.275,80	\$ 42.275,80
Julio	\$ 33.000,00	20	40	\$ 3.200,00	825,233	788,803	\$ 87.230,80	\$ 123.430,80
Agosto	\$ 33.000,00	0	40	\$ 2.000,00	604,024	412,707	\$ 55.286,11	\$ 90.286,11
Septiembre	\$ 33.000,00	0	40	\$ 2.000,00	441,883	700	\$ 61.145,45	\$ 96.145,45
Octubre	\$ 33.000,00	0	0	\$ 0,00	96,013	0	\$ 5.376,73	\$ 38.376,73
Noviembre	\$ 33.000,00	0	0	\$ 0,00	0	0	\$ 0,00	\$ 33.000,00
Diciembre	\$ 33.000,00	0	0	\$ 0,00	0	0	\$ 0,00	\$ 33.000,00
Enero	\$ 33.000,00	0	0	\$ 0,00	0	0	\$ 0,00	\$ 33.000,00
Febrero	\$ 33.000,00	0	0	\$ 0,00	0	0	\$ 0,00	\$ 33.000,00
	\$ 396.000,00			\$ 9.200,00			\$ 216.314,89	\$ 621.514,89

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Costos alternativa incorporando dos técnicos (1 senior y 1 auxiliar)

Meses	Costos mensuales	Horas Extra Senior	Horas Extra Auxiliar	Costo Horas Extra	Horas a tercerizar Senior	Horas a tercerizar Auxiliar	Costo de tercerización	Costo Total de Servicios
Marzo	\$ 39.600,00	0	0	\$ 0,00	0	0	\$ 0,00	\$ 39.600,00
Abril	\$ 39.600,00	0	0	\$ 0,00	0	0	\$ 0,00	\$ 39.600,00
Mayo	\$ 39.600,00	0	0	\$ 0,00	0	0	\$ 0,00	\$ 39.600,00
Junio	\$ 39.600,00	0	0	\$ 0,00	0	0	\$ 0,00	\$ 39.600,00
Julio	\$ 39.600,00	20	40	\$ 3.200,00	705,233	668,803	\$ 74.270,80	\$ 117.070,80
Agosto	\$ 39.600,00	0	40	\$ 2.000,00	484,024	292,707	\$ 42.326,11	\$ 83.926,11
Septiembre	\$ 39.600,00	0	40	\$ 2.000,00	264,66	637,223	\$ 47.956,56	\$ 89.556,56
Octubre	\$ 39.600,00	0	0	\$ 0,00	0	0	\$ 0,00	\$ 39.600,00
Noviembre	\$ 39.600,00	0	0	\$ 0,00	0	0	\$ 0,00	\$ 39.600,00
Diciembre	\$ 39.600,00	0	0	\$ 0,00	0	0	\$ 0,00	\$ 39.600,00
Enero	\$ 39.600,00	0	0	\$ 0,00	0	0	\$ 0,00	\$ 39.600,00
Febrero	\$ 39.600,00	0	0	\$ 0,00	0	0	\$ 0,00	\$ 39.600,00
	\$ 475.200,00			\$ 7.200,00			\$ 164.553,47	\$ 646.953,47
							aumento de costo total anual al incorporar 2 empleados a	104%
							Diferencial	\$ 25.438,58
							el aumento es un 4% de los costos totales sin cambio	4%

Fuente: Elaboración propia

Se observa que al contratar los dos técnicos (1 senior y 1 auxiliar) si bien los costos totales aumentan un 4% para los 12 meses pronosticados que se realizó la programación por metas. Los desvíos de las metas se reducen notablemente pasando de 604.268,63 a 556.512,67, lo que significa una reducción de un 8% de los desvíos para los 12 meses con la nueva alternativa. De esta manera se obtuvo información para presentar a la gerencia que le permita tomar decisiones informadas.

Se realizó la comparación de ambos escenarios en cuanto a las Ventas y los Costos y se obtuvo una ganancia mayor con la contratación de los nuevos técnicos:

Tabla 9. Utilidad con contratación y sin contratación

CON CONTRATACION		SIN CONTRATACION	
VENTAS	\$ 986.755,94	VENTAS	\$ 923.370,00
COSTO	-\$ 646.953,47	COSTO	-\$ 621.514,89
UTILIDAD	\$ 339.802,47	UTILIDAD	\$ 301.855,11

Fuente: Elaboración propia en base a resultados del modelo.

IX. CONCLUSIONES

La investigación realizada sobre la gestión de técnicos en Pueblo S.A. ha revelado varias áreas clave que podrían mejorar la eficiencia operativa y ayudar a alcanzar las metas organizacionales. Dado el incremento estacional de la demanda en los meses de julio, agosto y septiembre, teniendo en cuenta las

políticas empresariales sobre la gestión de manejo de horas extras, es aconsejable considerar la contratación de colaboradores temporales y la incorporación de dos técnicos adicionales, uno senior y uno auxiliar, para satisfacer las metas de servicio y minimizar los costos proyectados.

La adopción de un enfoque de programación por metas es fundamental para la toma de decisiones en la asignación de horas de trabajo, permitiendo cumplir con el 100% de la demanda de servicios técnicos y minimizar los costos de contratación, al tiempo que se optimiza la facturación y se satisface la demanda.

Finalmente, se destaca la importancia de enfocarse en el desarrollo profesional continuo y la retención de talento en el equipo técnico, lo que mejorará la satisfacción laboral y garantizará que el personal esté mejor capacitado para manejar la demanda de servicios de manera eficiente y efectiva.

X. RECOMENDACIONES

- Conocer la mezcla de horas que satisface las metas y así observar el cambio en los costos totales proyectados según los escenarios analizados mediante la aplicación de herramienta de pronósticos. El análisis incluye tres años (2021, 2022 y 2023) para los servicios internos, mantenimiento y reparaciones.
- Armado de una tabla explicativa de los costos totales para cada uno de los escenarios, que permitirá la exposición y comparación de las distintas alternativas. Por lo tanto, recomendamos que la opción que más beneficiaría a la empresa es la incorporación de 2 técnicos, un técnico senior y un técnico auxiliar.

- Recomendamos adaptar para la toma de decisiones a la política establecida de horas extras con el fin de evitar la sobrecarga y agotamiento del personal técnico. Esto reduciría la rotación de personal y mejora del clima laboral.
- Para los meses de julio, agosto y septiembre, que presentan un incremento sustancial de la demanda de los servicios brindados por la empresa, se recomienda la contratación de colaboradores temporales.

XI. APENDICE

11.1. Entrevista al Gerente de Posventa de la Empresa:

- ¿Cuál es su enfoque general para gestionar las horas extras en su empresa? ¿Tienen políticas específicas al respecto?
- ¿Cómo equilibra la necesidad de horas extras con el bienestar y la satisfacción laboral de sus empleados?
- ¿Qué medidas toma para garantizar que el trabajo se realice de manera eficiente durante las horas regulares, minimizando así la necesidad de horas extras?
- ¿Cuál es su estrategia para reclutar y contratar nuevos técnicos? ¿Qué criterios son más importantes para usted al seleccionar tanto a técnicos senior como a auxiliares?
- ¿Cómo aborda el desarrollo profesional y la retención del talento en su equipo técnico?
- ¿Qué iniciativas implementa para garantizar la satisfacción de la demanda de servicios de mantenimiento por parte de sus clientes?
- ¿Cómo maneja los picos de demanda estacional en la industria agrícola?

- ¿Cuáles son los mayores desafíos que enfrenta su empresa en términos de gestión de recursos humanos y cómo los aborda?

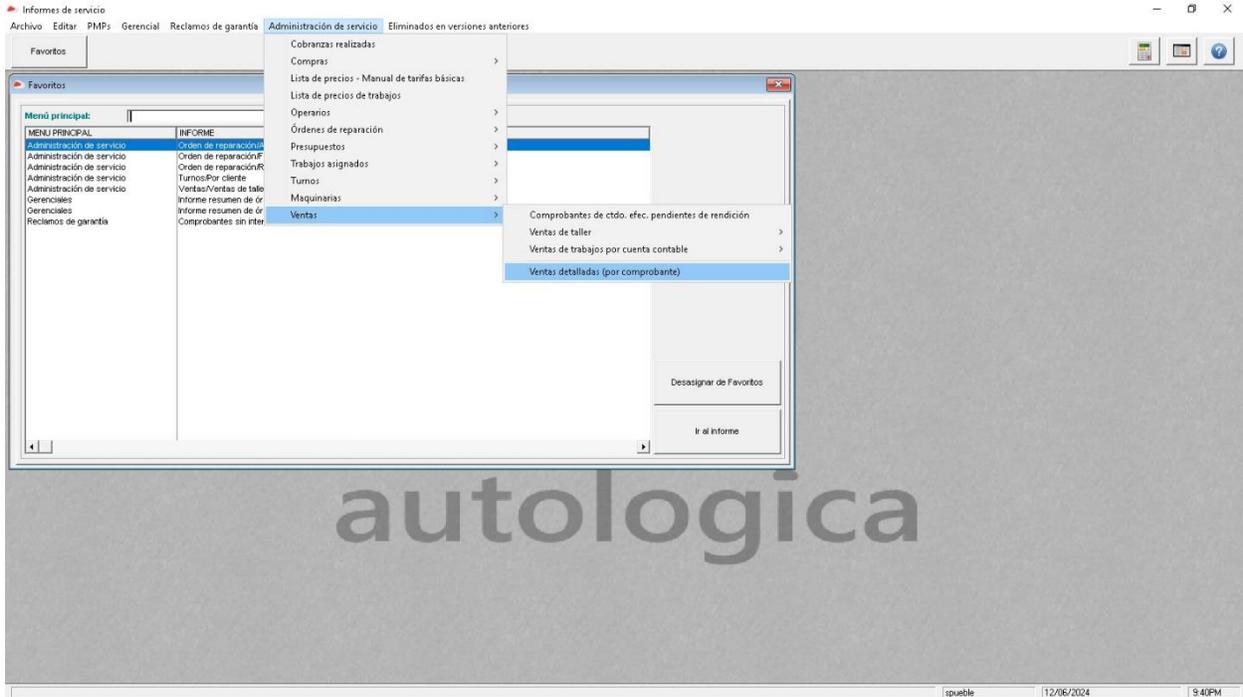
XII. ANEXO

Imagen 1. Sistema integrado de Gestión.



Fuente: Empresa Pueble S.A.

Imagen 2. Sistema integrado de Gestión.



Fuente: Empresa Pueble S.A.

XIII. BIBLIOGRAFIA

Eppen, G. D., Gould, F. J., Schmidt, C. P., Moore, J. H., & Weatherford, L. R. (2016) Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa. Pearson.

Hernández Sampieri, Roberto (2014). Metodología de la investigación. México: Mc Graw Hill.

Render, B., Stair, R.M., & Hanna, M.E. (2013). Métodos cuantitativos para los negocios (12ª ed.). Pearson Educación.

Robbins S., Judge T. (2009). *Comportamiento organizacional*. Pearson.

Walpole R.E. y Myers R.H. (1994). Probabilidad y estadística. 4ª edición. México D.F. McGraw-Hill.