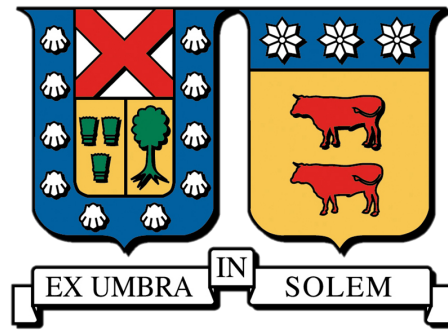




**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA  
DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS**

**PLAN DE MEJORAMIENTO OPERACIONAL HIDROFERRETERÍA  
EXSACOP: GESTIÓN DE INVENTARIOS, PRONÓSTICOS DE  
DEMANDA Y ANÁLISIS ORGANIZACIONAL**

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL**

**AUTOR**

**JOAQUÍN ALIAGA ENCINA**

**PROFESOR GUÍA**

**FREDY KRISTJANPOLLER RODRIGUEZ**

**VALPARAÍSO DE CHILE, 9 DE ENERO 2025**

## Tabla de Contenidos

|                                                      |           |
|------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Agradecimientos</b>                            | <b>4</b>  |
| <b>2. Resumen</b>                                    | <b>5</b>  |
| <b>3. Problema de Investigación</b>                  | <b>7</b>  |
| <b>4. Objetivos</b>                                  | <b>9</b>  |
| 4.1. Objetivo General . . . . .                      | 9         |
| 4.2. Objetivos Específicos . . . . .                 | 9         |
| <b>5. Marco Teórico</b>                              | <b>10</b> |
| 5.1. FODA . . . . .                                  | 10        |
| 5.2. Administración de Inventarios . . . . .         | 11        |
| 5.3. Clasificación ABC . . . . .                     | 12        |
| 5.4. Pronósticos de Demanda . . . . .                | 12        |
| 5.5. Componentes de la Demanda . . . . .             | 14        |
| 5.6. Errores del Pronóstico . . . . .                | 16        |
| 5.7. Análisis de Series de Tiempo . . . . .          | 19        |
| 5.7.1. Promedio Móvil Simple . . . . .               | 19        |
| 5.7.2. Suavizamiento Exponencial . . . . .           | 21        |
| 5.7.3. Descomposición por Series de Tiempo . . . . . | 22        |
| 5.7.4. Regresión por Mínimos Cuadrados . . . . .     | 23        |
| <b>6. Metodología</b>                                | <b>26</b> |

|                                                 |           |
|-------------------------------------------------|-----------|
| 6.1. Análisis Cualitativo . . . . .             | 26        |
| 6.2. Fuentes de datos y procesamiento . . . . . | 26        |
| 6.3. Clasificación ABC . . . . .                | 28        |
| 6.4. Herramientas de Optimización . . . . .     | 28        |
| 6.5. Resumen Metodología . . . . .              | 31        |
| <b>7. Caso Práctico</b>                         | <b>33</b> |
| 7.1. Antecedentes . . . . .                     | 33        |
| 7.2. Procesos . . . . .                         | 36        |
| 7.3. Diagnóstico . . . . .                      | 39        |
| 7.3.1. FODA . . . . .                           | 39        |
| 7.4. Estudio de Mercado . . . . .               | 42        |
| 7.4.1. Competencia . . . . .                    | 42        |
| 7.5. Clasificación ABC . . . . .                | 45        |
| 7.6. Productos de estudio . . . . .             | 48        |
| 7.6.1. Tubo Sanitario Gris . . . . .            | 48        |
| 7.6.2. Bomba Pozo Profundo . . . . .            | 49        |
| 7.6.3. Tubos Sanitarios Blancos . . . . .       | 49        |
| 7.6.4. Anillo y Rejilla . . . . .               | 50        |
| 7.6.5. Aspersor . . . . .                       | 51        |
| 7.6.6. Bombas Pedrollos . . . . .               | 52        |
| 7.6.7. Tubo PVC Presión . . . . .               | 53        |
| 7.6.8. Tubo PVC Colector . . . . .              | 54        |



|                                       |           |
|---------------------------------------|-----------|
| 7.6.9. Rollo HDPE . . . . .           | 55        |
| 7.7. Pronósticos de Demanda . . . . . | 56        |
| <b>8. Resultados</b>                  | <b>68</b> |
| <b>9. Conclusiones</b>                | <b>75</b> |
| <b>10. Anexos</b>                     | <b>77</b> |
| <b>11. Referencias</b>                | <b>94</b> |

## 1. Agradecimientos

A mis padres por siempre motivarme a aprender y superarme día a día en cada uno de los obstáculos de la vida, por criarme y cerciorarse de que nunca me faltara nada y por hacer posible el sueño de un título profesional.

A mi polola por soportarme y apoyarme durante todo el proceso, siempre buscando aminorar lo más posible mi carga cotidiana, nada de esto podría haber sido posible sin ella.

A mis amigos y familia que formaron parte de este proceso y que siempre hicieron más amena mi estadía y proceso universitario, siempre sacando una sonrisa y alguna carcajada.

A todos, Gracias Totales!

## 2. Resumen

La gestión de operaciones en cualquier tipo de organización es una actividad fundamental para asegurar el éxito en todo horizonte de tiempo, permitiendo optimizar procesos cuyos resultados se reflejan en una reducción de costos, aseguramiento de la calidad, desarrollo de ventajas competitivas, entre otros aspectos positivos para el crecimiento de la entidad. Para ello es importante conocer previamente la situación actual de la empresa, con el objetivo de dilucidar oportunidades y amenazas que podrían ser provechosas en el perfeccionamiento del análisis y toma de decisiones.

**Hidroferreteria Exsacop** actualmente carece de metodologías específicas para la gestión de procesos, siendo este estudio una propuesta inicial para la implementación de mejoras enfocadas en la administración de inventarios. Durante el desarrollo del análisis, se realizó una clasificación ABC con el objetivo de identificar productos destacados por su nivel de ventas en la organización, categorizando un total de 1.746 artículos de los cuales 366 fueron determinados como categoría A, representando un 20,96 % de los productos totales.

A continuación, tomando en cuenta el registro de venta desde junio 2023, se compararon diversas metodologías de pronósticos para los productos seleccionados, específicamente los modelos de promedio móvil tres periodos, suavizamiento exponencial simple y descomposición de series de tiempo por la metodología de mínimos cuadrados. Se obtuvo que cada técnica se adaptó, por lo menos, al comportamiento de uno de los productos seleccionados. Además, se utilizaron herramientas de optimización como **Solver** de Excel y **AMPL** para la obtención de una constante de suavizamiento más ajustada, entregando resultados provechosos en la implementación de ambos modelos. La propuesta final para el plan de mejora en el manejo de inventario de productos claves se presenta en la figura 1:

| Resultados Finales Noviembre |                                                    |      |                |
|------------------------------|----------------------------------------------------|------|----------------|
| Artículo                     | Método de Pronóstico                               | MAD  | F(t) Diciembre |
| Tubo Sanitario Gris          | Suavizamiento Exponencial Solver ( $\alpha=0$ )    | 56   | 112            |
| Bomba Pozo Profundo          | Promedio Móvil 3 Períodos                          | 2,24 | 4              |
| Tubo Sanitario Blanco 160 MM | Suavizamiento Exponencial Solver ( $\alpha=0$ )    | 15   | 25             |
| Tubo Sanitario Blanco 110 MM | Suavizamiento Exponencial Solver ( $\alpha=0,65$ ) | 23   | 55             |
| Anillo y Rejilla             | Suavizamiento Exponencial AMPL ( $\alpha=0,18$ )   | 5,4  | 7              |
| Aspersor                     | Promedio Móvil 3 Períodos                          | 12   | 7              |
| Bomba Pedrollo CPM 190       | Promedio Móvil 3 Períodos                          | 1,3  | 2              |
| Bomba Pedrollo CPM 170       | Suavizamiento Exponencial Solver ( $\alpha=0$ )    | 1    | 2              |
| Tubo PVC Presión             | Suavizamiento Exponencial Solver ( $\alpha=0,75$ ) | 17   | 18             |
| Tubo PVC Colector            | Suavizamiento Exponencial Solver ( $\alpha=0,47$ ) | 19   | 29             |
| Rollo HDPE                   | Suavizamiento Exponencial Solver ( $\alpha=0$ )    | 3    | 5              |

**Figura 1**  
*Resumen Propuesta*

Finalmente, se desarrolla un estudio organizacional enfocado en análisis FODA y estudio de mercado, destacando la gran posición competitiva en la que se encuentra la empresa, en comparación al ambiente competitivo y negociación con los proveedores, principalmente.

### 3. Problema de Investigación

La administración de operaciones es una actividad decisiva, debido que una organización solo puede alcanzar sus metas mediante la acertada dirección de personas, capital, información y materiales (Krajewski y Ritzman ,2000). Es por ello, que cualquier empresa que busque maximizar sus beneficios o minimizar sus costos, debe enfocar sus esfuerzos en estudiar y mejorar constantemente sus diversas operaciones a nivel estratégico, táctico y operativo.

Para la **Hidroferretería Exsacop**, empresa copiapina dedicada a la distribución de grandes variedades y volúmenes de bienes, una de las actividades operacionales clave es la adecuada estimación o pronóstico de la demanda a satisfacer, ya que permite la reducción de costos mediante la optimización de inventarios, mayor eficiencia operativa por mejora en la planificación, y por ende, una mayor satisfacción del cliente, entre muchos otros beneficios. A lo largo de la historia, se ha demostrado que las empresas se benefician de los buenos pronósticos y que pagan el precio de los malos (Nahmias ,1999). A partir de lo anterior, es que se decide trabajar en la construcción de una base de datos sólida, basada en los registros de venta históricos de la empresa, donde posteriormente se permita responder importantes preguntas tales como ¿Cuál es el mejor método de pronóstico?, ¿Como se comporta la demanda?, ¿Cuándo se deben realizar los pedidos de los distintos productos?, entre muchas otras que ayudaran a complementar el análisis.

Como se mencionó anteriormente, uno de los grandes beneficios de pronosticar la demanda es la reducción de costos mediante la optimización de inventario, algo que queda demostrado si es que se toma en cuenta que el costo promedio del inventario en todas la fabricas de los Estados Unidos es del 30 % ó 35 % de su valor, por lo que, los ahorros de un inventario reducido se muestran como un incremento en las utilidades. (Chase, Aquilano, y Jacobs ,2001). Lo anterior significa un

desafío para la empresa cuyo giro es la venta al por mayor de materiales de construcción y artículos de ferretería, representando grandes cantidades de productos a inventariar, lo que dificulta su gestión y control específico. Es por ello, que a través de una clasificación ABC se busca determinar ¿Cuáles son los productos críticos?, ¿Cuánto reportan los diferentes productos a los beneficios de la empresa?, ¿Existen productos que podrían ser eventualmente eliminados?, entre otras preguntas que permitan dar prioridad a aquellos artículos críticos para la organización.

Por otro lado, si bien la gestión operacional es importante, los esfuerzos en esta área no serán los mejores si es que no se define y se detalla de forma clara la estrategia a seguir, poniendo en práctica conceptos básicos de cualquier entidad como lo son la Misión y Visión. Estas herramientas permiten realizar una evaluación objetiva de dónde estamos y hacia dónde queremos ir. Este reconocimiento de los desafíos que enfrenta la organización es esencial para el desarrollo de la agenda estratégica (Arnoldo ,2010).

Finalmente, como forma de ahondar aún más en la dirección estratégica de la empresa y buscar potenciales oportunidades que podrían estar pasando desapercibidas, se busca realizar un análisis del micro y macroentorno mediante la utilización de diversas herramientas como el análisis FODA y estudio de mercado. Realizado el análisis, se debe responder interrogantes tales como ¿Cuáles son las fortalezas y debilidades de la organización?, ¿Que oportunidades y amenazas existen?, ¿Cuál es la estrategia óptima a adoptar por la empresa?, entre muchas otras.

## **4. Objetivos**

### **4.1. Objetivo General**

Elaborar un plan de gestión de inventarios y realizar un análisis organizacional de la Hidroferretería Exsacop en la región de Atacama, con el fin de lograr una asignación de recursos más optima.

### **4.2. Objetivos Específicos**

Definir los productos críticos para la organización, mediante la implementación de la metodología de clasificación ABC.

Estimar de manera precisa la demanda de productos claves, a través del análisis de diferentes métodos de pronóstico.

Realizar un diagnóstico corporativo de la Hidroferretería Exsacop, mediante un estudio de mercado y análisis FODA.

## **5. Marco Teórico**

### **5.1. FODA**

El análisis FODA es una herramienta estratégica que identifica y evalúa los factores más importantes en el contexto de una organización. Este análisis considera, a nivel de macroentorno, las oportunidades y amenazas, y a nivel de microentorno, las fortalezas y debilidades.

La ventaja del FODA es que resume los aspectos clave del entorno empresarial y la capacidad estratégica de una organización que es más probable que influyan en el desarrollo de la estrategia (Johnson, Scholes, y Whittington ,2008). El análisis permite identificar áreas de mejora, aprovechar ventajas competitivas, desarrollar estrategias, tomar decisiones, entre muchos otros beneficios.

Cuando se utiliza correctamente, el análisis FODA puede ayudar a encontrar la mejor combinación entre las tendencias ambientales (oportunidades y amenazas) y las capacidades internas. Una estrategia efectiva es aquella que aprovecha las oportunidades de la organización utilizando sus fortalezas y evita las amenazas evitándolas o corrigiendo/compensando las debilidades (Chermack y Kasshanna ,2007). En la figura 2, se presenta una tabla resumen con los componentes del análisis FODA y como estos se relacionan entre sí:

| Factores externos \ Factores internos                                                                                                                                                          | Fortalezas internas (F)                                                                                                                                          | Debilidades internas (D)                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                | Como las administrativas, operativas, financieras, de marketing, investigación y desarrollo e ingeniería                                                         | Como las de las áreas mostradas en el recuadro de Fortalezas                                                                    |
| <b>Oportunidades externas (O)</b><br>(Incluidos los riesgos) como las condiciones económicas actuales y futuras, los cambios políticos y sociales, y nuevos productos, servicios y tecnologías | <b>Estrategia FO: maxi-maxi</b><br>Es potencialmente la estrategia más exitosa, pues utiliza las fortalezas de la organización para aprovechar las oportunidades | <b>Estrategia DO: mini-maxi</b><br>Como la estrategia de desarrollo para superar debilidades y así aprovechar las oportunidades |
| <b>Amenazas externas (A)</b><br>Como los fallos en el suministro de energía, la competencia y áreas similares a las del recuadro Oportunidades                                                 | <b>Estrategia FA: maxi-mini</b><br>Uso de las fortalezas para hacer frente a amenazas o evitarlas                                                                | <b>Estrategia DA: mini-mini</b><br>Como la reducción, liquidación o co inversión para minimizar las debilidades y amenazas      |

**Figura 2**

*Ejemplo Análisis FODA (Koontz, Weihrich, y Cannice ,2012)*

## 5.2. Administración de Inventarios

La administración de los inventarios es una actividad crucial para el área de operaciones, ya que refleja la gestión de uno de los activos más costosos de la empresa, llegando en algunos casos a representar incluso el 50 % del capital total invertido. Para una organización que busca perseguir una estrategia de minimización de costos, la correcta gestión de inventarios es una actividad clave para perseguir dicho objetivo, ya que, si llega a existir un exceso de productos inventariados estos van acompañados de costos de espacio o alquiler de bodega, costos de manipulación por parte de operadores y maquinaria, costos de seguridad en resguardo de los productos, costos energéticos, entre muchos otros. A lo anterior se le debe sumar otros gastos administrativos relacionados con uso de software y sistemas de gestión de inventarios, costos por capital inmovilizado y costo de oportunidad de dicho capital. En caso de falta de inventario se incurre en costos de pérdidas de venta, costos de urgencia para evitar pérdidas de venta, pérdida en el nivel de servicio entregado, etc. El objetivo de la administración de inventario es encontrar un equilibrio entre la inversión en el inventario y en el servicio al cliente. Sin un inventario bien administrado nunca se podrá lograr

una estrategia de bajos costos (Render y Heizer ,2014).

### 5.3. Clasificación ABC

La clasificación ABC es una técnica de gestión de inventario que prioriza los diferentes productos en base a su valor relativo y frecuencia de uso, con una fuerte influencia en el principio de Pareto, el cual defiende que el 80 % de la riqueza se suele concentrar en el 20 % de la población. En el área de operaciones dicho principio hace referencia a que el 20 % de los ítems de las empresas, representan el 80 % del valor total del inventario. Estos pocos artículos son llamados ítems de clase A, los cuales son claves para el negocio, ya que su existencia constituye la mayor parte de la inversión en recursos de inventario, mientras que las categorías conocidas como B y C son numerosas en cantidad, pero su contribución es menos significativa (Méndez y López ,2014). En la figura 3 se visualiza un resumen de resultados obtenidos con la metodología ABC:

| Participación estimada | Clasificación de $n$ | $n$ | Participación de $n$ | Ventas totales | Participación de ventas |
|------------------------|----------------------|-----|----------------------|----------------|-------------------------|
| 0 % - 80 %             | A                    | 28  | 22%                  | 31 372.91      | 80%                     |
| 81 % - 95 %            | B                    | 44  | 35%                  | 5934.65        | 15%                     |
| 96 % - 100 %           | C                    | 54  | 43%                  | 1963.71        | 5%                      |
|                        |                      |     |                      | 39 271.27      |                         |

**Figura 3**  
*Ejemplo Análisis ABC (Méndez y López ,2014)*

### 5.4. Pronósticos de Demanda

La realización de pronósticos es una actividad fundamental para la planeación y control de las operaciones en las empresas, siendo una de las más determinantes el pronóstico de demanda. Dichos pronósticos permiten manejar de manera efectiva y eficiente las decisiones referentes a la

planificación de la producción, gestión de los inventarios, estrategias de marketing y ventas, logística y distribución, planificación financiera, entre muchas otras, convirtiéndose en una actividad transversal, representando una base sólida para la toma de decisiones operativas y estratégicas en cada organización.

En general, se distinguen cuatro clasificaciones básicas de los pronósticos de demanda, mencionados y caracterizados a continuación:

1. **Metodologías Cualitativas:** Son técnicas subjetivas que se basan en juicios y opiniones, generalmente sin depender de datos numéricos. En esta categoría destacan el método Delphi donde un panel de expertos responde cuestionarios iterativos para alcanzar un consenso, también destaca la investigación de mercado que utiliza encuestas y entrevistas para recopilar información, o la analogía histórica que compara el comportamiento de ventas de un producto nuevo con productos similares en el pasado. Estas metodologías pueden ser útiles en productos nuevos o de alta variabilidad, sin embargo, pueden presentar sesgos y ser difíciles de cuantificar.
2. **Análisis de series de tiempo:** Se sustentan en la utilización de los datos históricos para buscar predecir la demanda futura del producto. En esta categoría destacan metodologías como promedio móvil ponderado, suavizamiento exponencial, descomposición de series de tiempo, métodos ARIMA, entre otras que varían según su complejidad y características de los datos. Suelen ser de fácil implementación y de gran eficacia, siempre que se elija el método adecuado.
3. **Relaciones Causales:** Trabajan bajo la premisa de que la variable a pronosticar tiene relaciones de causa y efecto con otras variables del entorno, buscando generar un modelo que

establezca correlaciones entre dichas variables que puedan afectar el comportamiento de la demanda, como pueden ser los precios del mercado, ingreso promedio de los clientes, gastos en publicidad, variaciones en los impuestos y otros factores a analizar. En esta categoría destacan modelos econométricos, análisis de regresión, indicadores líderes, etc.

4. **Simulaciones:** Las simulaciones modelan sistemas complejos y evalúan múltiples escenarios según los supuestos utilizados por el examinador. Son ejecutados normalmente en software computacionales, permitiendo ejecutar variaciones y obtener resultados de forma rápida y certera, al imitar rigurosamente comportamientos de demanda. Permiten manejar mejor la incertidumbre y escenarios hipotéticos, pero requiere de una base de datos fuertemente nutrida.

Cada metodología de pronóstico tiene sus propias ventajas y desventajas, debiendo elegir cual se adapta mejor a la naturaleza del producto, calidad de los datos y política de la compañía. Para el presente trabajo, se utilizarán exclusivamente metodologías de series de tiempo, quedando pendiente ahondar en otras técnicas de pronóstico.

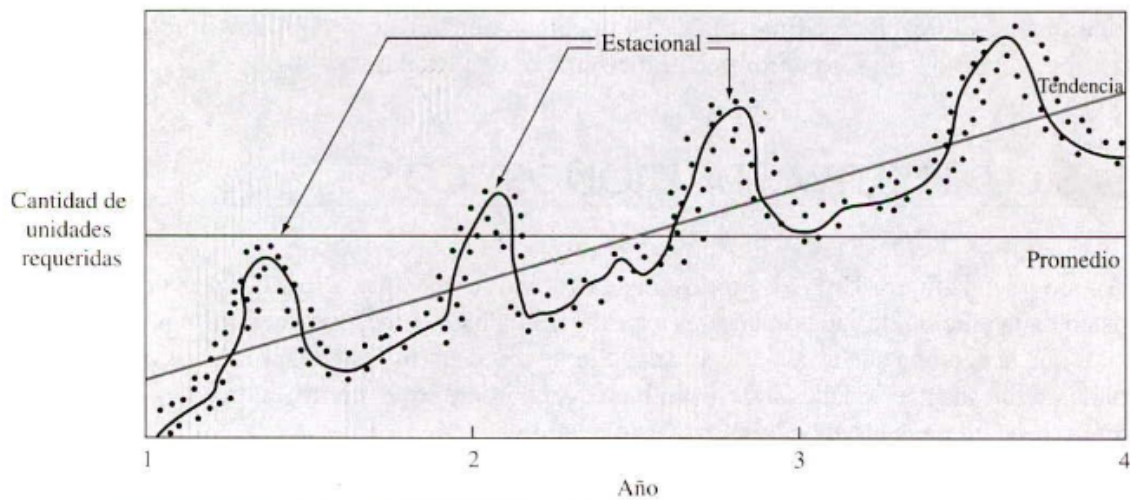
## 5.5. Componentes de la Demanda

Existen componentes básicos de cualquier historial de demanda que son importantes de entender para generar un análisis de calidad y libre de sesgos. Son factores que influyen de manera permanente en el comportamiento de la demanda, principalmente en el largo plazo, permitiendo identificar patrones y generar pronósticos precisos. Dichos componentes son:

1. **Demanda Promedio:** Corresponde al promedio de la totalidad de los datos sin considerar factores estacionales o de tendencia. Actúa como valor de referencia para distinguir si hay un

incremento o una disminución en la demanda, medida fundamental para identificar patrones y tomar decisiones.

2. **Tendencia:** Componente que refleja el cambio direccional de los datos en el largo plazo, presentando un comportamiento creciente, decreciente o estable, convirtiéndose en el principal punto de partida para efectuar un pronóstico. La tendencia es crucial para entender la evolución del mercado, permitiendo anteponerse a cambios en los consumidores.
3. **Estacionalidad:** Presente en fluctuaciones regulares y repetidas en el tiempo, es evidencia de un patrón previsible en los datos, el cual puede estar ligado a una causa o temporada específica. Esta se debe presentar en periodos cortos de tiempo.
4. **Ciclicidad:** Similar a la estacionalidad, pero proyectada en el largo plazo, abarcando periodos superiores a dos años. Las causas de la ciclicidad suelen tener fundamentos económicos, sociales y políticos, generalmente vinculados a variaciones del macroentorno.
5. **Variación Aleatoria:** Variaciones en los datos debido a hechos fortuitos considerada como la parte inexplicable de la demanda. Es un componente aleatorio que no posee factores causales o de tendencia, pero que sigue siendo importante estudiar para determinar la autenticidad de metodologías varias.
6. **Correlación Propia:** Medida estadística importante para determinar el nivel de relación entre diversas variables, midiendo el grado de dependencia entre estas.

**Figura 4**

*Ejemplo de Promedio, Tendencia y Estacionalidad (Chase y cols. ,2001)*

En la figura 4 se muestran algunos de los componentes mencionados. A excepción de la correlación, todos los otros componentes van a cumplir un rol fundamental en el análisis de los pronósticos de demanda, siendo factores determinantes en diversas decisiones.

## 5.6. Errores del Pronóstico

El error del pronóstico hace referencia a la diferencia que se genera entre el dato real y el valor obtenido mediante alguna metodología, también conocidos como residuales. Es crucial tener conciencia del error, dado que permite determinar la confiabilidad de los pronósticos realizados mediante ciertos indicadores de medición del mismo.

La fuente de estos errores es variada, sin embargo, es importante identificar su naturaleza clasificándolos en errores sesgados o aleatorios. Los errores sesgados son aquellos que son cometidos de forma constante, principalmente debido a un error sistemático en la metodología, como lo puede ser emplear relaciones equivocadas, obtener direcciones consistentes, entre otros, mientras que los errores aleatorios son aquellos que el modelo simplemente no es capaz de predecir.

Para llevar a cabo la medición del error se utilizarán múltiples indicadores y variables, los cuales se detallan a continuación:

1. **Error ( $e_t$ ):** Error del pronóstico, obtenido a partir de restar al dato real el valor de la predicción realizada.  $e_t = A_t - F_t$ , donde  $A_t$  es la venta real.
2. **Desviación Absoluta Media (MAD):** Por sus siglas en inglés *Mean Absolute Deviation*, es una medida de dispersión de los datos respecto a una media o valor central, considerada una forma de medir el error promedio de la data. La construcción de dicho indicador es la siguiente:

$$MAD_n = \frac{\sum_{i=1}^n |e_i|}{n} \quad (1)$$

Donde:

$n$ : Periodo de evaluación.

$e_i$ : Error del pronóstico  $i$ .

El valor del MAD tomara un rol primordial en el análisis, convirtiéndose en el indicador a minimizar para discernir entre la elección de mejor metodología en cada producto, cuya principal ventaja reside en su no afectación por datos extremos.

3. **Cuasivarianza Muestral ( $S^2$ ):** Medida estadística que también evalúa la dispersión de los datos en una muestra, con la diferencia de que la división es entre una cantidad de periodos  $n - 1$ , lo que permite subestimar la varianza poblacional al eliminar la distorsión generada por trabajar con una muestra y no la población completa. Su respectiva formula se muestra a continuación:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n - 1} \quad (2)$$

4. **Desviación Estándar Muestral ( $S$ ):** Medida de dispersión respecto al promedio de los datos, cuya obtención puede ser a través de la cuasivarianza como  $s = \sqrt{s^2}$
5. **SCEP:** Corresponde a la suma de los errores acumulados hasta determinado punto, considerando sus respectivos signos positivos o negativos. El cálculo de dicho indicador es un paso previo para determinar las señales de rastreo de las metodologías.
6. **Señal de Rastreo (SR):** Es una medida que indica si el promedio del pronóstico está siguiendo el ritmo de un verdadero cambio ascendente o descendente en la demanda, constituyendo el número de desviaciones medias absolutas en que el valor del pronóstico esta por arriba o por debajo de los hechos (Chase y cols. ,2001). Su formulación es:

$$SR = \frac{SCEP}{MAD} \quad (3)$$

El estudio de la señal de rastreo es una forma cualitativa de clasificar las metodologías entre adecuadas o no, identificando si estas caen en algún tipo de error sistemático. En general, se distinguen los siguientes criterios de evaluación:

- **Comportamiento Previsible:** Si al graficar la señal de rastreo no presenta un comportamiento aleatorio, sino más bien uno predecible, se considera que la metodológica no es adecuada.
- **Secuencias del Mismo Signo:** Si la señal de rastreo presenta secuencias de datos con el mismo signo, por lo general más de 4 datos consecutivos, se estima que la metodología posee un error sistemático.
- **Límite de Control:** Durante el seguimiento de la señal de rastreo se estiman límites de

control en los valores de -4 y 4, los cuales de ser sobrepasados en alguna oportunidad, son muestra de error sistemático en la metodología.

Al igual que los componentes de la demanda, es importante conocer los indicadores que estiman errores en sus diversas variantes, dado que serán valores claves en la determinación de decisiones futuras.

## **5.7. Análisis de Series de Tiempo**

El análisis de series de tiempo es la metodología a trabajar durante este estudio, debido principalmente a las características de los datos recogidos. Existen múltiples técnicas que pueden ser aplicadas, dependiendo en gran medida del comportamiento de los datos y el nivel de adaptación que estos muestren en función de los patrones encontrados.

El nivel de complejidad varía entre las metodologías, sin embargo, numerosos estudios han demostrado que modelos “simples” de la variedad de series de tiempo, con frecuencia predicen tan bien o mejor que las versiones más sofisticadas y complejas. Los modelos de series de tiempo pueden ser superiores a los modelos causales. En general, la complejidad de los modelos de pronóstico no incrementa la precisión predictiva (Ballou ,2004).

Las técnicas de pronósticos que van a ser utilizadas y analizadas durante este informe son las siguientes:

### **5.7.1. Promedio Móvil Simple**

Existen variadas versiones de promedios móviles, dependiendo principalmente de la cantidad de datos a considerar por cada pronóstico. Para efectos de este informe se considera un

promedio móvil de 3 periodos, es decir, que cada pronóstico de demanda es determinado a partir del promedio de venta de los tres últimos meses. Cuando la demanda de un producto no crece ni disminuye velozmente y si no incluye características de estacionalidad, el promedio móvil serviría para eliminar las fluctuaciones aleatorias de los pronósticos Chase y cols. ,2001.

La formulación de la metodología es la siguiente:

$$F_t = \frac{F_{t-1} + F_{t-1} + F_{t-3}}{3} \quad (4)$$

Donde:

$F_t$ : Pronostico del periodo t.

t: Número de periodo

Cabe destacar que, por la naturaleza de la metodología existe una pérdida en el número de pronósticos ya que se necesitan 3 datos reales para efectuar una primera predicción. Lo anterior, genera modificaciones en el cálculo de indicadores de MAD y cuasivarianza donde se debe considerar la cantidad real de pronósticos realizados. Un ejemplo de lo anterior se presenta en la figura 5:

| Mes        | Ventas | F(t) | et   | eabs t | et <sup>2</sup> | CSEP | sum eabs t | MAD | SR |
|------------|--------|------|------|--------|-----------------|------|------------|-----|----|
| Junio      | 55     |      |      |        |                 |      |            |     |    |
| Julio      | 44     |      |      |        |                 |      |            |     |    |
| Agosto     | 385    |      |      |        |                 |      |            |     |    |
| Septiembre | 140    | 161  | -21  | 21     | 455             | -21  | 21         | 21  | -1 |
| Octubre    | 83     | 190  | -107 | 107    | 11378           | -128 | 128        | 64  | -2 |
| Noviembre  | 89     | 203  | -114 | 114    | 12920           | -242 | 242        | 81  | -3 |
| Diciembre  | 43     | 104  | -61  | 61     | 3721            | -303 | 303        | 76  | -4 |
| Enero      | 126    | 72   | 54   | 54     | 2952            | -248 | 357        | 71  | -3 |
| Febrero    | 101    | 86   | 15   | 15     | 225             | -233 | 372        | 62  | -4 |
| Marzo      | 82     | 90   | -8   | 8      | 64              | -241 | 380        | 54  | -4 |
| Abril      | 57     | 103  | -46  | 46     | 2116            | -287 | 426        | 53  | -5 |
| Mayo       | 85     | 80   | 5    | 5      | 25              | -282 | 431        | 48  | -6 |
| Junio      | 41     | 75   | -34  | 34     | 1133            | -316 | 465        | 46  | -7 |
| Julio      | 210    | 61   | 149  | 149    | 22201           | -167 | 614        | 56  | -3 |
| Agosto     | 93     | 112  | -19  | 19     | 361             | -186 | 633        | 53  | -4 |
| Septiembre | 62     | 115  | -53  | 53     | 2774            | -239 | 685        | 53  | -5 |
| Octubre    | 125    | 122  | 3    | 3      | 11              | -235 | 689        | 49  | -5 |

**Figura 5**

*Ejemplo Cálculo Promedio Móvil 3 periodos*

La metodología es de fácil aplicación y permite suavizar fluctuaciones de datos de buena forma, presentando gran adaptabilidad en el corto plazo, sin embargo, si los datos presentan componentes de tendencia y estacionalidad, la metodología no es capaz de identificarlas, y por ende, de realizar pronósticos donde sí se consideren.

### 5.7.2. Suavizamiento Exponencial

Método de pronóstico que permite suavizar el comportamiento de los datos históricos basado en el valor de una constante de suavizamiento  $\alpha$  que toma valores entre 0 y 1. Valores de  $\alpha$  mayores permite que el modelo responda rápidamente a los cambios en los datos, debido que se les asigna un mayor peso a los valores más recientes, mientras que valores de  $\alpha$  más pequeños da un mayor importancia a los valores históricos de los datos. Si la longitud del periodo es de un mes, en la práctica es común el uso de una constante de suavizamiento  $\alpha$  entre 0.1 y 0.3. Si el pronóstico es actualizado más a menudo, por ejemplo una semana, un  $\alpha$  más pequeño debería ser utilizado (Axsäter ,2015). La formulación se muestra en la ecuación (5):

$$F_t = F_{t-1} + \alpha \cdot (A_{t-1} - F_{t-1}) \quad (5)$$

Donde:

$F_t$ : Pronóstico del periodo t.

$\alpha$ : Constante de Suavizamiento

$F_{t-1}$ : Pronóstico del periodo t-1.

$A_{t-1}$ : Dato real de demanda del periodo t-1.

Las técnicas de suavizamiento exponencial poseen una gran aceptación debido a su gran asertividad, fácil construcción, sencillo entendimiento y baja necesidad de almacenamiento de datos, ya que, solo requiere el pronóstico más reciente, la demanda real del periodo y la constante de suavizamiento. Para la obtención de una constante óptima se realizará una optimización del método buscando minimizar el MAD calculado, utilizando la herramienta **SOLVER** dispuesta en **Microsoft Excel** y mediante lenguaje de programación **AMPL**. Una desventaja del método es que no considera estacionalidades, ni cambios bruscos en la demanda.

### 5.7.3. Descomposición por Series de Tiempo

Series de tiempo hace referencia al ordenamiento cronológico de los datos, los cuales pueden contener componentes de la demanda como estacionalidad, ciclicidad, entre otros. La descomposición de una serie de tiempo consiste en identificar y separar los datos de la serie de tiempo en estos componentes (Chase y cols. ,2001). Para ello, primero es importante conocer el factor estacional ( $S_t$ ), cuya formula se presenta a continuación:

$$S_t = \frac{DemandaPromedio}{GranPromedio} \quad (6)$$

La demanda promedio corresponde al valor medio del mes o temporada a analizar, mientras que el gran promedio corresponde a la media de todos los promedios mensuales. Un factor estacional es la cantidad de corrección que necesita una serie de tiempo para ajustarse a la estación, identificando los patrones de comportamiento en intervalos de tiempo específicos.

Obtenidos los factores estacionales, se prosigue desestacionalizando los datos al dividir la demanda real en su respectivo factor estacional, generando como resultado una demanda sin fluctuaciones por elementos estacionales. La metodología presenta ciertas limitaciones respecto a la cantidad de datos necesarios, dado que deben ser suficientes para detectar factores estacionales en el largo plazo. Un ejemplo de cálculo del factor estacional, se muestra en la figura 6:

| Mes | Año 2023 | Año 2024 | Promedio mensual | Gran promedio | St   |
|-----|----------|----------|------------------|---------------|------|
| Ene |          | 126      | 126              | 104           | 1,21 |
| Feb |          | 101      | 101              | 104           | 0,97 |
| Mar |          | 82       | 82               | 104           | 0,79 |
| Abr |          | 57       | 57               | 104           | 0,55 |
| May |          | 85       | 85               | 104           | 0,82 |
| Jun | 55       | 41       | 48               | 104           | 0,46 |
| Jul | 44       | 210      | 127              | 104           | 1,22 |
| Ago | 385      | 93       | 239              | 104           | 2,29 |
| Sep | 140      | 62       | 101              | 104           | 0,97 |
| Oct | 83       | 125      | 104              | 104           | 1,00 |
| Nov | 89       | 188      | 138,5            | 104           | 1,33 |
| Dic | 43       |          | 43               | 104           | 0,41 |

**Figura 6**  
*Ejemplo de Cálculo del Factor Estacional*

#### 5.7.4. Regresión por Mínimos Cuadrados

Como continuación de la metodología anterior, la técnica de regresión por mínimos cuadrados busca separar la componente de tendencia de la serie de datos, encontrando la línea de

tendencia cuyos factores minimicen la suma de los cuadrados de las diferencias (errores) entre los valores observados y los valores predichos por el modelo. La obtención de dichos factores, se presentan a continuación:

$$b(Pendiente) = \frac{\sum_{i=1}^n X \cdot Y - n \cdot \bar{X} \cdot \bar{Y}}{\sum_{i=1}^n X^2 - n \cdot \bar{X}^2} \quad (7)$$

$$a(Intercepto) = \bar{Y} - b \cdot \bar{X}^2 \quad (8)$$

Donde:

$X$ : Número de periodo del dato real.

$Y$ : Dato real desestacionalizado.

$n$ : Cantidad de periodos totales de la serie de tiempo.

$\bar{X}$ : Promedio de los números de periodos.

$\bar{Y}$ : Promedio de los datos reales desestacionalizado.

Con los datos anteriores, la ecuación de la recta se compone de la siguiente manera:

$$y = a + b \cdot x \quad (9)$$

Donde:

$y$ : Es la variable dependiente de la ecuación.

$x$ : Variable independiente, relacionada al periodo que se quiere pronosticar.

Una vez que se ha obtenido la ecuación de la recta con los datos desestacionalizados, recién se puede empezar a realizar pronósticos. Para ello, se debe utilizar la ecuación encontrada para

pronosticar el periodo deseado reemplazando la 'x' por el número de dicho periodo. Obtenido el primer pronóstico, este se debe multiplicar por el índice estacional correspondiente, devolviendo el componente estacional al dato y generando el pronóstico final de la metodología.

Todos los métodos de pronósticos de demanda expuestos van a ser empleados en los productos críticos para la empresa con el fin de encontrar aquella metodología que genere las mejores predicciones, seleccionándola a través del análisis de los indicadores anteriormente mencionados.

## 6. Metodología

En la siguiente sección, se detallará el proceso a seguir en cada etapa de la investigación, incluyendo las fuentes de información consultadas, las herramientas utilizadas, los procedimientos y técnicas aplicadas, así como otras especificaciones relevantes.

### 6.1. Análisis Cualitativo

Haciendo referencia principalmente al **Análisis FODA** y **Estudio de Mercado**, procesos que debido a su naturaleza de construcción y desarrollo poseen alto grado de subjetividad e interpretación, estos son llevados a cabo mediante la recaudación de información vía entrevistas, realizadas específicamente a **Gonzalo Said** miembro de la alta dirección de la empresa, encargado del local división pernos y principal responsable de las áreas de operaciones y marketing.

En estas entrevistas se recopila información variada destacando la identificación de los principales competidores, así como las aspiraciones y acciones futuras de la organización, temores y certezas predominantes, entre muchas otras interrogantes que puedan surgir.

Una vez obtenidos los detalles y opinión solicitada, se complementa y revisa la información recopilada con las fuentes disponibles, además de llevar a cabo los análisis correspondientes. Para el caso del **Estudio de la Competencia** se enriqueció el material proporcionado con diversas referencias de sitios web y redes sociales oficiales.

### 6.2. Fuentes de datos y procesamiento

Para la elaboración de la base de datos necesaria para la investigación se utilizó la información interna gestionada por la empresa. Esta información está alojada en la plataforma **Clami**, autodefinida como 'Punto de Venta y Control de Inventario' (Clami ,2024), un software de gestión

y venta en línea que fue implementado en la institución tras una auditoría externa realizada hace algunos años.

Clami es un sistema ERP que permite procesar ventas, compras y devoluciones, ordenar y visualizar la información esencial de mejor manera, realizar múltiples informes a partir de diversas clasificaciones y requisitos, facilitar la administración de los pagos y cobros pendientes, controlar inventario de existencias, gestionar datos de clientes y proveedores, entre otros aspectos relevantes. Cabe señalar que el sistema cumple con las regulaciones del **Servicio de Impuesto Internos (SII)**, permitiendo simplificar documentos tributarios.

Para aprovechar al máximo las capacidades del software es necesario mantener una gestión ordenada y continua de la información generada diariamente en cada uno de los campos que soporta el sistema. Si bien esto no se cumple a cabalidad, sería interesante en un futuro implementar prácticas que permitan la correcta mantención de las bases de datos, con el fin de generar información fidedigna a utilizar en futuros análisis.

A pesar de lo anterior, se extraen las cifras de todas las ventas realizadas desde la implementación del software, información que incluye datos como las fechas de venta, productos vendidos, tipos de productos clasificados mayormente según su material, precios de venta, cantidad vendida, margen neto sobre la venta, entre otros datos interesantes, generando una data total de 53.485 registros.

Los registros de ventas son descargados en formato **Excel** directamente desde el software, siendo agrupados de forma mensual desde el 15 de junio del 2023 hasta la actualidad. Una vez obtenida la información de todos los meses disponibles, estos son consolidados en un único archivo **Excel** que albergue la totalidad de las ventas históricas. Es en dicho archivo donde se realiza el análisis de datos mediante la utilización de diversas herramientas disponibles, destacando el uso

de tablas dinámicas para filtrar y agrupar la data, según conveniencia.

### 6.3. Clasificación ABC

Para la realización de la clasificación ABC se empieza filtrando las ventas realizadas exclusivamente durante el año 2024, esto con el objetivo de considerar exclusivamente aquellos productos que han tenido alguna venta efectiva durante el año, evitando que entren en el análisis productos que no se está vendiendo actualmente.

A continuación, se ordenan todos los productos de mayor a menor según el total de ventas realizadas, incluyendo el porcentaje de participación en las ventas totales, las cantidades vendidas por producto y el porcentaje de ventas acumulado entre ellos. Con dicha información se tiene todo lo necesario para clasificar los productos en cada una de las categorías, poniendo especial atención en el porcentaje de venta acumulada, cifra determinante en el proceso de categorización.

El criterio de clasificación se basa en la **Regla de Pareto**: los productos de categoría A representan hasta el 80 % de los ingresos, los productos de categoría B abarcan entre el 81 % y el 95 %, y los productos de categoría C comprenden el 5 % restante de las ventas totales.

### 6.4. Herramientas de Optimización

Orientada su utilización exclusivamente a la metodología de suavizamiento exponencial, se pretende encontrar un valor **alpha** ( $\alpha$ ) lo más optimizado posible con el objetivo de obtener un ajuste preciso de los parámetros, mejorando la calidad de los pronósticos. Esto se traduce en una planificación más confiable de inventarios, la posibilidad de realizar análisis comparativos entre diferentes metodologías para seleccionar la más adecuada, el estudio de la evolución de estas

técnicas a lo largo del tiempo y el análisis del rendimiento de los softwares utilizados. Todo ello conlleva numerosos beneficios que contribuyen directamente a mejorar la eficiencia operativa de la empresa.

La primera herramienta utilizada es **Solver** de **Excel**, poderosa función de optimización que permite encontrar valores óptimos para un conjunto de variables en función de un objetivo específico. Para el caso particular del suavizamiento exponencial se establece el indicador **MAD** como la función objetivo a minimizar a través de la manipulación de la variable  $\alpha$  en la ecuación. Las otras entradas o parámetros necesarios corresponden a los pronósticos y errores calculados, derivados de la propia ejecución en la metodología.

**Solver** utiliza técnicas matemáticas y de programación para ajustar una celda objetivo, lo que lo convierte en una herramienta ampliamente utilizada en análisis de datos, optimización de recursos y resolución de problemas complejos. Su facilidad de acceso y uso la posiciona como una excelente primera opción a implementar en diversos escenarios. Aunque Solver permite definir restricciones en las funciones y resultados, en este caso particular, debido al comportamiento inherente de la variable en la ecuación (que no puede asumir valores negativos), no es necesario establecer restricciones adicionales durante el proceso de optimización.

La segunda herramienta es **AMPL (A Mathematical Programming Language)** lenguaje de modelado de alto nivel especializado en optimización, compatible con una gran cantidad de **Solver** desarrollados por la industria, permitiendo resolver problemas lineales, no lineales, enteros y mixtos. **AMPL** destaca por su amplio uso en diversos campos de la ingeniería como logística, investigación de operaciones, economía, etc., siendo una buena herramienta para encontrar soluciones eficientes, incluso para modelos grandes y complejos.

La implementación del lenguaje **AMPL** en el estudio permite comparar distintas metodo-

logías y algoritmos de optimización frente a un mismo problema, generando la oportunidad de elegir cuantitativamente aquella respuesta que se adecuó de mejor manera. Dada la gran oferta de **Solver** disponibles para uso en el software, se decide trabajar exclusivamente con **KNITRO**, reconocida herramienta altamente especializada para resolver problemas de optimización no lineal (NLP), principalmente aquellos de naturaleza no convexa.

La elección de **KNITRO** (AMPL ,2024) se distingue en que otros solucionadores como **CPLEX** o **Gurobi** son más adecuados para problemas lineales y enteros. La función objetivo del problema a optimizar corresponde a la minimización del indicador **MAD**, función explicada en la ecuación (1) y que posee una naturaleza no lineal debido a la utilización de valor absoluto durante el cálculo del error. Además, la función presenta un comportamiento convexo dado que no hay operación de resta u oscilación en los componentes de la ecuación. A continuación, se presenta el modelo programado en **AMPL** para la obtención de los **alpha** óptimos:

```
# Definicion de conjuntos:
set T:=1..9; # Conjunto periodos

# Definicion de parámetros:
param x{T};

# Definicion de variables:
var alfa,>=0,<=1; # alfa
var x_p{T}; # pronostico

# Definicion de restricciones:

subject to pronostico{t in T}:
    x_p[t] = if t = 1 then sum{i in 1..9} x[i]/9 else x_p[t-1] + alfa*(x[t-1]-x_p[t-1]);

# Definicion de Funcion objetivo:
minimize FO: sum{t in 1..9} (abs(x[t]-x_p[t]))/9;
```

**Figura 7**  
*Archivo .mod Programado en AMPL*

```
param x :=  
1      55  
2      44  
3      385  
4      140  
5      83  
6      89  
7      43  
8      126  
9      101  
10     82  
11     57  
12     85  
13     41  
14     210  
15     93  
16     62  
17     125  
18     188  
;  
  
param x :=  
1      2  
2      4  
3      6  
4      2  
5      3  
6      3  
7      7  
8      3  
9      4  
10     2  
11     7  
12     3  
13     6  
14     3  
15     8  
16     2  
17     6  
18     3  
;
```

**Figura 8**

*Archivo .dat Programado en AMPL*

## 6.5. Resumen Metodología

El conjunto total de todos los procesos efectuados y trabajo realizado para el desarrollo y resultado de este proyecto, se presenta a continuación en la figura 9 de forma gráfica y resumida:

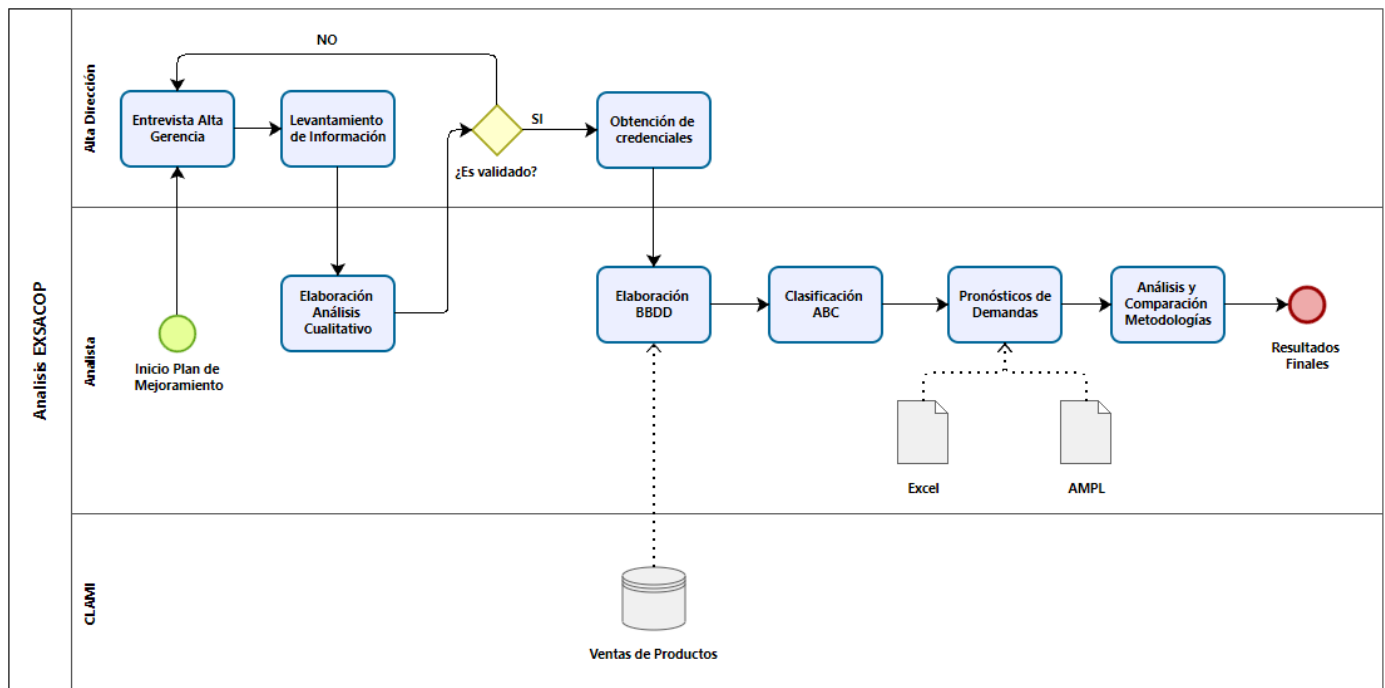


**Figura 9**  
*Resumen Metodología*

Al analizar la gráfica, se desprende una constante validación durante el avance del estudio con el alto mando de la organización, principalmente durante la etapa de análisis cualitativo. Con lo anterior, se pretende generar un estudio profundo y apegado a la realidad respecto a la actual situación de la empresa, recogiendo información lo más fidedigna posible para mejorar la calidad final de la investigación.

Por otro lado, es importante comentar que a partir de la construcción de la base de datos definitiva a utilizar en el análisis, todos los cálculos desarrollados referente a clasificación ABC, pronósticos de demanda, comparación de metodologías y cualquier otro proceso relevante, se llevaron a cabo en un archivo **Excel** siguiendo los pasos que se detallan en el marco teórico. El único cálculo externo a **Excel** fue la programación en AMPL para la optimización del método de suavizamiento exponencial.

## 7. Caso Práctico

### 7.1. Antecedentes

**Hidroferretería Exsacop Limitada** es una empresa que dio inicio a sus actividades el 28 de junio de 2016, siendo fundada por Eduardo Said Vitali y dedicándose en primera instancia a la venta al por menor de soluciones hídricas básicas como bombas de agua, conexiones de distintos materiales e insumos varios pertinentes al rubro. Se ubica en Avenida Copayapu #2239 en la ciudad de Copiapó, región de Atacama.

El rápido crecimiento del negocio y la captación de clientes de envergadura, permitió a la organización posicionarse como una importante hidroferretería de la zona, además de lograr aperturar una segunda sucursal con domicilio en Avenida Copayapu #2225, la cual abarca el área de pernos, rodamientos y herramientas, modificando eventualmente el giro de la empresa a la venta al por mayor de materiales de construcción, artículos de ferretería, gasfitería y calefacción.

Si bien la buena gestión inicial y la acertada toma de decisiones ha permitido un éxito económico en el corto plazo, el rápido crecimiento en las operaciones de la empresa se ha presentado como un reto para la organización, la cual actualmente cuenta con solo 6 empleados contratados, cuyo detalle y organigrama se presenta a continuación:

- **Andrea Pinilla:** Principal administradora de la empresa con participación efectiva en la compañía y cuyas funciones abarcan principalmente la gestión de las áreas de finanzas y recursos humanos, entre otras en menor medida. Se destaca su rol en la contabilidad, pago a proveedores y personal.
- **Gonzalo Said:** Segunda y última parte de la alta administración, ejerciendo el rol de encar-

gado de local y presentando funciones en las áreas de operaciones y marketing. Se destaca su rol en publicidad, control de stock y bodega.

- **Jesús Ollarves:** Principal subordinado de la administradora de la empresa, desempeñando funciones en el área de finanzas, ejerciendo rol de vendedor, encargado de cobranzas, pago a proveedores, etc.
- **Edwin García:** Presenta los roles de vendedor y bodeguero en la sucursal principal, encargado del mantenimiento y orden de la infraestructura, organización de productos, distribución, entre otras.
- **Jhonander Borazordo:** Encargado de bodega cuyas funciones abarcan desde el movimiento de material por recepción de mercancías o venta, hasta el reordenamiento o clasificación de estos, según conveniencia.
- **Marcelo Apurahal:** Vendedor y segundo encargado de la sucursal secundaria "División Pernos", desempeñando funciones de apertura y cierre de local, control de stock, entre otros.



**Figura 10**  
*Estructura Organizativa*

El desafío organizacional aparece al momento de manejar grandes cantidades de inventarios por la vasta variedad de productos, los cuales presentan plazos de entrega o *Leadtime* distintos según cada tipo de proveedor. Además, se debe considerar que actualmente no existe un estudio de pronósticos de la demanda ni una clasificación de la criticidad de los productos, lo cual, agregado a una revisión discreta de los inventarios, provoca que la empresa tenga un alto riesgo de quiebre de stock, lo que conlleva pérdidas de potenciales ventas.

Por otro lado, la empresa orienta su misión estratégica no solo en el ofrecimiento de un producto, sino en un servicio de asesoría completa y personalizada según los requerimientos de cada cliente. No obstante, aún falta definir directrices contundentes que orienten a la organización en el cumplimiento de los objetivos, mediante un análisis acabado del entorno de la empresa que permita identificar y eventualmente aprovechar oportunidades de mejora y crecimiento.

## 7.2. Procesos

En relación con los procesos llevados a cabo por **Hidroferretería Exsacop**, estos comprenden actividades fundamentales para el funcionamiento diario de la empresa. Estas actividades están orientadas a alcanzar los objetivos estratégicos mediante la adecuada organización de equipos, la estandarización de procedimientos, la asignación clara de responsabilidades, la toma de decisiones basada en variables específicas, el monitoreo y control del desempeño, cumplimiento de normativas legales, entre otros aspectos claves que garantizan la sostenibilidad de las operaciones.

Los procesos operativos, administrativos y comerciales realizados por la empresa, suelen ser transversales en diversos tipos de negocios y rubros con estructuras similares, siendo un ejemplo de equivalencia las tiendas minoristas, distribuidores mayoristas y el comercio electrónico. Estas actividades corresponden a la gestión de inventarios, atención al cliente, facturación y cobro, cotizaciones, compra y negociación con proveedores, publicidad y marketing, administración financiera, gestión de recursos humanos, mantenimiento de la infraestructura y seguridad, entre otras.

Para efectos del análisis, se detallarán únicamente las actividades correspondientes a los procesos esenciales para el estudio y las operaciones de la organización. En la figura 11, se detalla paso a paso el proceso de **Gestión de Inventarios**, necesario para la reposición de productos para la venta:

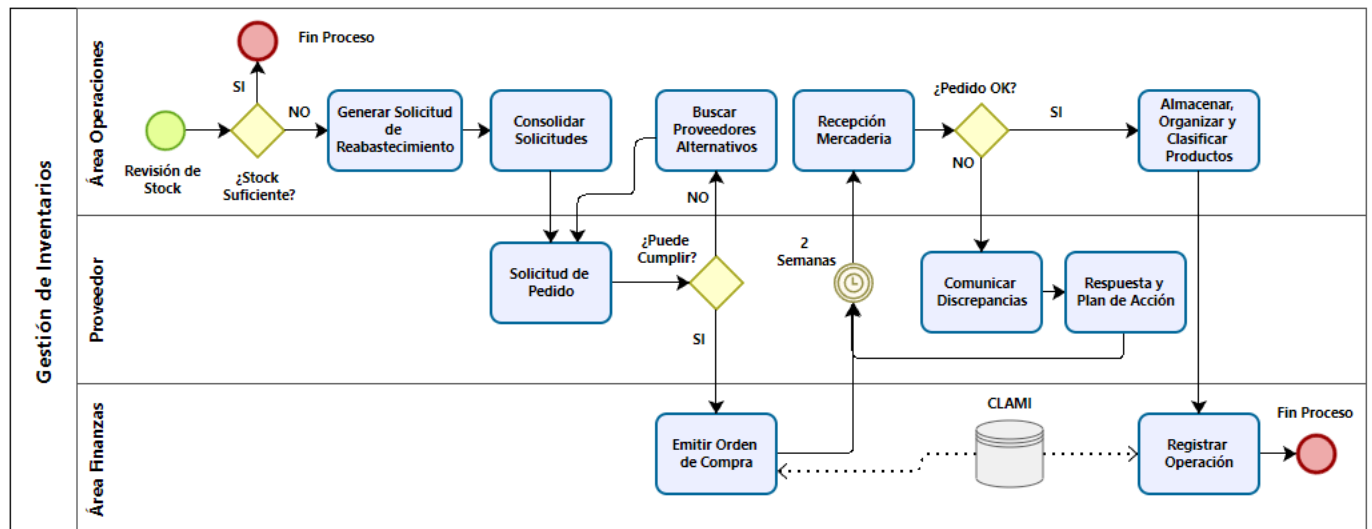


**Figura 11**  
*Proceso de Gestión de Inventarios*

A partir del diagrama, se puede evidenciar como se realiza la gestión de inventarios con la actividad inicial de *Revisión de Stock*, esta es desarrollada de forma discreta levantando la moción cuando el encargado considera que ya es necesario reponer algún tipo de producto sin una metodología o métrica específica. En relación con la actividad *Consolidar Solicitudes* hace referencia al proceso de reunir todos los requisitos de productos a encargar a un mismo proveedor, con tal de reducir costos logísticos, mejorar tiempos de entrega y lograr mayor eficiencia de los manejos de inventarios. En caso de solicitar un único producto, dicha actividad no se realizaría.

Respecto a los tiempos de entrega de mercadería esta se visualiza en el diagrama con un tiempo de ejecución de dos semanas, tiempo promedio de entrega de materiales, sin embargo esta varía dependiendo del proveedor y producto solicitado. En cuanto a la actividad *Respuesta y Plan de Acción* ejecutada debido a problemas en la entrega de productos por parte del proveedor, esta puede describir varios procesos dependiendo de la situación y solución acordada. Algunos de dichos procesos puede ser la reposición de productos faltantes, reembolso o emisión de una nota de

crédito, ajustes en la documentación correspondiente, actualización de registros, reclamos, entre otras variantes a acordar. Por último, la actividad de *Almacenar, Organizar y Clasificar Productos* es fundamental para garantizar productos organizados y accesibles, agilizando la atención al cliente y entregando un mejor servicio.

El otro proceso de interés para el informe, cuya ejecución representa el giro y eje principal del negocio, corresponde a las **Ventas y Atención al Cliente** ilustrado en la figura 12:

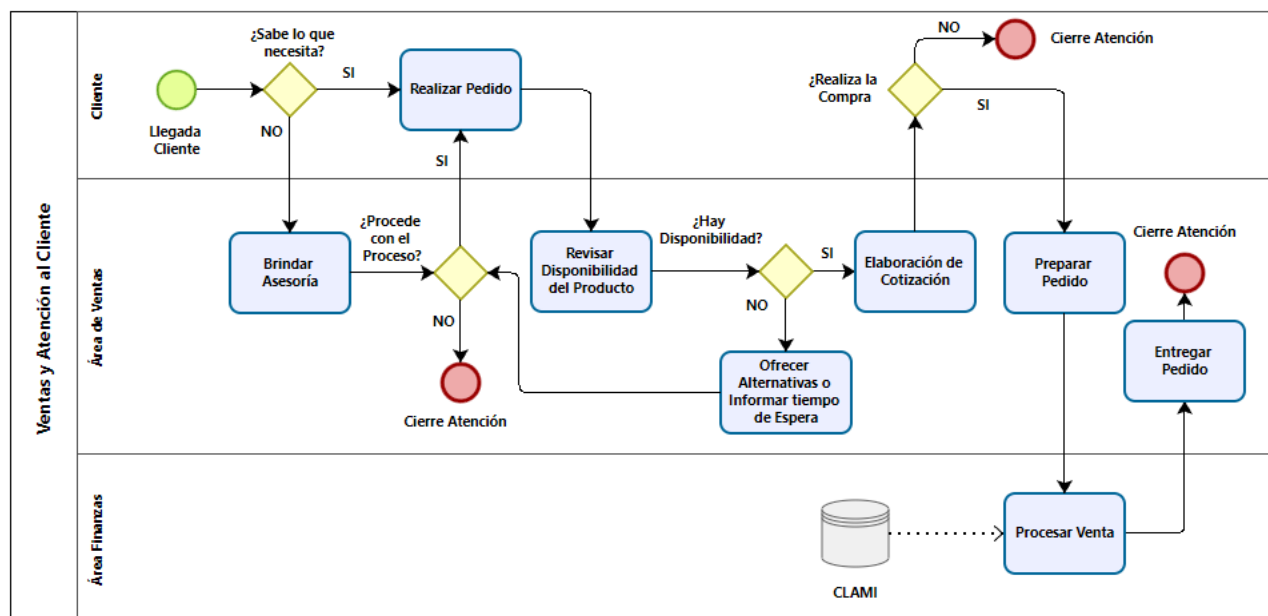


**Figura 12**  
*Proceso de Ventas y Atención al Cliente*

De la gráfica, se puede observar que el proceso de atención de cliente no posee como objetivo único la venta de productos, sino que existe una preocupación especial por *Brindar Asesoría* técnica y entregar un servicio personalizado según los requisitos del cliente, siendo esta una de las fortalezas de la compañía. Además, como valor agregado a la experiencia del cliente destaca la *Elaboración de Cotización* de múltiples productos, entendiendo que una comprensión clara de los acuerdos y condiciones son parte de las buenas prácticas que benefician tanto al cliente como a la

organización.

Finalmente, es importante puntualizar que en ambos procesos el área de finanzas se encarga de procesar y registrar cada uno de los movimientos de la entidad con el objetivo de controlar y gestionar los ingresos de la organización. Dichas actividades se llevan a cabo con la ayuda del software **CLAMI**, ERP básico implementado por la empresa.

## 7.3. Diagnóstico

### 7.3.1. FODA

A continuación se presentan los resultados obtenidos a partir del análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de **Hidroferretería Exsacop Limitada**, elaborado en conjunto con la opinión y visión de los administradores de la empresa.

- **Fortalezas:** Al realizar un análisis interno de la empresa se pudieron identificar los siguientes factores diferenciadores y posibles ventajas competitivas:

1. **Precios Competitivos:** Si bien la competencia a nivel local no es numerosa, el factor predominante a la hora de elegir entre uno u otro proveedor sigue siendo el nivel de precios ofrecidos, donde Exacop obtiene ventaja respecto a su principal competidor, permitiéndose ofrecer los precios más competitivos del mercado sin caer en costos o pérdidas excesivas.
2. **Economías de Escala:** Siendo una de las causas del punto anterior, la empresa posee un nivel de operaciones que no tiene rival en el ámbito local, contando con una variada cantidad de productos y materiales en el rubro de las conexiones hidráulicas. Llegar

a alcanzar el nivel de operación que posee Exsacop actualmente requiere de una gran inversión y tiempo en un nivel difícil de alcanzar para cualquiera.

3. **Poder de Negociación con Proveedores:** Debido a la gran oferta existente de distribuidores mayoristas en productos de ferretería e hidroferretería, Exsacop maneja varias opciones de proveedores a analizar en cada uno de los pedidos, permitiéndole elegir aquellos que se adaptan mejor a su presupuesto y nivel de calidad deseado.

■ **Debilidades:** En relación a las desventajas identificadas frente a la competencia, destacan:

1. **Gestión de Inventarios:** Actualmente no existe un control riguroso de los niveles de stock e inventario de productos, siendo estos restablecidos solo mediante verificación visual y discreta. Ello conlleva a problemas de stock out, sobre stock, bajo nivel de servicio, etc. Por otra parte, no existe alguna metodología de pronóstico o estudio de mercado que permita optimizar los pedidos y el inventario.

2. **Catálogo Digital:** La falta de una página web, aplicación o red social donde se ofrezcan los productos y se entregue visibilidad a la empresa, representa una desventaja en comparación a la competencia directa de la organización, los cuales en su mayoría cuenta con una página web, como mínimo.

3. **Concentración del Trabajo:** Al ser una empresa de pocos empleados y con gran cantidad de responsabilidades, dificulta el surgimiento de actividades o estudios de mejora de forma frecuente, punto importante para el éxito a largo plazo.

■ **Oportunidades:** Al analizar el macroentorno de la organización se identificaron las siguientes posibilidades de mejora:

1. **Expansión regional y zonal:** La poca presencia de ferreterías especializadas en instalaciones hidráulicas en la región y zona norte, se presenta como una oportunidad de expansión bastante posible y promisoría para la empresa, la cual podría seguir una estrategia de liderazgo en costos amparada en la reducción de tiempos de entrega y costos logísticos, al estar más cerca de los clientes y poder ofrecer un mejor servicio.
  2. **Pocos competidores locales:** Punto importante y determinante en el buen porvenir general de la empresa, donde existe un único competidor a nivel regional. La posibilidad de ser líder en un mercado monopolizado se presenta como una de las grandes oportunidades de éxito de Exacop.
  3. **Entrega a Domicilio:** Si se busca una ampliación de las operaciones de la empresa, el servicio de despacho de material se presenta como una oportunidad de mejora en los ingresos y en el servicio.
- **Amenazas:** Los factores externos que podrían llegar a significar un riesgo o desafío para las operaciones de la empresa son:
1. **Entrada Grandes Competidores:** La poca densidad competitiva de la zona se presenta como una oportunidad ideal para las grandes empresas, quienes a través de grandes inversiones, pueden llegar a competir con los precios más bajos del mercado.
  2. **Certificaciones:** Se presenta como una desventaja directa frente a grandes competidores donde la gran mayoría posee, por lo menos, una certificación ISO9001 en *Sistema de Gestión de la Calidad*. Esto puede ser determinante a la hora de conseguir clientes, especialmente los importantes.

A continuación, en la figura 13 se expone un cuadro resumen con los resultados del análisis

FODA realizado:

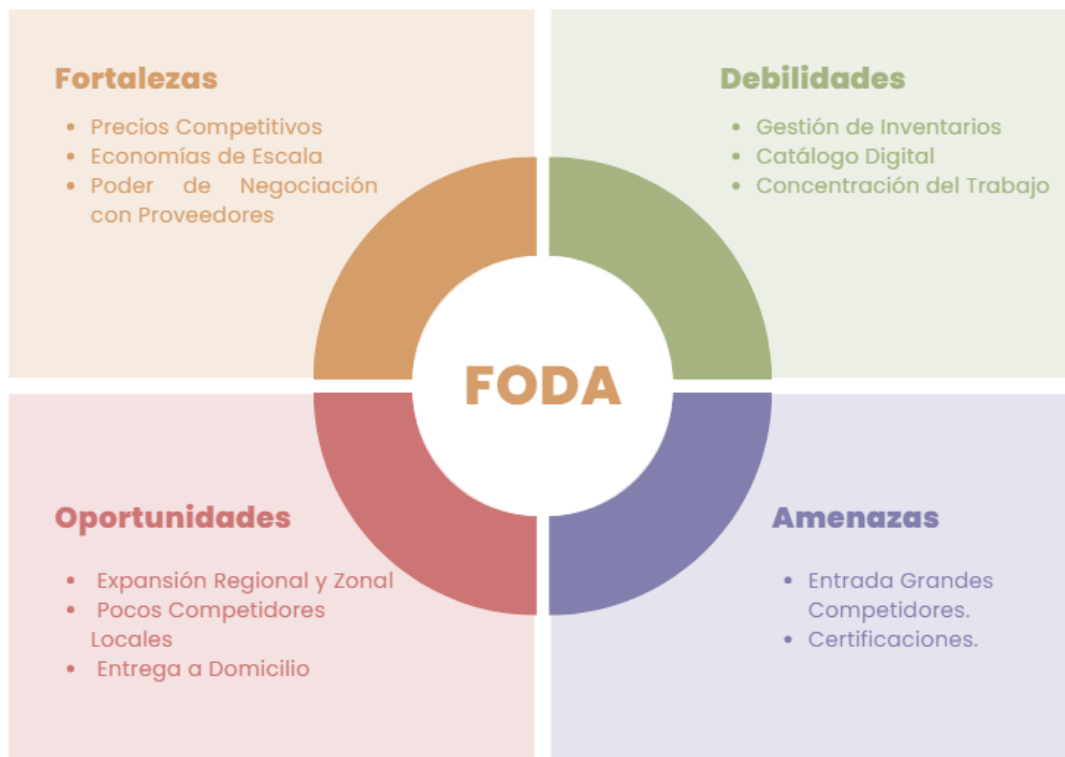


**Figura 13**  
*Resultado Análisis FODA*

## 7.4. Estudio de Mercado

A partir del siguiente análisis sistemático se busca entender el entorno de la empresa con el objetivo de tomar decisiones informadas, desarrollar estrategias y adaptarse al cambio constante.

### 7.4.1. Competencia

Tomando en cuenta exclusivamente el sector de las hidroferreterías que constituye el giro principal y estratégico de la compañía, **EPF SPA** se posiciona como el único competidor en la ciudad y región. Esta empresa se define a sí misma como 'Expertos en PVC y materiales para

conducciones y conexiones de agua', destacando su especialización en productos esenciales para el manejo de redes hidráulicas.

Es importante destacar que la conformación de dicha empresa se originó dentro de Exsacop, ya que ex empleados de esta decidieron independizarse y abrir su propio negocio de soluciones hidráulicas. Durante este proceso, se llevaron consigo capital humano, contactos, información y otros activos de diversa índole y valor.

Es por ello que, aunque exista un único competidor, la competencia es intensa producto de la utilización de una misma cartera de clientes por parte de las empresas, generando que las ganancias de uno sean debido a las pérdidas del otro, en la mayoría de los casos. El panorama anterior define en cierta manera que, a partir de ese punto, la estrategia diferenciadora a perseguir por Exsacop se basaría en la entrega de precios bajos y una mejor atención al cliente.

Por otro lado, analizando a mayor escala como zona norte, se encuentran diversas compañías y ferreterías que cuentan con productos y servicios similares, siendo algunas de las más destacadas:

- **Comercial e Industrial Plásticos Hoffens S.A.:** Empresa tradicional chilena fundada en 1972, premiada en el programa internacional de 'Mejores Empresas chilenas' y certificada por la norma ISO9001. Tiene su centro de distribución principal en la comuna de San Bernardo, Santiago, pero con presencia en importantes comercios retail del rubro, llegando a ser proveedores de **Sodimac Chile**, **MTS**, entre otros.
- **Cosmoplas S.A.:** Empresa con más de 50 años en el rubro, fundada en 1966 presenta un tamaño estimado de entre 250 y 500 empleados. Posee certificación ISO9001, mientras que su casa matriz se encuentra en la comuna de Pudahuel, Santiago, presentando sucursales en

las ciudades de Antofagasta, La Serena y Viña del Mar. La empresa reporta ingresos anuales sobre UF 1.700.000, especializándose en 'Riego agrícola y Áreas verdes, industrial, bombas y piscinas, climatización y sanitaria, entre otras' (Cosmoplas ,2024).

- **Sistemas Hidraulicos SPA:** Fundada en 2018, se dedica a la compraventa de materiales de construcción y artículos de ferretería, especializada en productos de conducción de fluidos. Se localiza en la comuna de Lampa, Región Metropolitana, presentando una sucursal en la Región de Antofagasta.
- **Ferretería O'Higgins Villar Hnos, S.A:** Sociedad fundada en el año 1965, siendo una de las ferreterías más importantes de la época, especializada en el buen servicio y la cartera de productos, importando más de 150 marcas desde los más diversos países del mundo. Su casa matriz se encuentra en la comuna de Santiago, presentando cobertura a nivel nacional mediante catalogo online.
- **Comercial Mundaca:** Empresa fundada en 2014, dedicada a la comercialización de 'Una amplia variedad de productos para la construcción y riego agrícola de alta calidad' (Mundaca ,2024). Su sede principal se ubica en la ciudad de La Serena, Región de Coquimbo, generando una gran cobertura mediante entrega a domicilio y ventas vía página web.

Las principales desventajas que se puede identificar respecto a los competidores, son los mejores precios y condiciones de pago que estos ofrecen a sus clientes, debido principalmente a la presencia de economías de escala y años de experiencia en el rubro. Lo anterior, provoca un escenario donde se dificulta competir especialmente frente a aquellos clientes de mayor envergadura, los cuales prefieren trabajar con empresas más grandes y consolidadas.

## 7.5. Clasificación ABC

El método de clasificación ABC se basa en la **Regla de Pareto**, o regla del 80/20, la cual sugiere que aproximadamente el 20 % de los artículos en inventario generan el 80 % de las ventas, siendo estos artículos clasificados como de **Categoría A**. Por otro lado, la **Categoría B** corresponde a los productos que generan entre el 80 % y 95 % de la venta acumulada, mientras que en la **Categoría C** se clasifica el 5 % de la venta restante.

Dado lo anterior, se realiza una clasificación ABC de todos los productos con el objetivo de determinar aquellos artículos relevantes en la estrategia de la compañía. A partir de toda la información disponible, la cual abarca desde el 15 de junio del 2023 hasta la actualidad, se obtienen los siguientes artículos relevantes, según participación en las ventas durante el año 2024:

| Artículo                                    | Venta Total | % Venta | % Venta Acum. |
|---------------------------------------------|-------------|---------|---------------|
| TUBO PVC COLECTOR SN8 200mmX6MTS            | 13.644.054  | 1,94%   | 2%            |
| ANILLO Y REJILLA FF DUCTIL C250 NCH2080     | 12.147.750  | 1,72%   | 4%            |
| TUBO SANIT GRIS 110MM X 6M CEM              | 10.817.393  | 1,54%   | 5%            |
| ASPERSOR ALTO IMPACTO                       | 9.364.000   | 1,33%   | 7%            |
| BOMBA PEDROLLO CPM 190 220 UOL 2HP          | 8.852.700   | 1,26%   | 8%            |
| BOMBA POZO PROFUNDO BESTFLOW 1HP            | 8.557.800   | 1,21%   | 9%            |
| TUBO PVC PRESION 160 X 6M PN6 C/GOMA 160 MM | 8.458.000   | 1,20%   | 10%           |
| TUBO PVC SANIT BLANCO 160MM CG              | 7.895.540   | 1,12%   | 11%           |
| BOMBA PEDROLLO CPM 170 220 UOL 1.5HP        | 7.199.400   | 1,02%   | 12%           |
| ROLLO HDPE PN10 2p X 100MTS                 | 7.108.002   | 1,01%   | 13%           |
| TUBO PVC SANIT BLANCO 110MM CG              | 7.102.401   | 1,01%   | 14%           |

**Figura 14**

*Artículos Relevantes Categoría A según Venta 2024*

Estos artículos destacan por su gran participación en las ventas totales de la compañía, representando cada uno por sí solo más del 1 % de las ventas totales generadas hasta octubre del 2024. En dicha selección se puede identificar los tipos de productos en los cuales la empresa debe focalizarse, clasificándose de la siguiente manera:

- **Tuberías PVC:** Tubos fabricados en PVC, material líder en la industria debido a su re-

sistencia, durabilidad, fácil instalación y bajo costo, cuyas características varían según su aplicación, resistencia, presión, capacidad de flujo, longitud, entre otras distinciones particulares. Su utilización se lleva a cabo principalmente en sistemas de agua y saneamiento, como alcantarillados y riego.

- **Bombas de agua:** Utilizadas para extracción y manejos de aguas en diversas formas, se identifica en primera instancia las bombas centrífugas de superficie empleadas principalmente en suministros de agua en hogares, riego, llenado de tanque y aplicaciones de presión media-alta. Además, cuentan con bombas sumergibles diseñadas para extraer agua desde grandes profundidades a una presión mucho menor, pero a flujo constante.
- **Accesorios de drenaje:** Representados mayormente por el *Anillo y Rejilla dúctil*, segundo producto más vendido por la empresa en el año, corresponde a accesorios de alcantarillado utilizados para captar y redirigir los flujos provenientes de aguas residuales y otras funciones.
- **Equipos de riego y jardinería:** Siendo el principal producto de la categoría el *Aspensor Alto Impacto*, cuarto producto más vendido en el año, corresponde a artículos diseñados para sistemas de riego de áreas verdes.

La estrategia de la empresa se alinea con los resultados obtenidos, demostrando que los mayores beneficios provienen de productos orientados a diversas soluciones hídricas que constituyen el enfoque principal de la compañía.

Al realizar la clasificación ABC se encontraron 366 artículos pertenecientes a la **Categoría A**, concentrando el 80 % de los ingresos de la empresa durante el 2024 y cuyo detalle se especifica en la Tabla *Categoría A según Venta 2024(61)* en **Anexos**. La participación en las ventas totales de

productos en la categoría varía entre el 0,06 % y el 1,94 %, generando ganancias aproximadas de \$564 millones de pesos hasta octubre del 2024.

En cuanto a la **Categoría B** se clasificaron 468 artículos, representando ganancias aproximadas de \$106 millones de pesos en lo que va de 2024, exhibiendo entre un 0,02 % y 0,06 % de participación en las ventas totales.

Finalmente, en la **Categoría C** se agrupó un total de 912 productos generando una ganancia aproximada de \$35 millones de pesos y presentando una participación de los productos en el total de las ventas inferior al 0,02 %.

| Participación Ingresos 2024 | Clasificación | n            | n%          | Venta Total           |
|-----------------------------|---------------|--------------|-------------|-----------------------|
| 0% - 80%                    | A             | 366          | 20,96%      | \$ 563.664.346        |
| 81% - 95%                   | B             | 468          | 26,80%      | \$ 105.509.413        |
| 96% - 100%                  | C             | 912          | 52,23%      | \$ 35.287.767         |
| <b>TOTAL</b>                |               | <b>1.746</b> | <b>100%</b> | <b>\$ 704.461.526</b> |

**Figura 15**  
*Clasificación ABC*

En resumen, se clasificaron un total de 1.746 productos, cuyo único requisito es tener al menos una venta en lo que va del año. Respecto a porcentajes en la pertenecía, la **Categoría A** tiene el 21 % de los artículos, la **Categoría B** presenta un 27 % y la **Categoría C** un 52 %, aproximadamente. Con lo anterior se confirma la existencia de la **Regla de Pareto**, donde la **Categoría A** que representa el 80 % de los ingresos se clasificó específicamente un 20,96 % de los productos totales.

## 7.6. Productos de estudio

Una vez clasificados la totalidad de los productos se pretende trabajar con aquellos que son prioritarios para la compañía, es decir, los 11 artículos relevantes presentados en la figura 14, donde cada uno por sí mismo representa el 1 % o más de las ventas totales realizadas en el último año. La caracterización de dichos productos se detalla a continuación.

### 7.6.1. Tubo Sanitario Gris

Se muestra en la data como **TUBO SANIT GRIS 110MM X 6M CEM**, es el primer producto a analizar que consiste en un tubo de uso sanitario construido en PVC y de color gris, con una extensión de 6 metros y un diámetro de 110mm u 11cm. Se suele utilizar para drenajes de aguas residuales domésticas o comerciales, conducción de aguas pluviales o en sistemas de alcantarillado. Además, la abreviación 'CEM' en el nombre, indica que el producto está diseñado para ser cementado en sus uniones.



**Figura 16**

*Foto de Referencia Tubo Sanitario*

En la base de datos existen registros desde junio 2023 hasta noviembre 2024, completando un total de 18 datos para este producto, siendo uno de los más registrados dada la fecha de imple-

mentación del ERP.

### 7.6.2. Bomba Pozo Profundo

Presentado con el nombre de **BOMBA POZO PROFUNDO BESTFLOW 1HP**, es una bomba sumergible de la marca Bestflow diseñada para extraer agua desde pozos profundos, con una potencia de 1 caballo de fuerza (Horsepower por sus cifras en inglés). Suele estar construido de acero inoxidable y se estima que alcanza profundidades de hasta 100 metros.



**Figura 17**

*Foto de Referencia Bomba Pozo Profundo*

Respecto a los datos de venta del producto, estos existen desde junio 2023 hasta la fecha, generando un total de 18 datos, al igual que el producto anterior.

### 7.6.3. Tubos Sanitarios Blancos

Existen dos productos de este tipo en la selección realizada, siendo el primero de 160mm de diámetro y el segundo de 110mm. Aparecen en la data como **TUBO PVC SANIT BLANCO**

**160/110MM CG** y corresponden a tubos sanitarios similares al presentado anteriormente, fabricados en PVC y de color blanco. Respecto a la sigla 'CG' este indica *Campana y Gola*, el cual es un sistema de conexión que permite unir tubos de manera sencilla, sin requerir accesorios o materiales adicionales.



**Figura 18**

*Foto de Referencia Tubo Sanitario Blanco*

En la base de datos, existe un total de 18 registros para ambos productos al igual que los artículos anteriores.

#### **7.6.4. Anillo y Rejilla**

Presentado en los registros como **ANILLO Y REJILLA FF DUCTIL C250 NCH2080**, es un producto de drenaje diseñado para soportar grandes cargas y cumplir con normativas específicas. Consta de dos componentes, siendo el anillo el marco que se instala en el piso y la rejilla la cubierta que permite el paso del agua, pero no de sólidos. La sigla 'C250' indica que está diseñado para soportar 25 toneladas, mientras que 'NCH2080' hace referencia a la norma chilena vigente para el producto. Por otro lado, la sigla 'FF' hace referencia a la fabricación siendo este mediante fundición de hierro dúctil.



**Figura 19**

*Foto de Referencia Anillo y Rejilla*

Se cuenta con un total de 17 registros mensuales de venta del producto, desde julio 2023 hasta noviembre 2024.

#### **7.6.5. Aspersor**

Conocido como **ASPERSOR ALTO IMPACTO**, es generalmente fabricado de metal como el aluminio, latón o acero inoxidable. Se destaca su uso en el riego agrícola, industrial, jardines y prevención de incendios, entregando una amplia y uniforme cobertura en los lugares donde se emplee su uso.



**Figura 20**

*Foto de Referencia Aspersor*

La base de datos posee un total de 17 periodos registrados para la venta de este producto.

#### **7.6.6. Bombas Pedrollos**

Productos registrados en la data como **BOMBA PEDROLLO CPM 190/170 220 UOL 2/1.5HP** diferenciándose en el modelo y en la potencia, siendo el primero un modelo CPM 190 con 2 caballos de fuerzas, y el segundo un modelo CPM 170 con 1.5 caballos de fuerzas. Está diseñada para bombeo de agua limpia en entornos domésticos, agrícolas, industriales y comerciales a 220 voltios.



**Figura 21**  
*Foto de Referencia Bombas Pedrollo*

Ambos productos poseen un total de 15 registros en la base de datos construida.

#### **7.6.7. Tubo PVC Presión**

Su nombre oficial es TUBO PVC PRESION 160 X 6M PN6 C/GOMA 160 MM y corresponde a otro tubo hecho de PVC con 160mm de diámetro y 6 metros de longitud. La sigla 'PN6' indica que el tubo soporta una presión nominal de 6 bares, mientras que 'C/GOMA' hace referencia al sistema de conexión tipo campana con anillo de goma, que permite un ensamblaje hermético sin necesidad de pegamentos o soldaduras, facilitando la instalación.



**Figura 22**

*Foto de Referencia Tubo PVC Presión*

La base de datos cuenta con un total de 13 datos de venta del producto, desde noviembre 2023 hasta noviembre 2024.

#### **7.6.8. Tubo PVC Colector**

Se muestra en la data como **TUBO PVC COLECTOR SN8 200mmX6MTS**, constituye un tubo PVC de 200mm de diámetro y 6 metros de longitud. Es un tubo diseñado para recolección y transporte de aguas residuales, pluviales o industriales, donde la sigla 'SN8' hace referencia a la resistencia estructural del producto, el cual posee una rigidez de  $8 \text{ kN/m}^2$ , diseñado para soportar cargas externas significativas.



**Figura 23**

*Foto de Referencia Tubo PVC Colector*

En la base de datos recogida, se encuentra un total de 12 registros para el producto, desde diciembre 2023 hasta noviembre 2024.

#### **7.6.9. Rollo HDPE**

Presentado con el nombre de **ROLLO HDPE PN10 2p X 100MTS** corresponde a una tubería flexible fabricada en polietileno de alta densidad (HDPE), utilizada para el transporte de líquidos a presión moderada. Posee un diámetro de 2 pulgadas (63mm) y una longitud de 100 metros. La sigla 'PN10' indica que el producto soporta una presión máxima de 10 bares.



**Figura 24**

*Foto de Referencia Rollo HDPE*

El producto cuenta con un total de 9 registros, desde marzo del 2024 hasta noviembre 2024, siendo el producto a analizar con la menor cantidad de datos disponibles.

Todos los productos presentados van a ser evaluados mediante las distintas metodologías de pronósticos de demanda, buscando encontrar aquella que se adapte mejor a las características de este.

## **7.7. Pronósticos de Demanda**

Se decide proseguir con una estimación de la demanda de cada producto seleccionado, realizando un análisis cualitativo y cuantitativo respecto a las diversas metodologías de pronóstico analizadas.

Para lo anterior, se debe hacer una primera distinción dada la disponibilidad de los datos, donde existen 3 productos que no presentan datos de un año hacia atrás, por lo que, analizar metodologías que consideren estacionalidad y ciclicidad de la demanda no tendría mucho sentido de aplicar. Estos productos corresponden al **Tubo PVC Presión**, **Tubo PVC Colector** y **Rollo HDPE**,

los cuales presentan data recién desde noviembre 2023, diciembre 2023 y marzo 2024, respectivamente.

Respecto al resto de productos se considera en principio componentes de largo plazo, haciendo uso de una metodología efectiva y de fácil aplicación, como lo es la descomposición de una serie de tiempo con regresión por mínimos cuadrados. Además, se estudia de manera transversal entre los productos la utilización de las metodologías de suavizamiento exponencial y promedio móvil de 3 periodos, mecanismos de pronóstico mucho más simples, pero de buenos resultados en general.

Luego, se lleva a cabo un análisis cuantitativo de las metodologías, comprando los indicadores de MAD, cuasivarianza y varianza, mientras que el análisis cualitativo se apoya en la evaluación de la señal de rastreo correspondiente.

Los pronósticos de demanda bajo la metodología de promedios móviles 3 periodos, exhibieron los resultados presentados en la figura 25 para cada uno de los productos seleccionados:

| Promedio móvil de 3 períodos Noviembre |       |         |          |
|----------------------------------------|-------|---------|----------|
| Artículo                               | MAD   | Cuasi   | $\sigma$ |
| Tubo Sanitario Gris                    | 52,22 | 5330,63 | 73,01    |
| Bomba Pozo Profundo                    | 2,24  | 7,01    | 2,65     |
| Tubo Sanitario Blanco 160 MM           | 18,71 | 485,22  | 22,03    |
| Tubo Sanitario Blanco 110 MM           | 20,76 | 713,81  | 26,72    |
| Anillo y Rejilla                       | 6,26  | 128,85  | 11,35    |
| Aspersor                               | 11,81 | 260,58  | 16,14    |
| Bomba Pedrollo CPM 190                 | 1,33  | 3,29    | 1,81     |
| Bomba Pedrollo CPM 170                 | 1,28  | 2,85    | 1,69     |
| Tubo PVC Presión                       | 21,00 | 1081,23 | 32,88    |
| Tubo PVC Colector                      | 21,19 | 926,67  | 30,44    |
| Rollo HDPE                             | 2,72  | 15,93   | 3,99     |

**Figura 25**

*Resultados Preliminares Promedio Móvil 3 periodos Noviembre.*

El segundo método a aplicar es el suavizamiento exponencial, donde el valor de alpha

( $\alpha$ ) asignado se determinó a partir de una optimización con la herramienta de análisis **Solver** de **Microsoft Excel**, buscando minimizar la variable MAD indicador prioritario del estudio. Los resultados preliminares del método durante el mes de noviembre, se presentan en la figura 26:

| Suavizamiento Exponencial Noviembre |          |       |         |          |
|-------------------------------------|----------|-------|---------|----------|
| Artículo                            | $\alpha$ | MAD   | Cuasi   | $\sigma$ |
| Tubo Sanitario Gris                 | 0        | 56,04 | 6925,66 | 83,22    |
| Bomba Pozo Profundo                 | 0        | 1,70  | 3,99    | 2,00     |
| Tubo Sanitario Blanco 160 MM        | 0        | 15,06 | 363,85  | 19,07    |
| Tubo Sanitario Blanco 110 MM        | 0,651    | 23,11 | 814,86  | 28,55    |
| Anillo y Rejilla                    | 0        | 5,49  | 90,39   | 9,51     |
| Aspersor                            | 0,008    | 8,64  | 170,74  | 13,07    |
| Bomba Pedrollo CPM 190              | 0        | 1,07  | 1,95    | 1,40     |
| Bomba Pedrollo CPM 170              | 0        | 1,04  | 1,83    | 1,35     |
| Tubo PVC Presión                    | 0,757    | 17,19 | 748,82  | 27,36    |
| Tubo PVC Colector                   | 0,5      | 18,74 | 674,95  | 25,98    |
| Rollo HDPE                          | 0        | 3,41  | 18,28   | 4,28     |

**Figura 26**

*Resultados Preliminares Suavizamiento Exponencial Noviembre.*

En los casos donde se encontró un valor de  $\alpha$  óptimo igual a cero, en una fórmula cuya estructura es del tipo  $F(t) = F_{(t-1)} + \alpha \cdot (D_{(t-1)} - F_{(t-1)})$ , se obtiene como resultado una predicción basada en el pronóstico anterior de forma sucesiva, hasta llegar al primer pronóstico efectuado el cual fue calculado a partir del promedio total de los datos recopilados.

En base a lo anterior, se estipula que si bien una constante de suavizamiento igual a cero no es la esencia del método, el hecho de que dicho valor sea obtenido mediante la optimización del MAD sugiere la utilización de un **Stock Promedio** para ciertos productos, opción posible si no se presenta una metodología mejor adaptada a los datos reales o que no falle en los análisis cualitativos.

Por otro lado, cuando se obtiene de la optimización vía **Solver** un  $\alpha$  cercano a cero, como es el caso del **Pozo Profundo**, los pronósticos realizados son muy parecidos entre sí sufriendo

leves variaciones.

El último método a analizar es la descomposición de series de tiempo cuyos resultados e indicadores se muestran en la figura 27:

| Descomposición de series de tiempo Noviembre |                             |       |         |          |
|----------------------------------------------|-----------------------------|-------|---------|----------|
| Artículo                                     | Ec. Recta                   | MAD   | Cuasi   | $\sigma$ |
| Tubo Sanitario Gris                          | $y = 188,87 - 4,37 \cdot t$ | 57,41 | 6345,30 | 79,66    |
| Bomba Pozo Profundo                          | $y = 4,11 + 0,07 \cdot t$   | 0,79  | 0,96    | 0,98     |
| Tubo Sanitario Blanco 160 MM                 | $y = 45,45 - 0,71 \cdot t$  | 14,72 | 414,00  | 20,35    |
| Tubo Sanitario Blanco 110 MM                 | $y = 25,61 + 3 \cdot t$     | 22,60 | 937,95  | 30,63    |
| Anillo y Rejilla                             | $y = -9,35 + 2,86 \cdot t$  | 18,41 | 1620,67 | 40,26    |
| Aspersor                                     | $y = 7,53 + 1,81 \cdot t$   | 14,17 | 1087,38 | 32,98    |
| Bomba Pedrollo CPM 190                       | $y = 3,68 - 0,15 \cdot t$   | 1,54  | 5,76    | 2,40     |
| Bomba Pedrollo CPM 170                       | $y = 1,01 + 0,16 \cdot t$   | 0,58  | 0,90    | 0,95     |

**Figura 27**

*Resultados Preliminares Descomposición.*

La ecuación de la recta presentada corresponde a la fórmula obtenida al ejecutar la metodología de mínimos cuadrados, el cual utiliza los datos desestacionalizados para hallar las constantes de intercepto y pendiente, generando la recta que mejor se adapta a la tendencia de los datos. Los factores estacionales de cada producto obtenidos durante el desarrollo de la metodología se presentan en la figura 28:

| Artículo   | Tubo Sanitario | Bomba Pozo | Tubo Sanitario | Tubo Sanitario | Anillo y | Aspersor | Bomba Pedrollo | Bomba Pedrollo |
|------------|----------------|------------|----------------|----------------|----------|----------|----------------|----------------|
| Mes        | Gris           | Profundo   | Blanco 160 MM  | Blanco 110 MM  | Rejilla  |          | CPM 190        | CPM 170        |
| Enero      | 1,21           | 0,72       | 0,73           | 0,61           | 0,00     | 0,00     | 3,87           | 1,09           |
| Febrero    | 0,97           | 0,96       | 0,41           | 0,06           | 0,27     | 2,51     | 0,77           | 1,64           |
| Marzo      | 0,79           | 0,48       | 1,55           | 0,15           | 0,00     | 0,00     | 1,55           | 1,64           |
| Abril      | 0,55           | 1,68       | 1,67           | 1,84           | 1,36     | 0,00     | 1,55           | 0,55           |
| Mayo       | 0,82           | 0,72       | 0,65           | 1,87           | 0,00     | 6,28     | 0,77           | 1,09           |
| Junio      | 0,46           | 0,96       | 1,20           | 2,17           | 1,36     | 0,00     | 0,00           | 1,09           |
| Julio      | 1,22           | 0,84       | 2,69           | 0,70           | 2,73     | 0,06     | 0,00           | 0,55           |
| Agosto     | 2,29           | 1,68       | 0,29           | 1,14           | 0,41     | 0,63     | 0,00           | 2,73           |
| Septiembre | 0,97           | 0,48       | 0,31           | 1,27           | 5,32     | 1,26     | 1,16           | 0,27           |
| Octubre    | 1,00           | 1,08       | 0,86           | 0,53           | 0,27     | 0,00     | 1,16           | 0,00           |
| Noviembre  | 1,33           | 0,72       | 1,14           | 1,48           | 0,00     | 0,38     | 1,16           | 0,82           |
| Diciembre  | 0,41           | 1,68       | 0,49           | 0,18           | 0,27     | 0,88     | 0,00           | 0,55           |

**Figura 28**

*Estacionalidad Artículos 2023-2024.*

Las estacionalidades calculadas para los productos no son completamente fiables, ya que la base de datos recolectada hasta la fecha es insuficiente para identificar patrones estacionales consistentes. Incluso en los artículos más representativos solo se cuenta con 18 registros recopilados desde junio de 2023. Dado lo anterior existen meses cuyo factor estacional se determina a partir de un único dato, generando un riesgo sistemático en el cálculo, debido la falta de variabilidad que puede repercutir en una mayor sensibilidad a anomalías por parte del modelo y una pérdida general de confiabilidad. Esta problemática se repite en todos los artículos durante los meses de diciembre a mayo, mientras que el producto con menor cantidad de registros analizados bajo esta metodología, el **Rollo HDPE**, únicamente cuenta con datos múltiples correspondientes a los meses de septiembre, octubre y noviembre.

A pesar de lo mencionado, los factores estacionales son útiles para identificar ciertas tendencias evidentes en algunos productos. Un ejemplo claro es el caso del **Anillo y Rejilla** en el mes de noviembre, producto que no registró ventas en 2023 ni en 2024. Esto permite anticiparse a posibles estacionalidades aunque de manera limitada y no completamente precisa.

Una vez obtenidos los resultados preliminares se prosigue comparando los distintos métodos a partir de sus gráficas e indicadores correspondientes, como se muestra en el ejemplo de la figura 29:

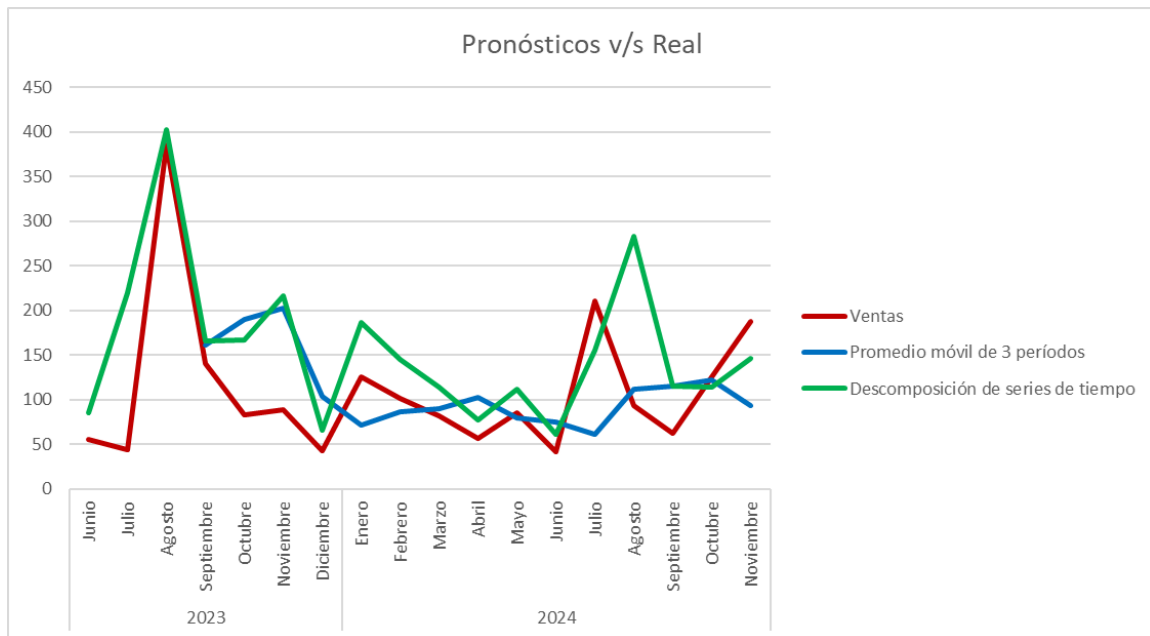
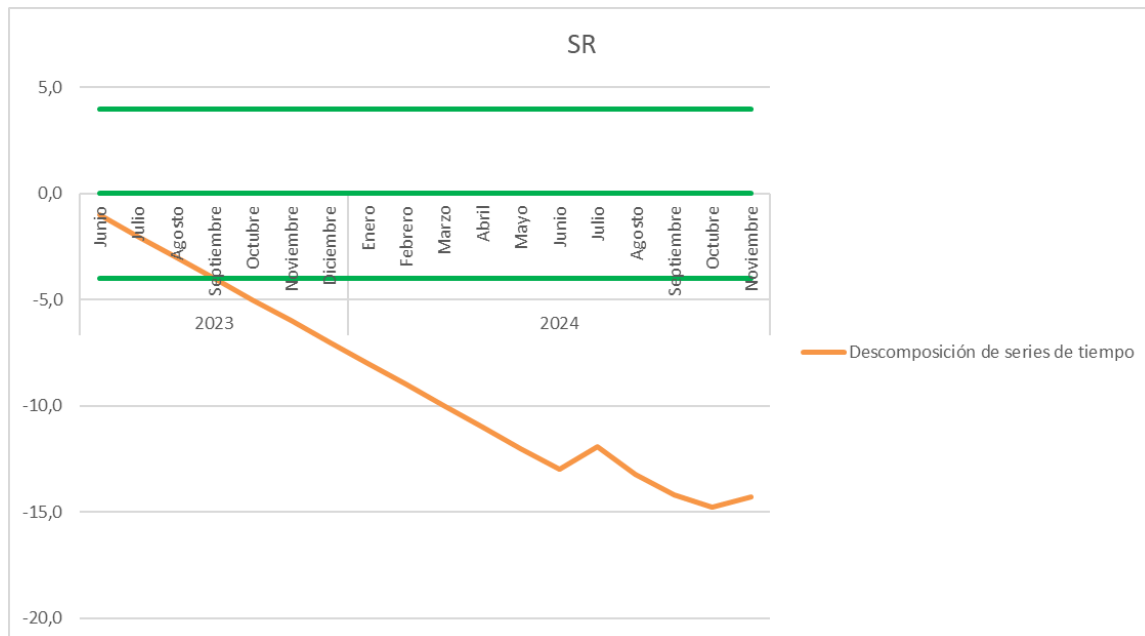


**Figura 29**  
*Comparación Pronósticos Tubo Sanitario Gris*

En la gráfica se observa como la descomposición por series de tiempo se adapta bastante bien a las variaciones, marcando los mismos máximos y mínimos demostrados por la venta real, sin embargo se presenta siempre una sobre estimación de este. La fórmula de dicho método queda representada como  $F(t) = 211,43 - 7,43 \cdot t$ , marcando una tendencia negativa respecto al crecimiento de las ventas en el largo plazo. Por otro lado, el promedio móvil no predice los picos de demanda en los meses de julio y agosto, reaccionado lento, y generalmente, de forma opuesta a la alta variabilidad presentada por el producto.

A pesar de los resultados anteriores, un paso obligatorio es realizar el análisis cualitativo de los métodos de pronóstico con el fin de detectar posibles sesgos sistemáticos en las predicciones. A raíz de ello, es que se descubre que la descomposición por series de tiempo cae en sesgo sistemático al graficar la señal de rastreo correspondiente, representado en la siguiente imagen:

**Figura 30**

*Señal de Rastreo Descomposición Tubo Sanitario Gris*

Como se puede observar en la figura 30, la señal de rastreo solamente presenta valores negativos, es decir, existe un comportamiento previsible y secuencias del mismo signo, además de exceder ampliamente los límites de control determinados. Lo anterior es una muestra clara y contundente de sesgo sistemático, demostrando que el uso de esta metodología va a ser inútil para estos datos.

Esto explica la sobre estimación del modelo, demostrado en los constantes valores negativos de los errores en cada pronóstico. Por otra parte, el sesgo sistemático puede tener su causa en la reducida cantidad de datos de venta del producto lo que provoca que, durante los estudios estacionales en algunos casos los factores de estacionalidad se disparen debido a datos anormales generando pronósticos que no se condicen con la realidad. A pesar de ello la curva generada se asemeja al comportamiento real de la venta, por lo que, no se descarta en un futuro y con más datos, el aplicar nuevamente esta metodología.

Respecto al comportamiento en la señal de rastreo de los otros métodos realizados, se presenta un ejemplo del análisis a continuación:

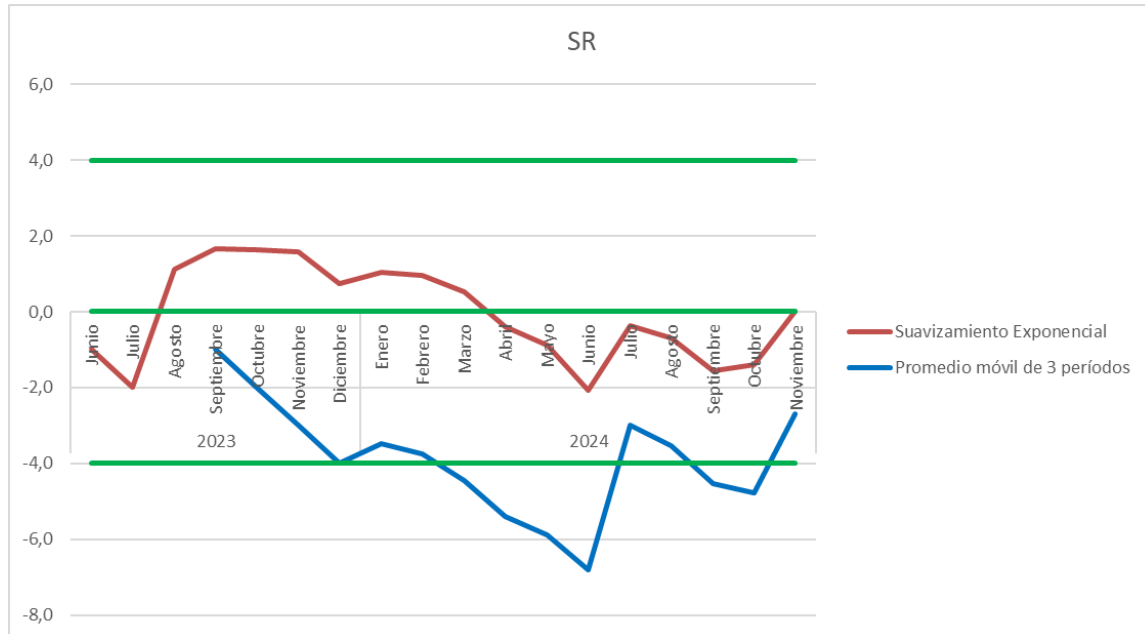


**Figura 31**  
*Señal de Rastreo Pronósticos Tubo Sanitario Gris*

En la figura 31, se observa como el promedio móvil ponderado se sale de los límites de control establecidos de -4 y 4, a la vez que solo indica señales negativas y un comportamiento previsible, convirtiéndose en candidato a descarte vía análisis cualitativo. En contraste, el suavizamiento exponencial si muestra un buen comportamiento de la señal de rastreo sin salirse de los límites de control y generando secuencias alternas de signos sin comportamientos previsibles, postulándose como un buen candidato desde el análisis de las señales de rastreo.

En resumen, para el ejemplo mostrado de **Tubo Sanitario Gris** se descartarían los métodos de descomposición en series de tiempo por presentar sesgos sistemáticos y promedios móviles por no capturar patrones del sistema, quedando demostrada la ineficiencia de ambos modelos al graficar las señales de rastreo correspondientes. Se recomienda utilizar el suavizamiento exponencial

para pronosticar la demanda del producto, método que presenta el segundo menor indicador de MAD y mayor cuasivarianza. Además, el método se optimiza en un valor de  $\alpha = 0$ , por lo que, el pronóstico de demanda no es más que el promedio de todos los datos recolectados, es decir, 107 unidades para todos los meses del año, hasta obtener una mayor cantidad de datos que puedan validar otro método de pronóstico.

Respecto a los valores **alpha** obtenidos mediante optimización del modelo en **AMPL**, estos revelan mejoras en algunos pronósticos de los productos evaluados, exhibiendo un valor del indicador **MAD** menor, y por ende, una constante de suavizamiento que se ajusta de mejor manera a los datos recopilados al minimizar el error entre la venta real y lo pronosticado. En la figura 32 se aprecia una comparación cuantitativa entre ambas herramientas:

| Comparación Suavizamiento Exponencial Noviembre |                 |       |               |       |               |
|-------------------------------------------------|-----------------|-------|---------------|-------|---------------|
| Artículo                                        | $\alpha$ Solver | MAD   | $\alpha$ Ampl | MAD   | Variación MAD |
| Tubo Sanitario Gris                             | 0               | 56,04 | 0             | 56,04 | 0,0%          |
| Bomba Pozo Profundo                             | 0               | 1,70  | 0,004         | 1,70  | 0,0%          |
| Tubo Sanitario Blanco 160 MM                    | 0               | 15,06 | 0             | 15,06 | 0,0%          |
| Tubo Sanitario Blanco 110 MM                    | 0,651           | 23,11 | 0             | 25,94 | 12,3%         |
| Anillo y Rejilla                                | 0               | 5,5   | 0,180         | 5,4   | -1,8%         |
| Aspersor                                        | 0,008           | 8,6   | 0,008         | 8,6   | 0,0%          |
| Bomba Pedrollo CPM 190                          | 0               | 1,07  | 0             | 1,067 | -0,4%         |
| Bomba Pedrollo CPM 170                          | 0               | 1,04  | 0             | 1,040 | 0,2%          |
| Tubo PVC Presión                                | 0,757           | 17,19 | 0,757         | 17,19 | 0,0%          |
| Tubo PVC Colector                               | 0,5             | 18,74 | 0,5           | 18,74 | 0,0%          |
| Rollo HDPE                                      | 0               | 3,41  | 0             | 3,41  | 0,0%          |

**Figura 32**  
*Comparación Solver v/s AMPL*

Tal y como se observa en la gráfica, existe una mejora del **MAD** en algunos productos como **Anillo y Rejilla** y **Bomba Pedrollo CPM 190**, mientras que otros casos como el **Tubo Sanitario Blanco 110MM** se evidencia un alza del indicador en un 12,1 % al realizar la optimización en **AMPL**. Lo anterior, puede tener su origen en el contraste de los algoritmos utilizados por cada

**Solver**, diferenciándose en etapas como la metodología de iniciación, manejo de óptimos locales y globales, tratamiento de restricciones, entre muchos otros aspectos de naturaleza técnica ó matemática, donde algunos **Solver** pueden encontrar soluciones de optimización que otros no. A pesar de ello, siempre se opta por elegir la herramienta que haya encontrado el mínimo valor de **MAD**, oportunidad generada al implementar distintas metodologías de resolución para el problema.

Aunque la mejora individual en los pronósticos pueda parecer insignificante, el conjunto de estas optimizaciones genera un impacto significativo en las operaciones y la rentabilidad de la organización, con beneficios especialmente evidentes a largo plazo. Una mejora constante del 1 % en las operaciones no debe subestimarse, ya que tiene importantes implicancias en áreas claves como la planificación de inventarios, la optimización de la cadena de suministro, la reducción de riesgos, el aumento de la satisfacción del cliente y muchos otros aspectos críticos para el desempeño empresarial. Al realizar una comparación de las señales de rastreo obtenidas a partir de los **alpha** calculados por las herramientas de optimización, se obtiene el siguiente resultado:

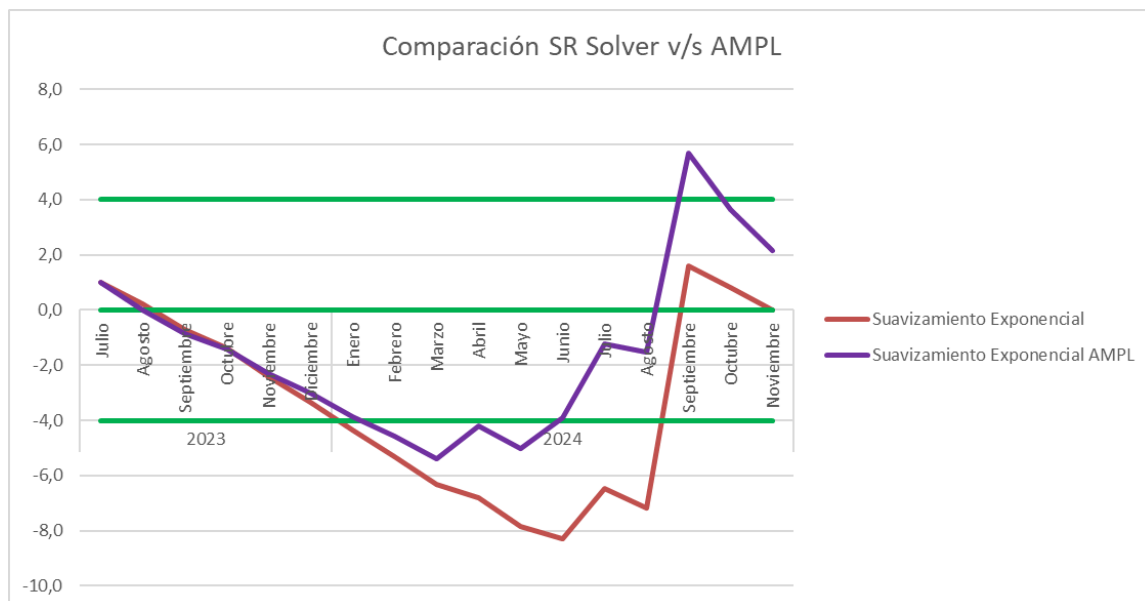


**Figura 33**  
*Comparación Señal de Rastreo Anillo y Rejilla*

En la figura 33 se representan las señales de rastreo del producto **Anillo y Rejilla**, donde se puede apreciar una mejora del comportamiento del indicador al realizar la optimización vía **AMPL**. Si bien el desempeño de la señal de rastreo aun no es la indicada, se visualiza una mejora desde el cumplimiento de los límites de control y secuencias de signos del indicador en comparación a la totalidad casi absoluta de signos negativos obtenidos con la constante de suavizamiento del método **Solver**. Lo anterior, demuestra de forma empírica el mejor desempeño de la metodología generada en **AMPL**, convirtiéndose en una alternativa real y concreta para mejorar la calidad de los pronósticos efectuados.

En cuanto al análisis de la evolución temporal de los pronósticos realizados, la figura 34 presenta un resumen comparativo de los resultados utilizando datos hasta octubre y noviembre 2024. En este análisis se calcula la variación en el desvío del pronóstico con respecto a los valores reales, empleando como indicador el **MAD**:

| Artículo                     | MAD Promedio Móvil |           |         | MAD Suavizamiento Exponencial |           |        | MAD Descomposición |           |         |
|------------------------------|--------------------|-----------|---------|-------------------------------|-----------|--------|--------------------|-----------|---------|
|                              | Octubre            | Noviembre | Var. %  | Octubre                       | Noviembre | Var. % | Octubre            | Noviembre | Var. %  |
| Tubo Sanitario Gris          | 49,19              | 52,22     | 6,16%   | 52,99                         | 56,04     | 5,75%  | 59,85              | 57,41     | -4,07%  |
| Bomba Pozo Profundo          | 2,24               | 2,24      | 0,28%   | 1,76                          | 1,70      | -3,06% | 0,91               | 0,79      | -13,53% |
| Tubo Sanitario Blanco 160 MM | 18,57              | 18,71     | 0,75%   | 15,70                         | 15,06     | -4,12% | 15,17              | 14,72     | -2,93%  |
| Tubo Sanitario Blanco 110 MM | 22,12              | 20,76     | -6,16%  | 23,51                         | 23,15     | -1,53% | 20,90              | 22,60     | 8,14%   |
| Anillo y Rejilla             | 5,67               | 6,26      | 10,50%  | 5,65                          | 5,4       | -4,58% | 26,84              | 18,41     | -31,41% |
| Aspersor                     | 12,03              | 11,81     | -1,80%  | 8,94                          | 8,6       | -3,33% | 16,31              | 14,17     | -13,12% |
| Bomba Pedrollo CPM 190       | 1,39               | 1,33      | -4,35%  | 1,12                          | 1,067     | -4,97% | 1,60               | 1,54      | -4,03%  |
| Bomba Pedrollo CPM 170       | 1,36               | 1,28      | -6,30%  | 1,08                          | 1,038     | -4,03% | 2,40               | 0,58      | -75,95% |
| Tubo PVC Presión             | 22,93              | 21,00     | -8,40%  | 17,94                         | 17,19     | -4,17% |                    |           |         |
| Tubo PVC Colector            | 22,29              | 21,19     | -4,96%  | 19,80                         | 18,74     | -5,38% |                    |           |         |
| Rollo HDPE                   | 3,13               | 2,72      | -13,12% | 3,78                          | 3,41      | -9,89% |                    |           |         |

**Figura 34**  
*Comparación Temporal Metodologías*

Según lo evidenciado en la tabla resumen la agregación de datos con el correr de los meses suele tener un efecto positivo en la efectividad de los pronósticos aplicados, exceptuando algunas técnicas o productos particulares como es el caso de **Tubo Sanitario Gris** con las metodologías de

promedios móviles y suavizamiento exponencial, donde existe un alza significativa del indicador **MAD** en el corto plazo.

El análisis anterior permite dilucidar aquellos modelos de pronósticos que pueden ser validados con el tiempo, además de distinguir las metodologías que no se adaptan en absoluto al comportamiento de la demanda de productos. En consecuencia, permite la toma de decisiones fundamentadas a la hora de elegir o descartar una técnica, además de otorgar una retroalimentación constante para ajustar parámetros, ayudar en la identificación de tendencias en el largo plazo, generar una mayor capacidad de respuesta a variaciones, entre otros beneficios operacionales.

## 8. Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en cada uno de los ítems principales del estudio, empezando por el **Análisis Cualitativo FODA** efectuado en relación con el entorno de la organización y cuyo resumen se presenta en la figura 35:

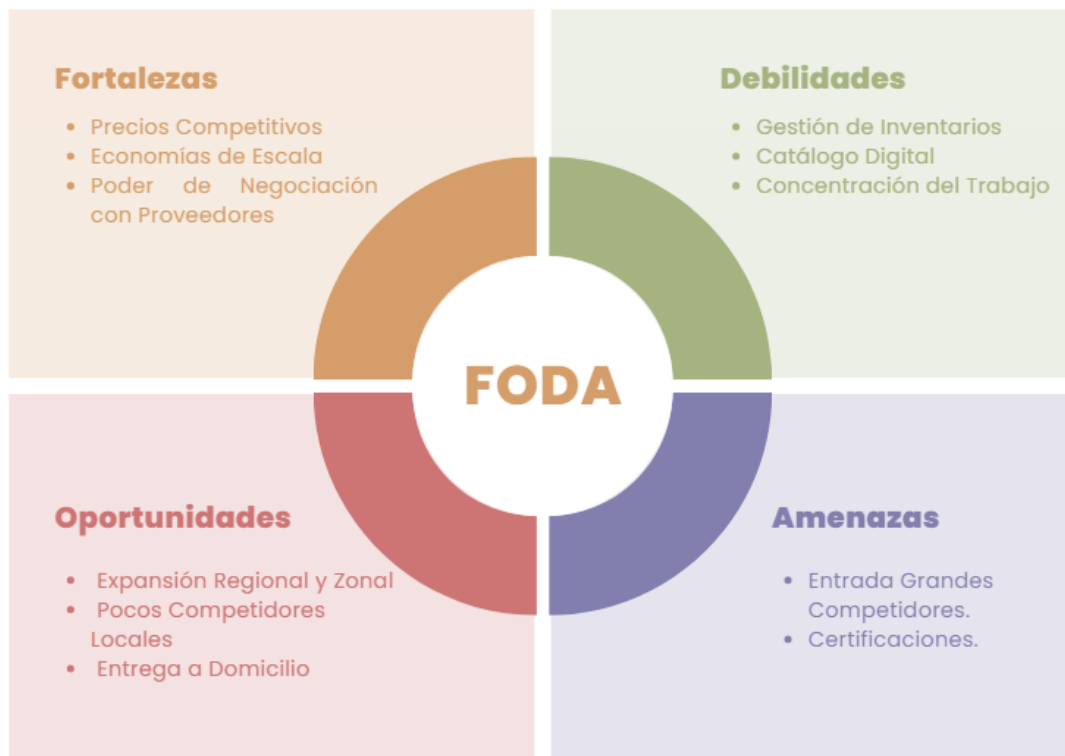


**Figura 35**  
*Resultado Análisis Cualitativo FODA*

A partir del diagrama, se puede percibir como la empresa goza actualmente de una posición privilegiada frente a los clientes y proveedores, dada la poca presencia de competidores locales especializados en el rubro y la gran oferta de proveedores mayoristas a nivel nacional, respectivamente. Lo anterior, genera un escenario donde **Hidroferretería Exsacop** posee un gran poder de negociación con ambas partes, generando la ventaja competitiva al influir positivamente en la fijación de precios de venta y compra, según conveniencia de la organización.

Además del buen presente de la empresa, se identifica una oportunidad real de crecimiento regional interesante de aprovechar, dada principalmente la poca competencia de la zona. Para ello se requiere una escalada general en el nivel de operaciones, punto donde aparecen amenazas y debilidades que ponen en peligro la eficiencia y rentabilidad de la organización, debido a la falta de atención de clientes vía internet, ausencia de certificaciones ISO que acrediten a la empresa frente a grandes clientes, concentración del trabajo en pocas personas imposibilitando la innovación y nulas políticas o procedimientos de control de inventarios, operaciones, entre otras actividades claves. Si es que la empresa decide aprovechar la oportunidad brindada por el entorno, primero deberá subsanar los puntos mencionados para asegurar una buena rentabilidad de la empresa en el largo plazo.

Respecto a la **Clasificación ABC** realizada sobre los productos en inventario a partir de los registros de ventas durante 2024, se obtuvieron los resultados expuestos en la figura 36 al categorizar 1.746 artículos:

| Participación Ingresos 2024 | Clasificación | n            | n%          | Venta Total           |
|-----------------------------|---------------|--------------|-------------|-----------------------|
| 0% - 80%                    | A             | 366          | 20,96%      | \$ 563.664.346        |
| 81% - 95%                   | B             | 468          | 26,80%      | \$ 105.509.413        |
| 96% - 100%                  | C             | 912          | 52,23%      | \$ 35.287.767         |
| <b>TOTAL</b>                |               | <b>1.746</b> | <b>100%</b> | <b>\$ 704.461.526</b> |

**Figura 36**  
*Resultado Clasificación ABC*

En relación a la tabla resumen, se observa un cumplimiento total de la **Regla de Pareto** especificada en la lectura, fenómeno que se repite en la presente investigación al exhibir una clase A compuesta por el 20,96 % de los productos, responsables de provocar el 80 % de los ingresos totales de **Exacop** entre 366 artículos. Para el análisis de pronósticos de demanda se eligieron

11 productos representando solamente un 0,03 % de la clase A, por lo que, aún queda un amplio margen de estudio para una gran cantidad de productos, análisis que de efectuarse solo puede traer beneficios a nivel operacional.

Considerando toda la información recopilada, los diversos análisis realizados y las gráficas elaboradas, se obtuvieron los resultados que se presentan en la figura 37 para cada uno de los productos estudiados. Las metodologías de pronóstico más adecuadas fueron seleccionadas en función de diversos criterios explicados a continuación:

| Resultados Finales Noviembre |                                                    |      |                |
|------------------------------|----------------------------------------------------|------|----------------|
| Artículo                     | Método de Pronóstico                               | MAD  | F(t) Diciembre |
| Tubo Sanitario Gris          | Suavizamiento Exponencial Solver ( $\alpha=0$ )    | 56   | 112            |
| Bomba Pozo Profundo          | Promedio Móvil 3 Períodos                          | 2,24 | 4              |
| Tubo Sanitario Blanco 160 MM | Suavizamiento Exponencial Solver ( $\alpha=0$ )    | 15   | 25             |
| Tubo Sanitario Blanco 110 MM | Suavizamiento Exponencial Solver ( $\alpha=0,65$ ) | 23   | 55             |
| Anillo y Rejilla             | Suavizamiento Exponencial AMPL ( $\alpha=0,18$ )   | 5,4  | 7              |
| Aspersor                     | Promedio Móvil 3 Períodos                          | 12   | 7              |
| Bomba Pedrollo CPM 190       | Promedio Móvil 3 Períodos                          | 1,3  | 2              |
| Bomba Pedrollo CPM 170       | Suavizamiento Exponencial Solver ( $\alpha=0$ )    | 1    | 2              |
| Tubo PVC Presión             | Suavizamiento Exponencial Solver ( $\alpha=0,75$ ) | 17   | 18             |
| Tubo PVC Colector            | Suavizamiento Exponencial Solver ( $\alpha=0,47$ ) | 19   | 29             |
| Rollo HDPE                   | Suavizamiento Exponencial Solver ( $\alpha=0$ )    | 3    | 5              |

**Figura 37**  
*Resultados Finales*

Respecto al **Tubo Sanitario Gris** se estima conveniente utilizar el método de suavizamiento exponencial debido principalmente al mejor comportamiento mostrado en la señal de rastreo en comparación al promedio móvil y el descarte de la metodología de descomposición por error sistemático para todos los artículos. Dado que la constante de suavizamiento optimizada por ambas herramientas fue de cero el pronóstico del producto es un stock constante basado en el promedio de todos los datos registrados, calculando un valor de 112 unidades para noviembre 2024.

Para el caso de la **Bomba Pozo Profundo** se utilizó como método de pronóstico el pro-

medio móvil debido a una mayor alternancia de signos en la señal de rastreo en comparación al suavizamiento exponencial. El **Tubo Sanitario Blanco 160 MM** registra una mayor adaptabilidad a la metodología de suavizamiento exponencial con constante igual a cero, dado que presenta el menor valor de **MAD** y mayor alternancia de signos en la señal de rastreo.

En relación al **Tubo Sanitario Blanco 110 MM** se obtienen pronósticos más precisos por el método de suavizamiento exponencial con constante de 0,65 optimizada vía **Solver**, basada su elección por sobre el promedio móvil debido a la señal de rastreo de este último, el cual sobrepasa los límites de control establecidos en dos oportunidades. Respecto al **Anillo y Rejilla** en ninguno de los modelos estudiados se visualiza un comportamiento convincente de la señal de rastreo, sobrepasando los límites de control y con largas secuencias de un mismo signo. A pesar de lo anterior, se estima usar el suavizamiento exponencial con constante de 0,18 optimizada vía **AMPL**, por el menor valor de **MAD** calculado y mejor comportamiento aparente de la señal de rastreo.

En el caso del **Aspersor** se utilizó el método de pronóstico promedio móvil debido principalmente al comportamiento de la señal de rastreo, donde el suavizamiento exponencial se escapa de los límites de control. Para la **Bomba Pedrollo CPM 190** también se optó por trabajar con promedio móvil dado su mejor proceder en secuencias de signos no consecutivas de la señal de rastreo.

En cuanto a la **Bomba Pedrollo CPM 170** se opta por el modelo de suavizamiento exponencial con constante igual a cero optimizada vía **Solver**, debido a que no se escapa de los límites de control y existe alternancia de los signos de la señal de rastreo, condiciones que no cumple promedios móviles. Para él **Tubo PVC Presión** nuevamente se determina que la mejor opción es suavizamiento exponencial con  $\alpha$  de 0,75 optimizada vía **Solver**, dado un menor valor del indicador **MAD** y buen comportamiento de la señal de rastreo.

En referencia al **Tuvo PVC Colector** se opta por la metodología de suavizamiento exponencial con  $\alpha$  de 0,47 optimizada vía **Solver**, debido principalmente a un mejor **MAD** y conducta de la señal de rastreo. Finalmente, para el producto **Rollo HDPE** también se decide trabajar con suavizamiento exponencial con constante igual a cero, por mayor alternancia de signos en la señal de rastreo.

El resumen del análisis presentado en la figura 37, corresponde a la propuesta de metodologías de pronósticos de demanda para un selecto grupo de productos, específicamente un 0,06 % del total de artículos, los cuales llegan a generar hasta el 14 % de los ingresos anuales de **Exascop**. La propuesta exhibe un modelo personalizado para cada artículo que permite calcular de forma directa una estimación de la demanda del mes siguiente, siendo estos pronósticos de alta calidad luego de un exhaustivo análisis de diversas técnicas básicas de pronósticos, sustentadas siempre en la minimización del error generado a partir de la comparación con los datos reales.

En la figura 38 se presenta un diagrama resumen del plan de mejoramiento llevado a cabo y los principales resultados obtenidos:

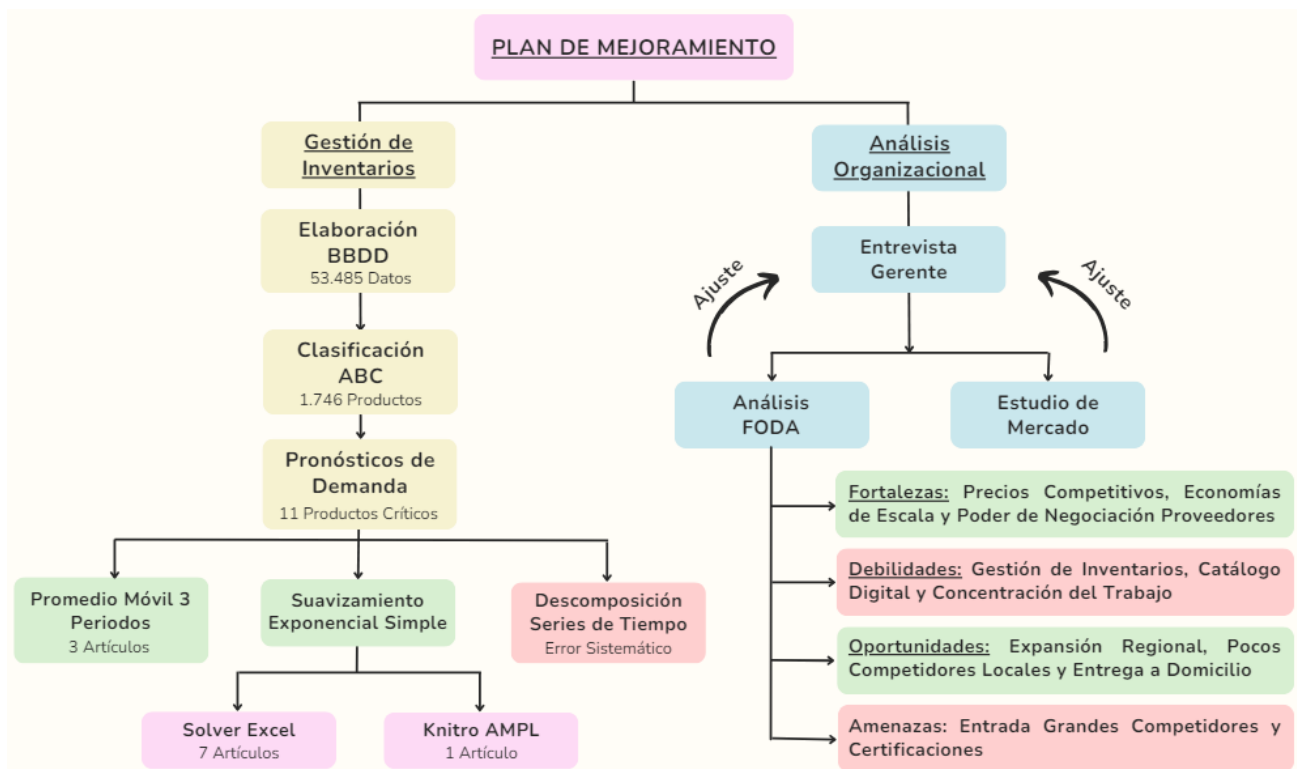


**Figura 38**  
*Resumen Proceso y Resultados Plan de Mejoramiento*

En general, se cumplen los objetivos planteados al inicio de la investigación luego de generar una categorización de los productos por nivel de importancia, establecer modelos de pronósticos precisos para la estimación de demanda futura y realizar un análisis cualitativo de la empresa, encontrando oportunidades y amenazas importantes de considerar. Los resultados expuestos se presentan como un plan de mejoramiento desde el punto de vista operacional, siendo esencial su consideración para futuras estrategias y acciones a adoptar por la compañía.

La esencia del plan de mejoramiento radica en el desarrollo y exhibición de metodologías de pronósticos de demanda, medida fundamental para reducir costos de inventario, optimizar los pedidos a proveedores y mejorar el servicio al cliente dada la mayor disponibilidad de productos. Por otro lado, se debe destacar el análisis que se desprende al comparar las distintas técnicas de

pronósticos, representando un buen diagnóstico inicial en caso de dar continuidad al proceso de gestión de inventarios. Dentro de los grandes hallazgos destaca el error sistemático en métodos de descomposición de series de tiempo, imposibilitando por ahora la aplicación de técnicas que pretendan identificar patrones de estacionalidad y ciclicidad.

Finalmente, se insta a continuar el proceso de estudio a lo largo del tiempo, previendo integrar metodologías de pronósticos con factores estacionales, a medida que la cantidad de datos lo permita. Con ello, se hace un seguimiento actualizado de los métodos de pronósticos óptimos para cada producto, generando un control y gestión de inventario eficiente y en mejora continua. Además, se recomienda profundizar aún más en diversas metodologías y algoritmos de resolución de modelos, buscando siempre mejorar la gestión operacional de la organización.

## 9. Conclusiones

A partir del análisis organizacional se puede desprender que existe una posición privilegiada para la empresa, debido principalmente a la falta de competidores en la zona y al buen poder de negociación existente con los proveedores, donde dependiendo de la variación de precios, **Hidroferretería Exsacop** tiene la opción de elegir libremente entre uno u otro según conveniencia.

En relación a la clasificación ABC se obtuvo que se cumplió la **Regla de Pareto** presentada como regla general en las industrias, logrando clasificar un total de 1.746 artículos diferentes de los cuales aproximadamente el 21 % se definió como clase A, 27 % de clase B y el 52 % restante como clase C. A partir de ello, se seleccionaron los artículos clase A a estudiar bajo metodologías de pronósticos cuyas ventas individuales representaban más del 1 % de la venta total durante 2024 y aproximadamente un 14 % de las ventas acumuladas del mismo año.

Respecto a los métodos de pronósticos estos presentaron rendimientos variados para cada uno de los productos con excepción de la descomposición por mínimos cuadrados, modelo descartado en su totalidad dada la presencia de un error sistemático identificado gracias a la ilustración de la señal de rastreo, error presuntamente originado por la poca cantidad de datos disponibles. Por otro lado, la implementación de las herramientas **Solver** y **AMPL** impactaron positivamente en la optimización del modelo de suavizamiento exponencial, permitiendo esta última encontrar una mejor constante de suavizamiento en el producto de **Anillo y Rejilla**, optimización que no hubiese sido posible si se hubiera utilizado de forma exclusiva el **Solver** de Excel.

A pesar de lo anterior, se recomienda continuar el estudio de diversos métodos de pronósticos a lo largo del tiempo, buscando profundizar en aquellos modelos que se podrían adaptar de mejor manera al incrementar la cantidad de datos como puede ser el caso de la descomposición

de series de tiempo. Por otro lado, se sugiere utilizar otros **Solver** y herramientas de optimización, como pueden ser los ofrecidos por el propio software **AMPL** donde solo se utilizó la opción de **KNITRO**.

En conclusión, el análisis organizacional y la gestión de operaciones son procesos dinámicos y en constante evolución cuyos resultados subrayan la importancia de adaptarse a las condiciones cambiantes del entorno y aprovechar la disponibilidad de datos. La implementación efectiva de estos procesos contribuyen al control preciso de métricas y desempeños, facilitando la identificación de oportunidades y optimizando la toma de decisiones estratégicas sostenidas en el tiempo.

## 10. Anexos

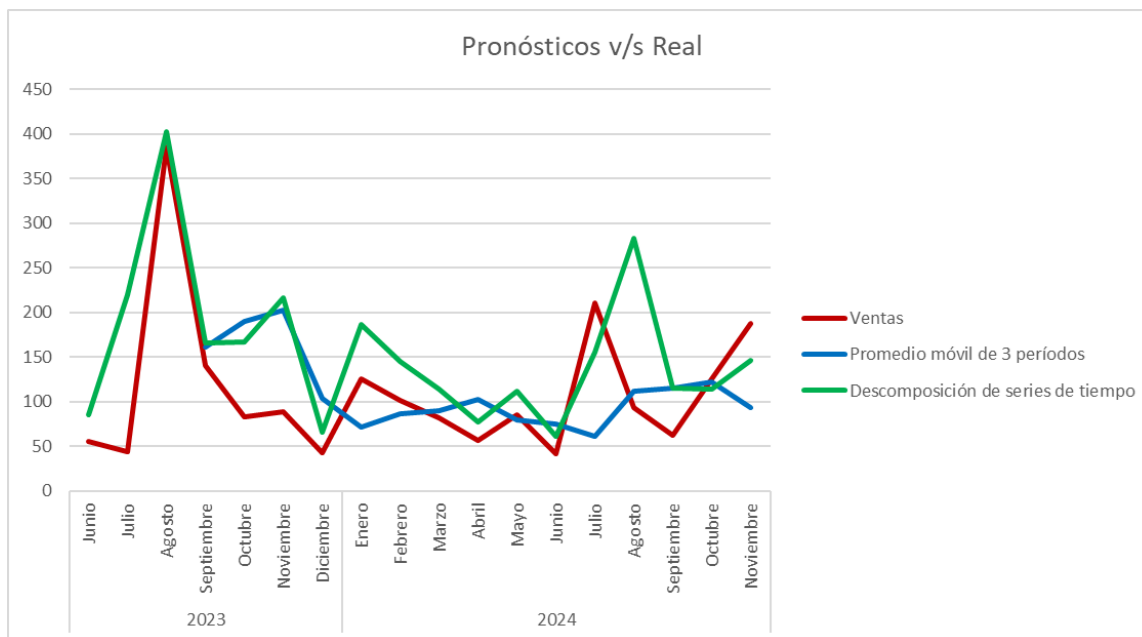


**Figura 39**

*Gráfico Pronósticos Tubo Sanitario Gris*

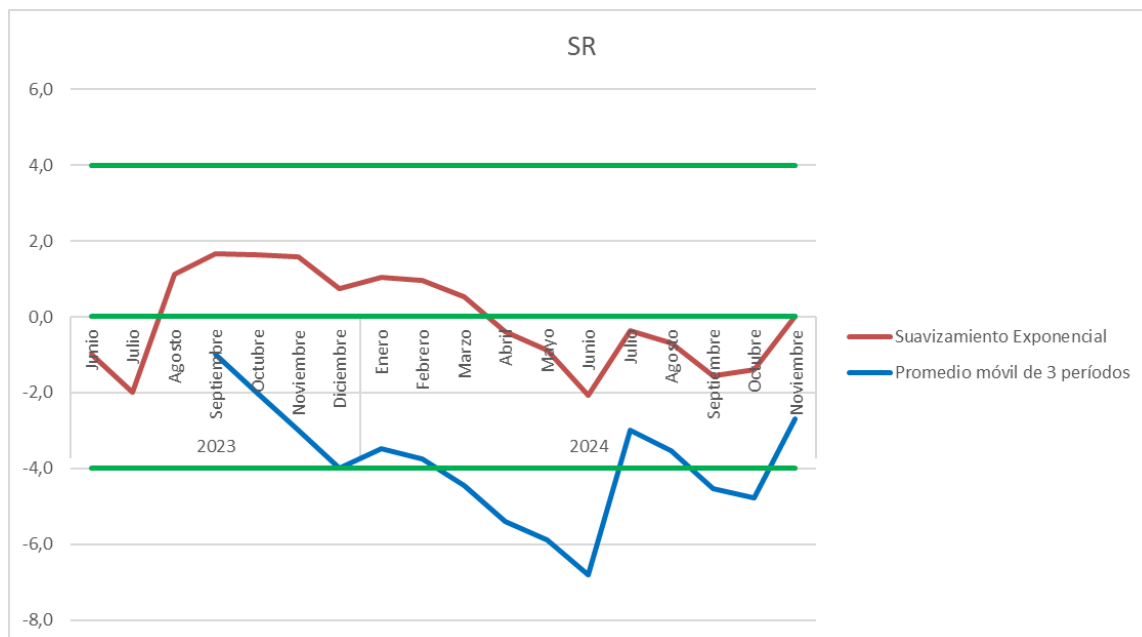


**Figura 40**

*Señal de Rastreo Tubo Sanitario Gris*

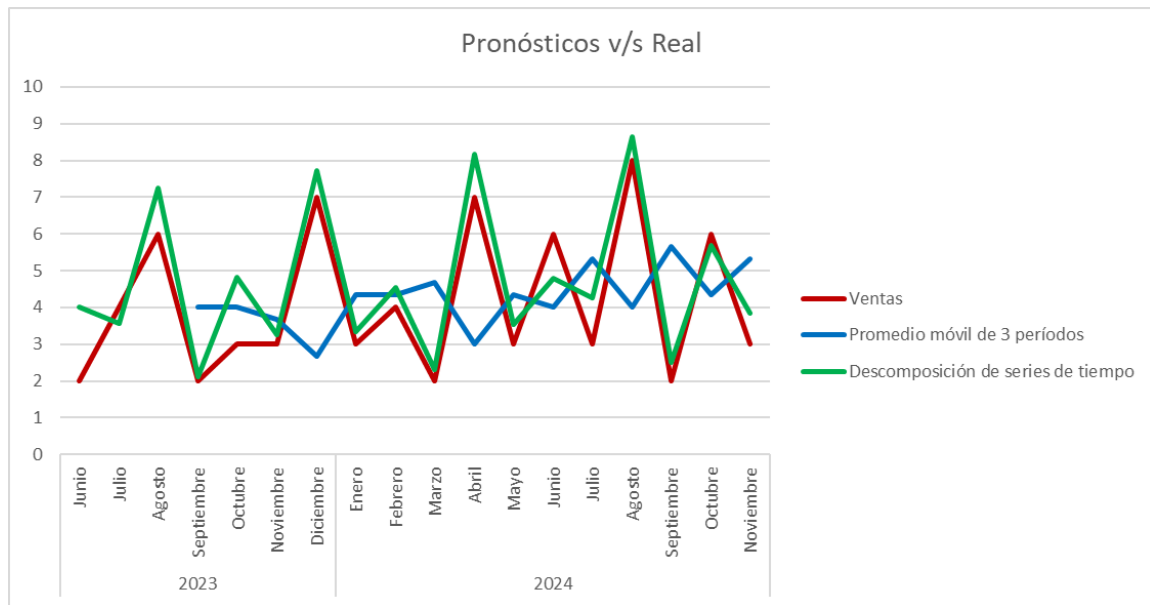


**Figura 41**  
*Gráfico Pronósticos Bomba Pozo Profundo*

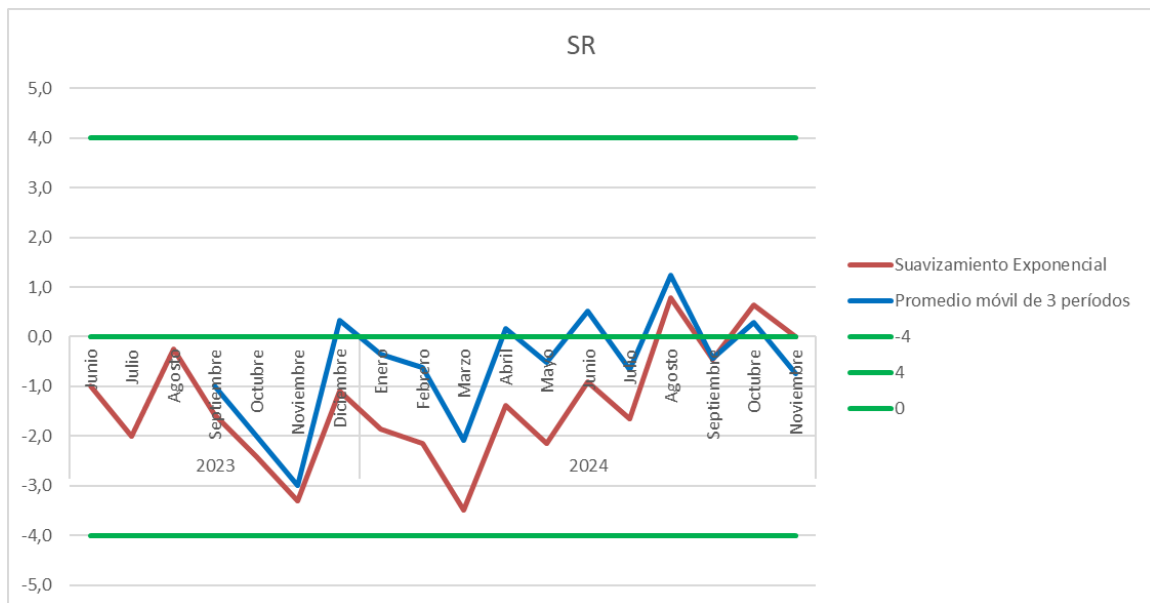


**Figura 42**  
*Señal de Rastreo Bomba Pozo Profundo*

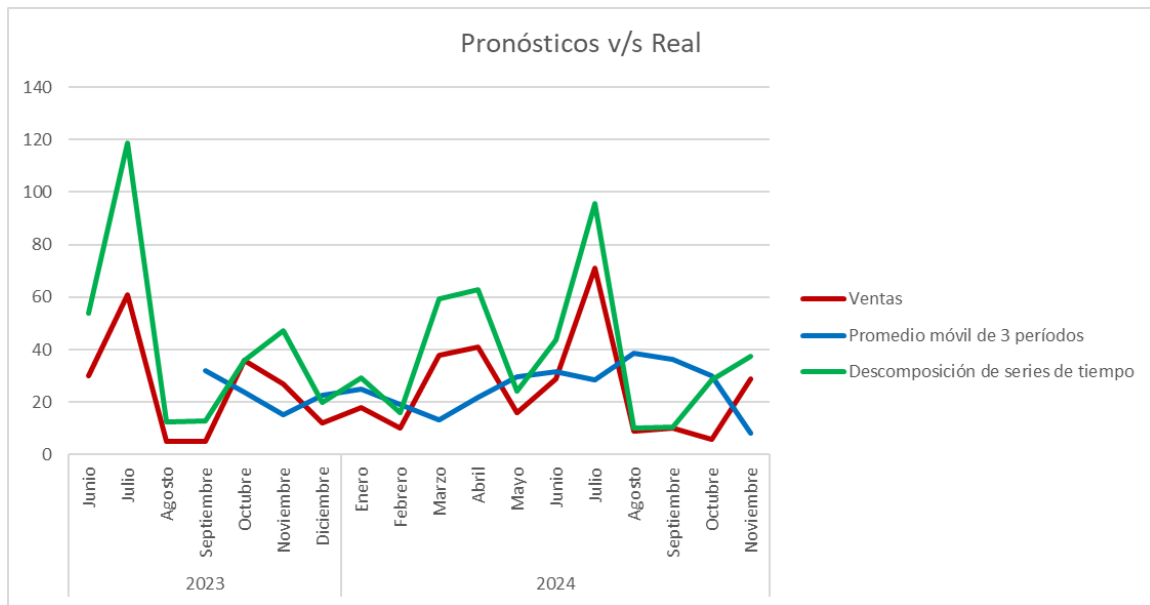


**Figura 43**

*Gráfico Pronósticos Tubo Sanitario Blanco 160 MM*

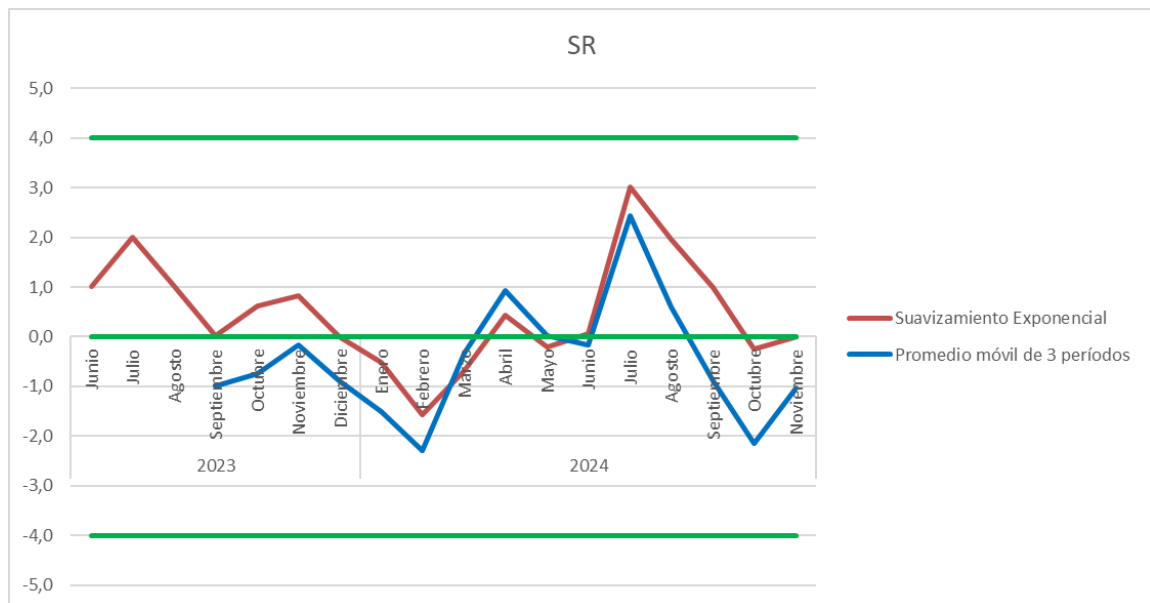


**Figura 44**

*Señal de Rastreo Tubo Sanitario Blanco 160 MM*

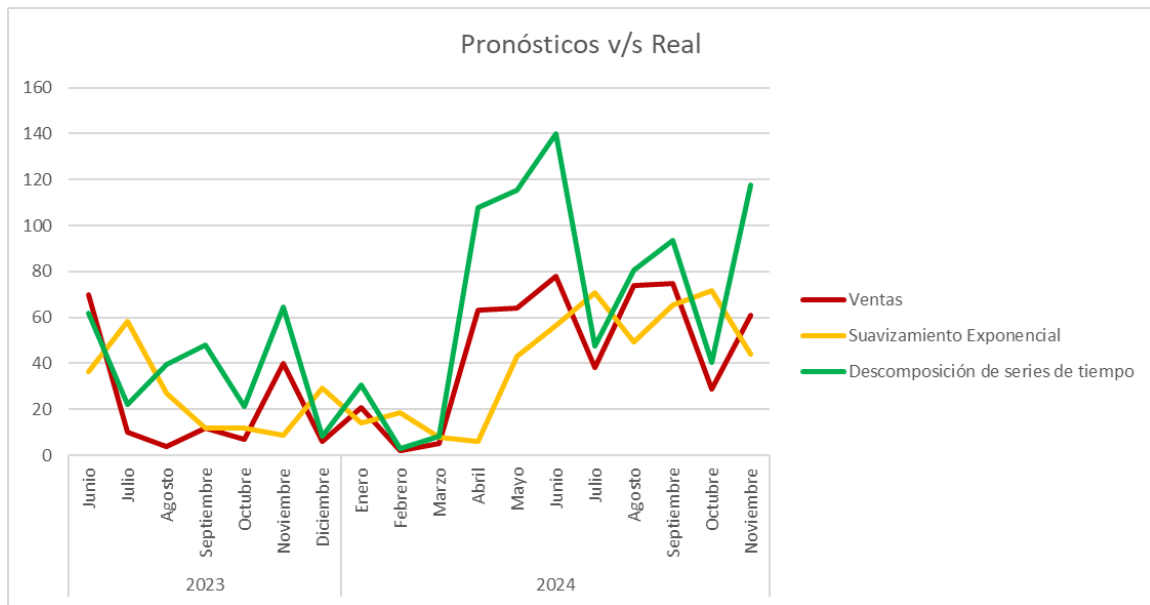


**Figura 45**

*Gráfico Pronósticos Tubo Sanitario Blanco 110 MM*

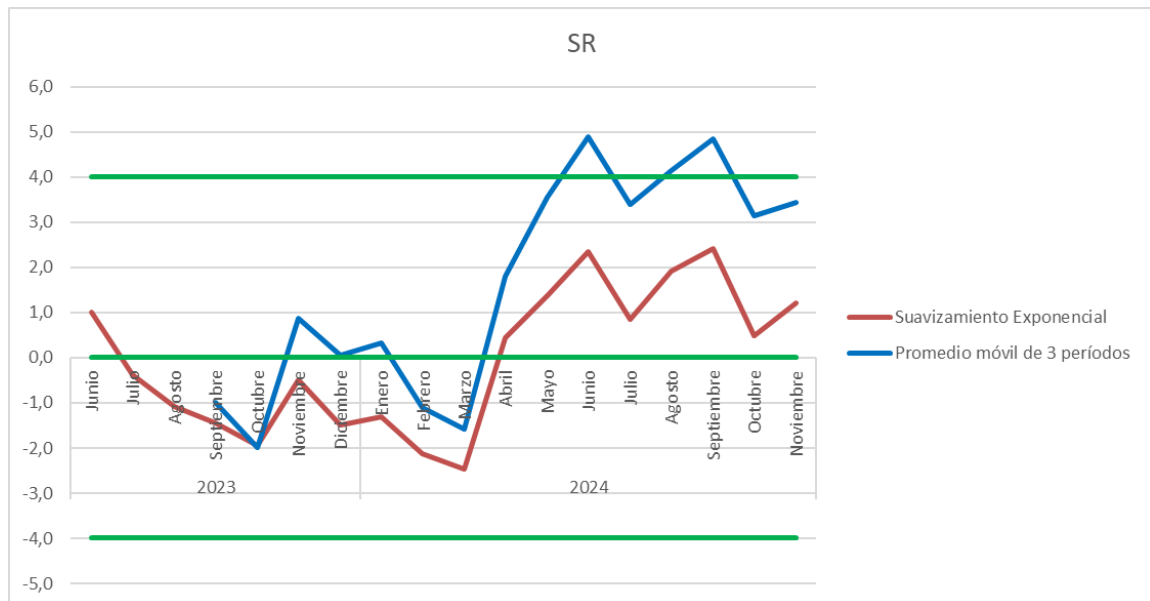


**Figura 46**

*Señal de Rastreo Tubo Sanitario Blanco 110 MM*

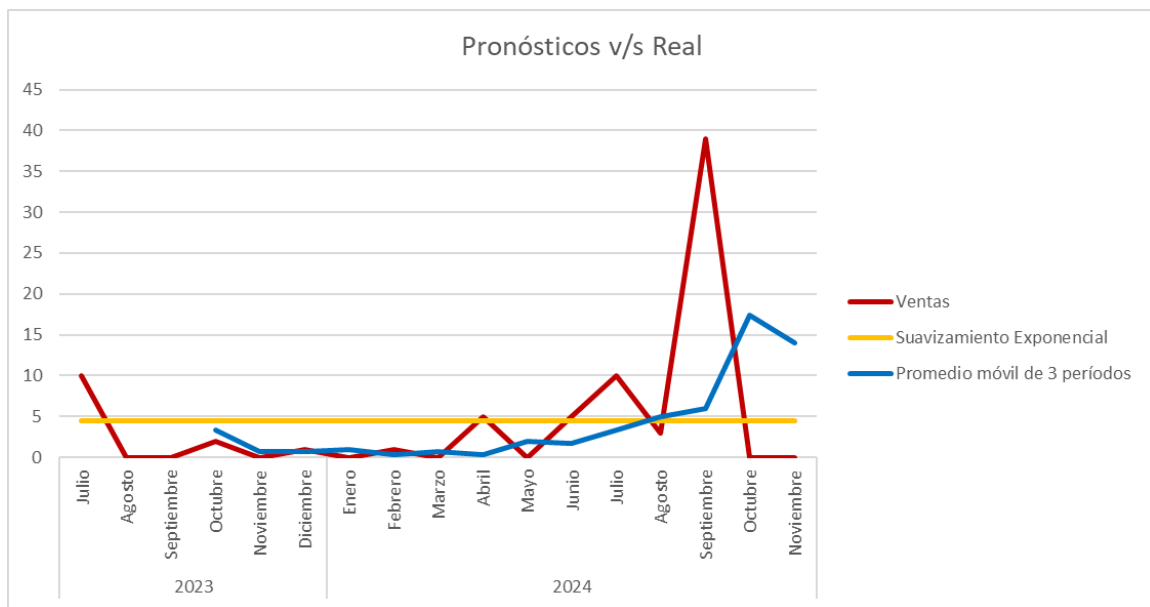


**Figura 47**  
*Gráfico Pronósticos Anillo y Rejilla*

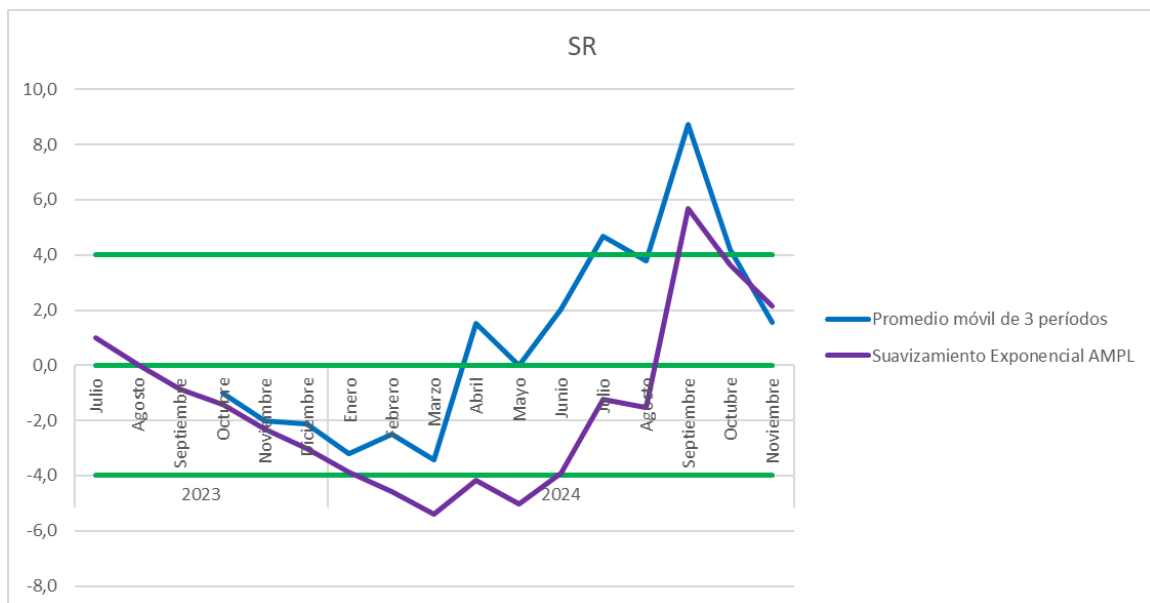


**Figura 48**  
*Señal de Rastreo Anillo y Rejilla*

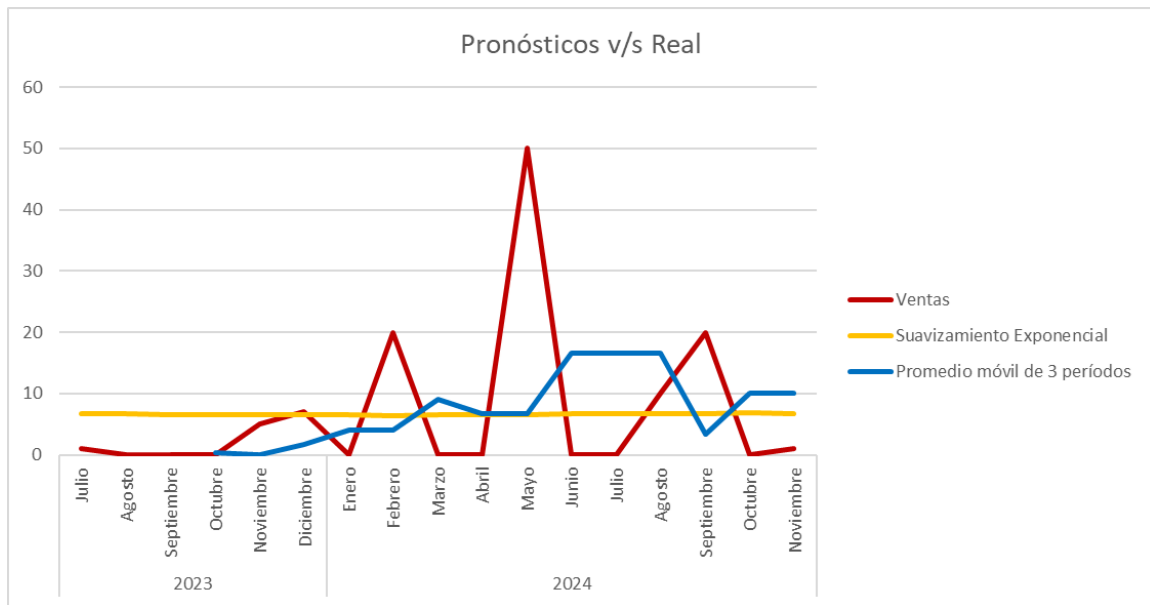


**Figura 49**  
*Gráfico Pronósticos Aspersor*

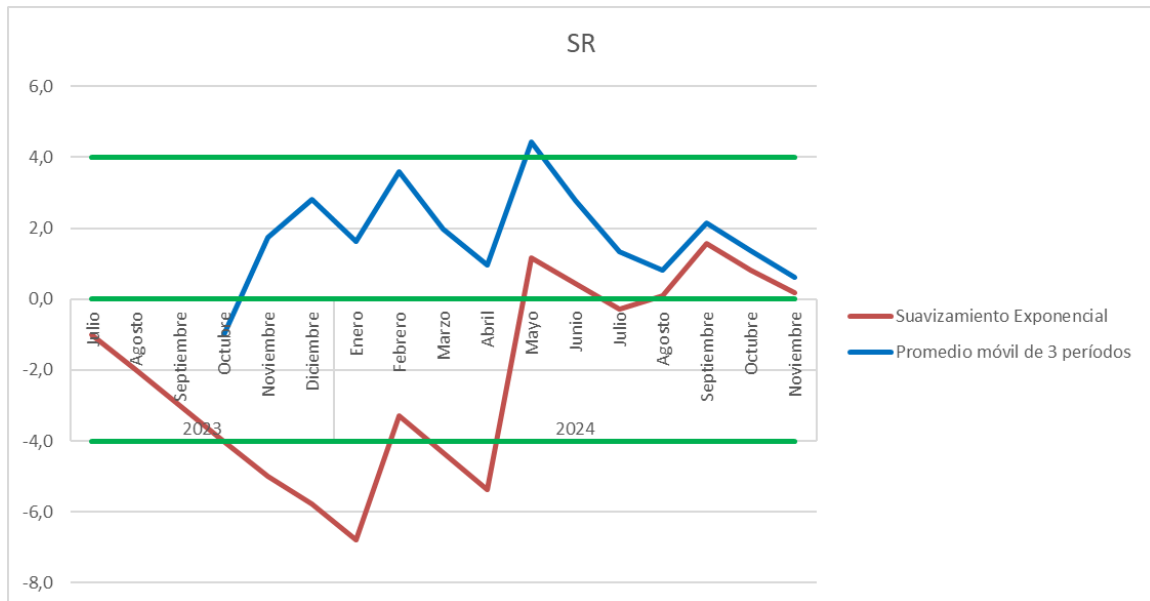


**Figura 50**  
*Señal de Rastreo Aspersor*

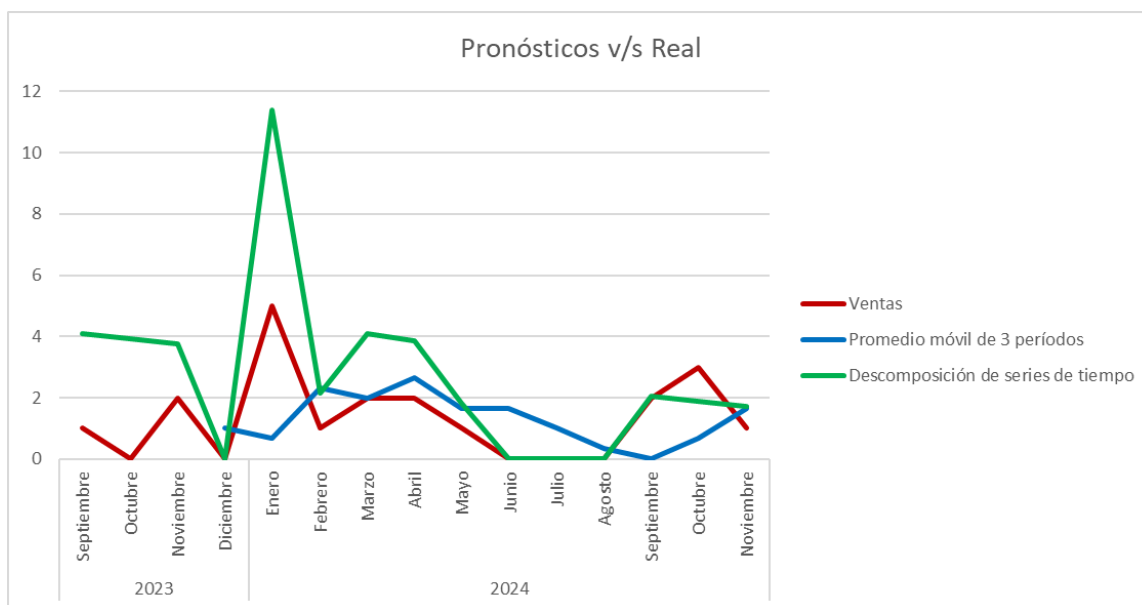


**Figura 51**

*Gráfico Pronósticos Bomba Pedrollo CPM 190*

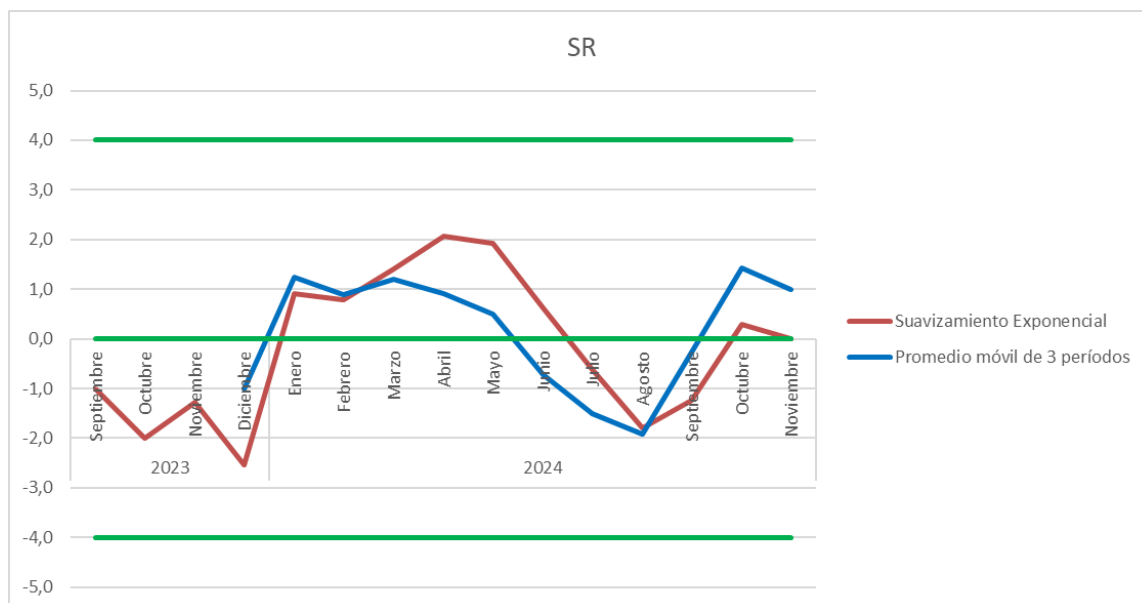


**Figura 52**

*Señal de Rastreo Bomba Pedrollo CPM 190*

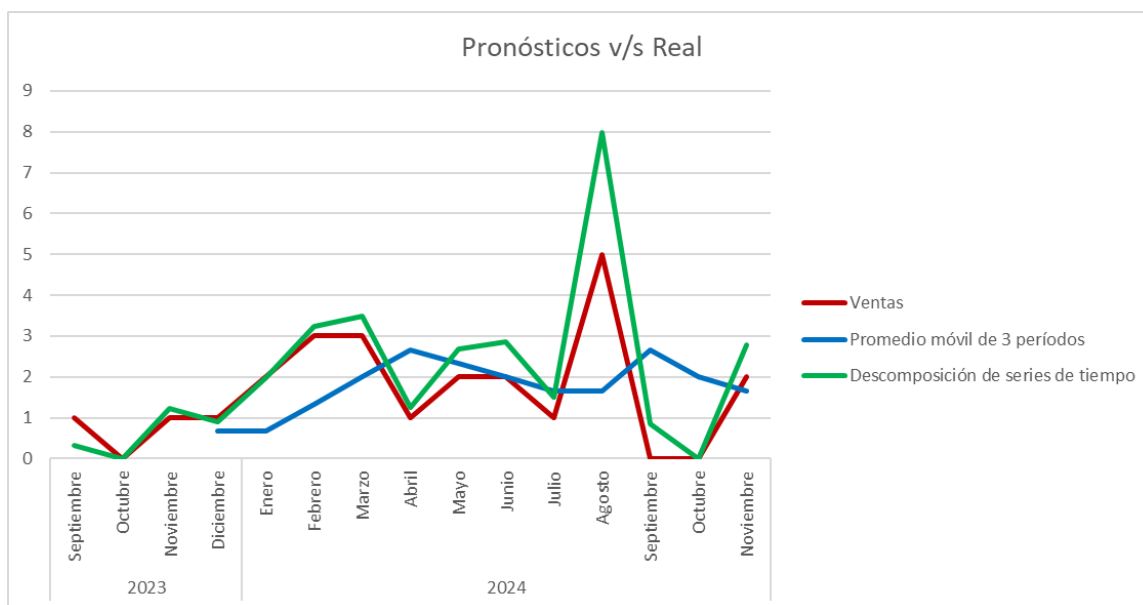


**Figura 53**

*Gráfico Pronósticos Bomba Pedrollo CPM 170*

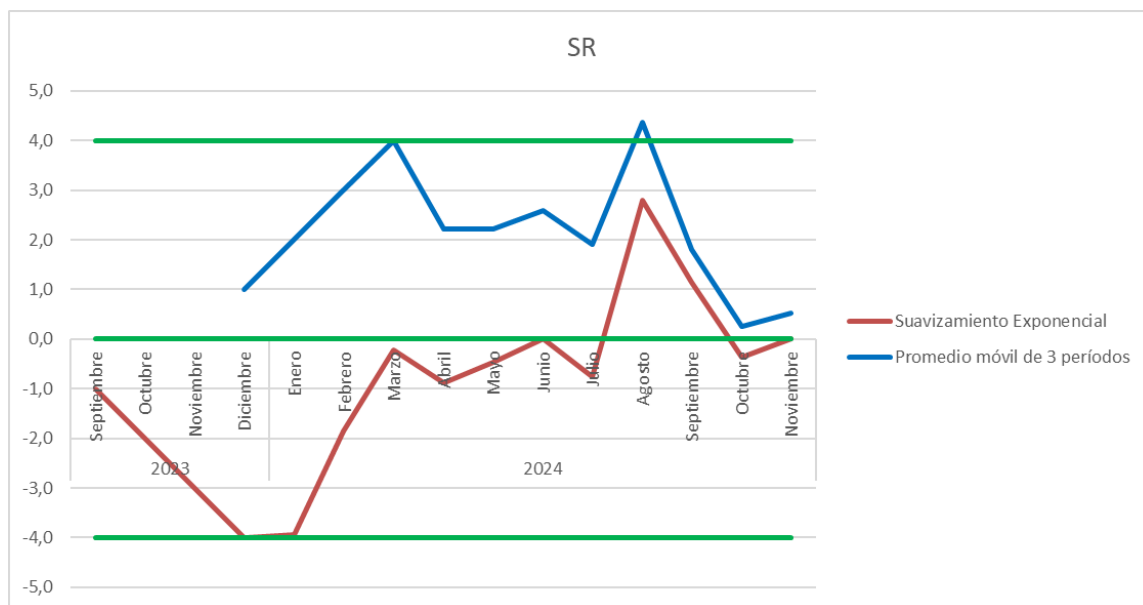


**Figura 54**

*Señal de Rastreo Bomba Pedrollo CPM 170*

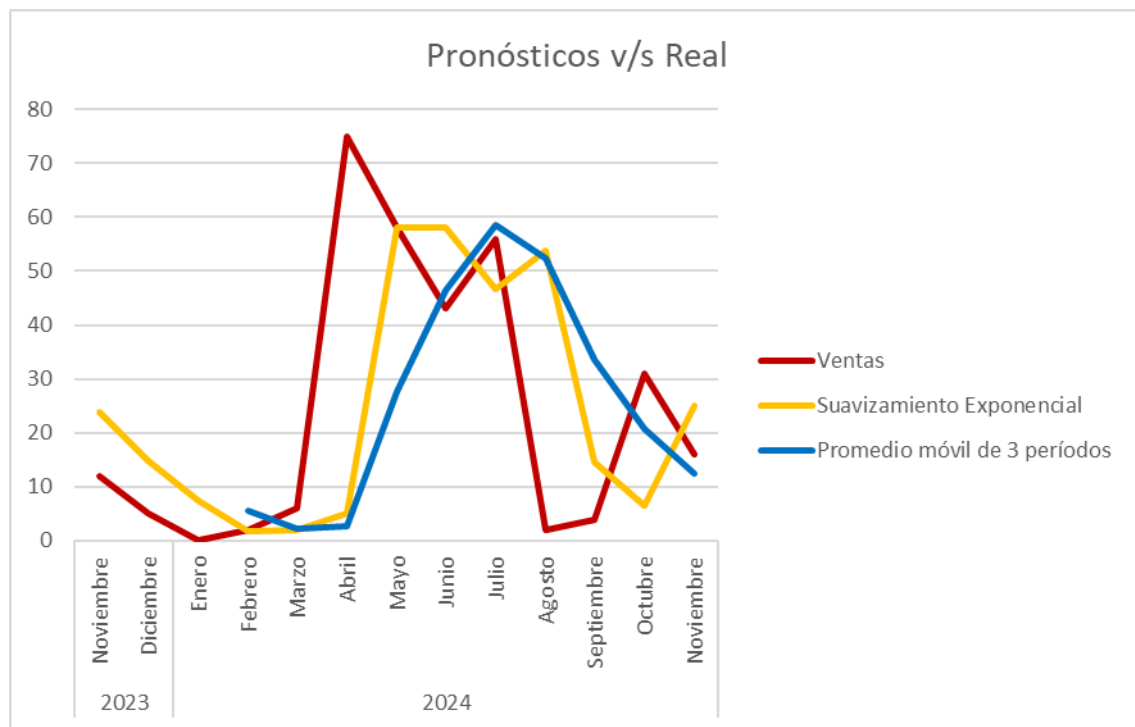


**Figura 55**  
*Gráfico Pronósticos Tubo PVC Presión*

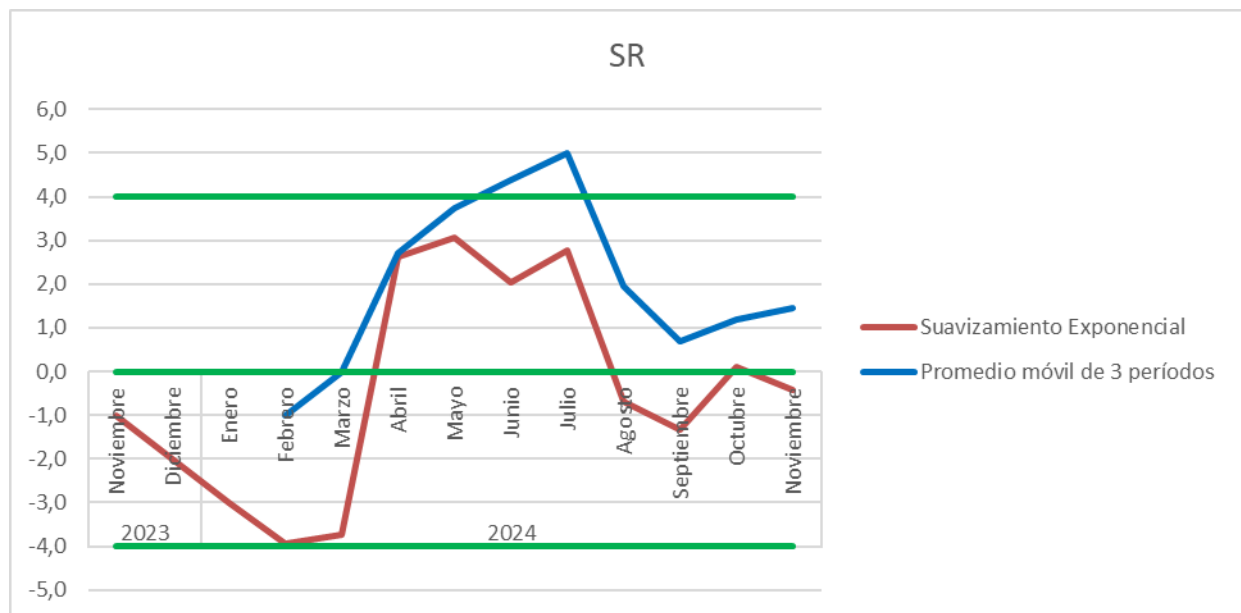


**Figura 56**  
*Señal de Rastreo Tubo PVC Presión*

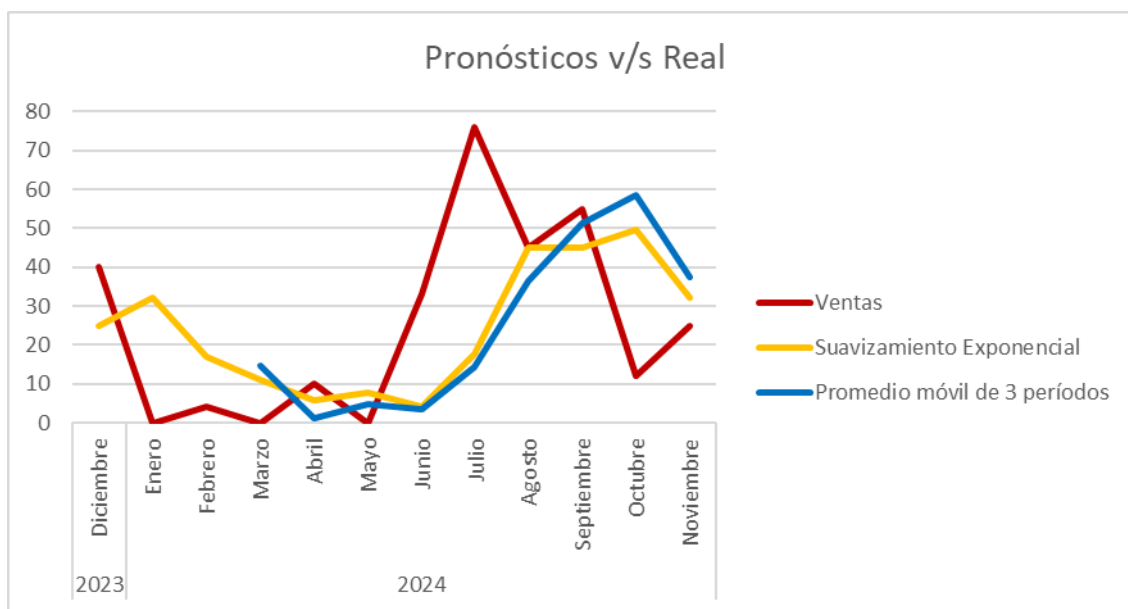


**Figura 57**  
*Gráfico Pronósticos Tubo PVC Colector*

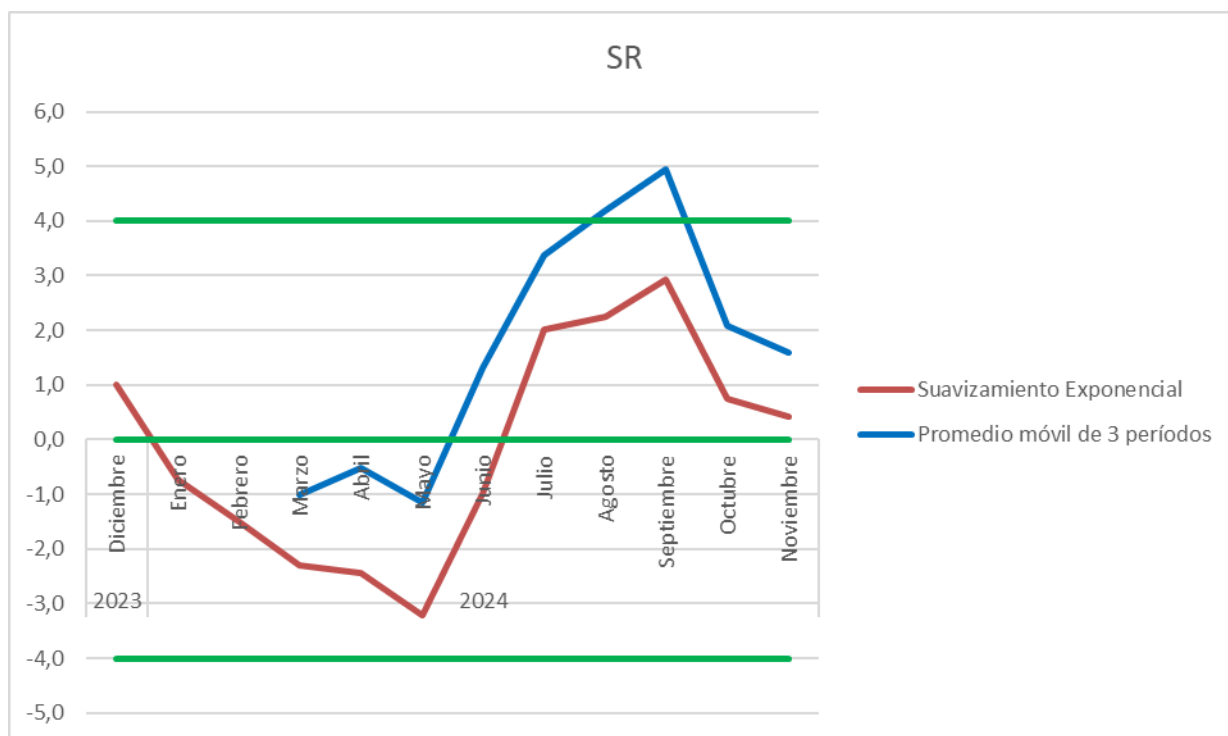


**Figura 58**  
*Señal de Rastreo Tubo PVC Colector*

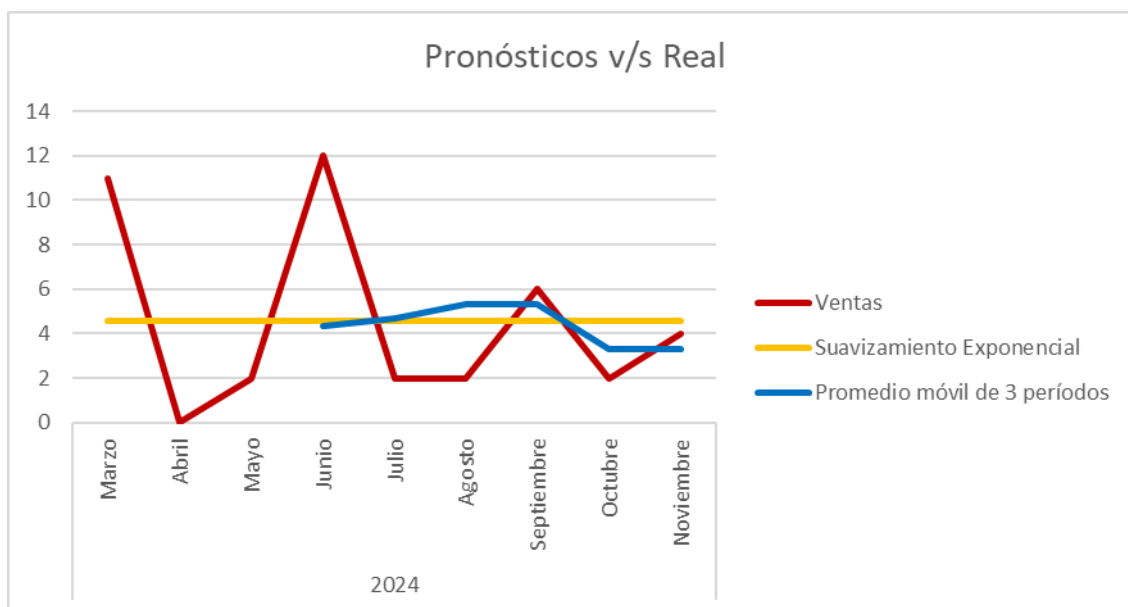


**Figura 59**  
*Gráfico Pronósticos Rollo HDPE*

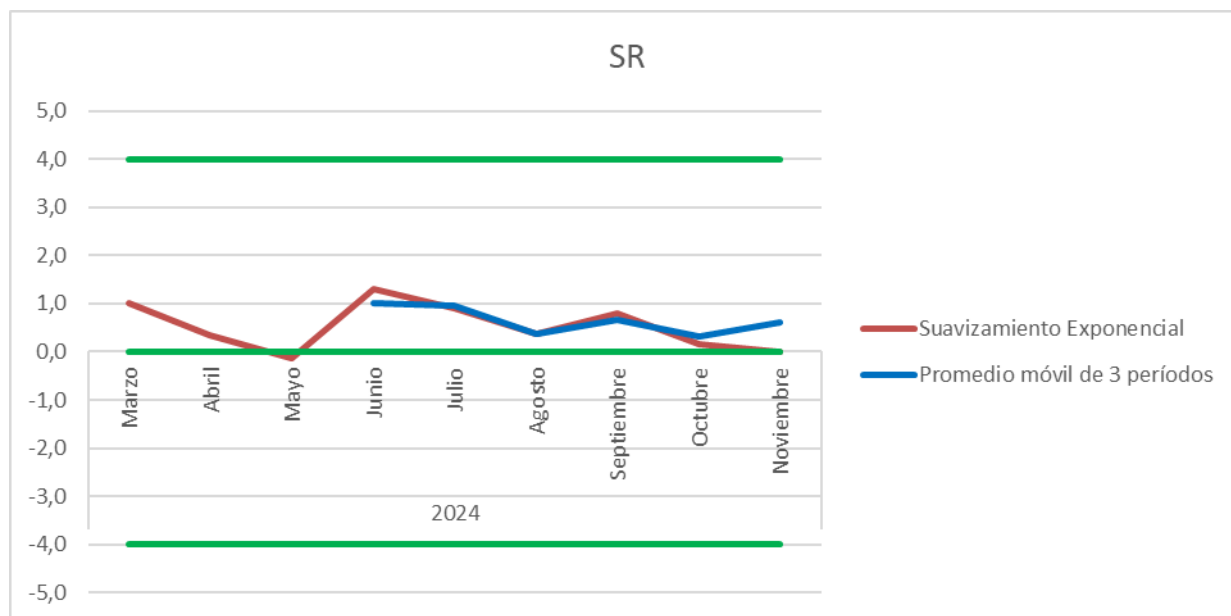


**Figura 60**  
*Señal de Rastreo Rollo HDPE*

| Artículo                                          | Venta Total | % Venta | % Venta Acum. |
|---------------------------------------------------|-------------|---------|---------------|
| TUBO PVC COLECTOR SN8 200mmX6MTS                  | 13.644.054  | 1,94%   | 2%            |
| ANILLO Y REJILLA FF DUCTIL C250 NCH2080           | 12.147.750  | 1,72%   | 4%            |
| TUBO SANIT GRIS 110MM X 6M CEM                    | 10.817.393  | 1,54%   | 5%            |
| ASPERSOR ALTO IMPACTO                             | 9.364.000   | 1,33%   | 7%            |
| BOMBA PEDROLLO CPM 190 220 UOL 2HP                | 8.852.700   | 1,26%   | 8%            |
| BOMBA POZO PROFUNDO BESTFLOW 1HP                  | 8.557.800   | 1,21%   | 9%            |
| TUBO PVC PRESION 160 X 6M PN6 C/GOMA 160 MM       | 8.458.000   | 1,20%   | 10%           |
| TUBO PVC SANIT BLANCO 160MM CG                    | 7.895.540   | 1,12%   | 11%           |
| BOMBA PEDROLLO CPM 170 220 UOL 1.5HP              | 7.199.400   | 1,02%   | 12%           |
| ROLLO HDPE PN10 2p X 100MTS                       | 7.108.002   | 1,01%   | 13%           |
| TUBO PVC SANIT BLANCO 110MM CG                    | 7.102.401   | 1,01%   | 14%           |
| SANITARIO BLANCO VEE 160 MM                       | 6.999.290   | 0,99%   | 15%           |
| TUBO HDPE PN10 PE100 110 MM TUBO 6 MTS            | 6.005.500   | 0,85%   | 16%           |
| MODULO HORMIGON 1200X1000                         | 5.592.780   | 0,79%   | 17%           |
| ROLLO PLANSA 100 MTS 1p                           | 5.384.600   | 0,76%   | 18%           |
| ADHESIVO PVC SL 240 CC                            | 5.028.611   | 0,71%   | 18%           |
| PPR TUBO PN20 25 MM X 4.2 MM L=6M                 | 4.867.568   | 0,69%   | 19%           |
| TUBO PVC PRESION 200 X 6M PN6 C/GOMA 200 MM       | 4.787.300   | 0,68%   | 20%           |
| ROLLO PLANSA 1/2p X 100MTS                        | 4.772.099   | 0,68%   | 21%           |
| ROLLO HDPE PN10 1p X 100MTS                       | 4.769.499   | 0,68%   | 21%           |
| TUBO COBRE 1/2p TIPO LX6MTS                       | 4.755.246   | 0,68%   | 22%           |
| PPR TUBO PN20 32 MM X 5.4 MM L=6M                 | 4.672.428   | 0,66%   | 23%           |
| TUBO PVC PRESION 50 MM X 6 M PN10 CEM             | 4.452.810   | 0,63%   | 23%           |
| JUNTA AUTOBLOQUEANTE FIERRO DN100                 | 4.431.232   | 0,63%   | 24%           |
| BOMBA POZO PROFUNDO LEO 1.5HP 220V/50HZ           | 4.384.271   | 0,62%   | 24%           |
| TUBO PVC PRESION 32 MM X 6 M PN10 CEM             | 4.313.506   | 0,61%   | 25%           |
| TUBO PVC PRESION 63 MM X 6 M PN10 C/GOMA          | 4.029.737   | 0,57%   | 26%           |
| PPR TUBO PN20 20 MM X 3.4 MM L=6M                 | 3.973.727   | 0,56%   | 26%           |
| MANGUERA ESPIRALADA AMARILLA 3P X METRO           | 3.921.375   | 0,56%   | 27%           |
| VALVULA BOLA METALICA 2P                          | 3.870.600   | 0,55%   | 27%           |
| VALVULA BOLA METALICA 1/2p                        | 3.821.556   | 0,54%   | 28%           |
| VALVULA COMPUERTA ELASTOMERICA DN100              | 3.693.800   | 0,52%   | 28%           |
| MARCO Y TAPA METALICO DE ALTO TRAFICO             | 3.645.000   | 0,52%   | 29%           |
| CONTROLADOR ELECTRICO PRESION AUTOPUMP GO         | 3.538.099   | 0,50%   | 29%           |
| TUBO PVC PRESION 140 MM X 6M PN6 C/GOMA           | 3.509.240   | 0,50%   | 30%           |
| PP COPLA 1/2p                                     | 3.469.385   | 0,49%   | 30%           |
| VALVULA COMPUERTA ELASTOMERICA VOLANTE 8p PN16 HD | 3.398.100   | 0,48%   | 31%           |
| SANITARIO BLANCO CODO 45° 160 MM                  | 3.261.600   | 0,46%   | 31%           |
| ROLLO PLANSA 100 MTS 2p                           | 3.245.650   | 0,46%   | 32%           |
| PPR VALVULA BOLA 32 MM                            | 3.146.890   | 0,45%   | 32%           |
| ROLLO PLANSA 100 MTS 1 1/2p                       | 2.990.000   | 0,42%   | 33%           |
| MANGUERA ESPIRALADA AMARILLA 4P X METRO           | 2.964.996   | 0,42%   | 33%           |
| VALVULA BOLA METALICA 3/4                         | 2.895.539   | 0,41%   | 33%           |
| TUBO COBRE 3/4p TIPO LX 6MTS                      | 2.845.866   | 0,40%   | 34%           |
| TUBO PVC COLECTOR 250mmX6MTS SN4                  | 2.842.400   | 0,40%   | 34%           |
| ROLLO HDPE PN10 4p X 50MTS                        | 2.842.000   | 0,40%   | 35%           |
| TUBO PVC PRESION 40 MM X 6 M PN10 CEM             | 2.841.145   | 0,40%   | 35%           |
| REDUCCION SANITARIO BLANCO 160X110MM              | 2.745.000   | 0,39%   | 35%           |
| TUBO SANIT GRIS 50MM X 6M CEM                     | 2.719.453   | 0,39%   | 36%           |
| MAQUINA ELECTROFUSORA HDPE 20mm-315mm             | 2.700.000   | 0,38%   | 36%           |
| EF CODO 90° PN16 110 MM                           | 2.699.455   | 0,38%   | 37%           |
| ROLLO HDPE PN10 3/4p X 100MTS                     | 2.673.849   | 0,38%   | 37%           |
| TUBO HDPE PN16 PE100 110 MM TUBO 6 MTS            | 2.632.200   | 0,37%   | 37%           |
| BOMBA PEDROLLO CPM 158 220 UOL 1HP                | 2.612.700   | 0,37%   | 38%           |
| VALVULA COMPUERTA ELASTOMERICA DN80               | 2.598.000   | 0,37%   | 38%           |
| ROLLO HDPE PN10 11/2p X 100MTS                    | 2.554.956   | 0,36%   | 38%           |
| TUBERIA HDPE 315MM PN10                           | 2.520.000   | 0,36%   | 39%           |
| TEE RED COLECTOR 200 MM X 110 MM                  | 2.518.050   | 0,36%   | 39%           |
| BOMBA SUM BESTFLOW BQM 20-50 2HP 220V             | 2.513.600   | 0,36%   | 40%           |
| TUBO PVC PRESION 50 MM X 6 M PN6 CEM              | 2.414.950   | 0,34%   | 40%           |
| TERMINAL TRANSICION HDPE EF 25MM X 3/4P HE        | 2.411.220   | 0,34%   | 40%           |
| MODULO HORMIGON 800 X 0.80                        | 2.394.000   | 0,34%   | 41%           |
| TUBO SANIT GRIS 75MM X 6M CEM                     | 2.362.940   | 0,34%   | 41%           |
| PVC VALVULA COMPACTA BOLA PVC 50 MM               | 2.265.374   | 0,32%   | 41%           |
| SANITARIO BLANCO TEE REGISTRO 110 MM              | 2.197.734   | 0,31%   | 42%           |
| MODULO HORMIGON 800 X 0.60                        | 2.110.800   | 0,30%   | 42%           |
| TUBO PVC PRESION 75 MM X 6M PN6 C/GOMA            | 2.082.850   | 0,30%   | 42%           |
| GRIFO FF DN100                                    | 2.063.129   | 0,29%   | 42%           |
| PVC UNION AMERICANA 40 MM                         | 2.038.747   | 0,29%   | 43%           |
| MANGUERA ESPIRALADA AMARILLA 2P X METRO           | 2.024.413   | 0,29%   | 43%           |
| TUBO PVC PRESION 25 MM X 6 M PN12.5 CEM           | 2.010.327   | 0,29%   | 43%           |

**Figura 61**

*Categoría A según Venta 2024, parte 1*

| Artículo                                                  | Venta Total | % Venta | % Venta Acum. |
|-----------------------------------------------------------|-------------|---------|---------------|
| VALVULA BOLA METALICA 3p                                  | 1.995.000   | 0,28%   | 44%           |
| BOMBA SUM BESTFLOW BQ30-50 3HP 380V                       | 1.953.000   | 0,28%   | 44%           |
| EF COPLA PN16 160 MM                                      | 1.940.477   | 0,28%   | 44%           |
| PPR TUBO PN20 75 MM X 12.5 MM L=6M                        | 1.925.000   | 0,27%   | 44%           |
| FLANGE ACERO 110MM DIN                                    | 1.906.620   | 0,27%   | 45%           |
| BIODREN CONICO 800 X 800 X350 26T                         | 1.869.000   | 0,27%   | 45%           |
| SANITARIO BLANCO TEE REGISTRO 160 MM                      | 1.868.250   | 0,27%   | 45%           |
| FOSA SEPTICA HORIZONTAL 10.000 LTS                        | 1.863.000   | 0,26%   | 45%           |
| VALVULA BOLA METALICA 11/2p                               | 1.851.693   | 0,26%   | 46%           |
| EF CODO 90° PN16 200 MM                                   | 1.839.200   | 0,26%   | 46%           |
| ROLLO HDPE PN10 3p X 50MTS                                | 1.829.700   | 0,26%   | 46%           |
| VALVULA BOLA PPR 25MM                                     | 1.825.550   | 0,26%   | 47%           |
| PPR TUBO PN20 63 MM X 10.5 MM L=6M                        | 1.795.700   | 0,25%   | 47%           |
| COPLA HDPE EF 110mm                                       | 1.793.860   | 0,25%   | 47%           |
| TUBO PVC PRESION 75 MM X 6 M PN10 C/GOMA                  | 1.779.546   | 0,25%   | 47%           |
| BOMBA DE POZO KSB MOD. UPACHROM 100-14/14CN-BOM 3 HP 380V | 1.746.000   | 0,25%   | 48%           |
| PVC UNION AMERICANA 50 MM                                 | 1.727.950   | 0,25%   | 48%           |
| TUBO PVC PRESION 63 MM PN6 X 6 MTS                        | 1.700.200   | 0,24%   | 48%           |
| BOMBA POZO PROFUNDO LEO 2HP 220V                          | 1.695.000   | 0,24%   | 48%           |
| BRONCE TERMINAL SO-HE 1/2p                                | 1.686.316   | 0,24%   | 48%           |
| ELECTROBOMBA PEDROLLO 2CP40/180B 7,5HP 380V               | 1.683.000   | 0,24%   | 49%           |
| TUBO PVC PRESION 20 MM X 6 M PN16 CEM                     | 1.675.744   | 0,24%   | 49%           |
| PPR TUBO PN20 40 MM X 6.7 MM L=6M                         | 1.660.526   | 0,24%   | 49%           |
| VALVULA BOLA METALICA 1p                                  | 1.654.482   | 0,23%   | 49%           |
| BIODREN BASE 800X800X40                                   | 1.653.750   | 0,23%   | 50%           |
| PPR VALVULA BOLA 20 MM                                    | 1.631.095   | 0,23%   | 50%           |
| PPR VALVULA MARIPOSA C/CAMPANA ROJA 25 MM                 | 1.620.912   | 0,23%   | 50%           |
| MEDIDOR AGUA NEREUS 3/4 R160                              | 1.620.000   | 0,23%   | 50%           |
| BOMBA PEDROLLO PKM 60-1 220UOL 0.5HP                      | 1.592.098   | 0,23%   | 51%           |
| VALVULA COMPUERTA ELASTOMERICA DN150                      | 1.592.000   | 0,23%   | 51%           |
| BOMBA REGGIO SN 50-160B 7.5HP 380V                        | 1.570.000   | 0,22%   | 51%           |
| MOTO BOMBA DUCAR 3 DIESEL (DDP80E)                        | 1.560.000   | 0,22%   | 51%           |
| PPR TERMINAL HE SO 20 MM X 1/2p                           | 1.556.050   | 0,22%   | 51%           |
| PVC VALVULA COMPACTA BOLA PVC 63 MM                       | 1.527.694   | 0,22%   | 52%           |
| MODULO VAREM 200Lts VERTICAL 10BAR                        | 1.527.400   | 0,22%   | 52%           |
| MAQUINA TERMOFUSORA PPR 20mm-63mm 800W                    | 1.521.044   | 0,22%   | 52%           |
| BRONCE CODO SO-HI 1/2p                                    | 1.519.164   | 0,22%   | 52%           |
| TEFLON JUMBO 3/4px50mts                                   | 1.491.739   | 0,21%   | 53%           |
| ADHESIVO PVC SN 240 CC                                    | 1.479.650   | 0,21%   | 53%           |
| MODULO HORMIGON 600X 0.60                                 | 1.441.000   | 0,20%   | 53%           |
| ROLLO PLANSA 100 MTS 3/4p                                 | 1.417.710   | 0,20%   | 53%           |
| SANITARIO GRIS COPLA CEMENTAL 110 MM                      | 1.413.967   | 0,20%   | 53%           |
| TUBO SANIT GRIS 40 MM X 6 M CEM                           | 1.408.760   | 0,20%   | 54%           |
| PASTELON 50X50X4                                          | 1.397.500   | 0,20%   | 54%           |
| TUBO PVC PRESION 110 MM X 6 M PN10 C/GOMA                 | 1.389.840   | 0,20%   | 54%           |
| COPLA REPARACION PVC 250m                                 | 1.375.000   | 0,20%   | 54%           |
| TERMINAL TRANSICION HDPE 32X1" HE                         | 1.369.800   | 0,19%   | 54%           |
| EF COPLA PN16 200 MM                                      | 1.350.100   | 0,19%   | 55%           |
| TUBO PPR 75mmX6MTS PN16                                   | 1.329.900   | 0,19%   | 55%           |
| SOLDADURA ESTANO 1/2 KG                                   | 1.329.510   | 0,19%   | 55%           |
| PVC VALVULA COMPACTA BOLA PVC 32 MM                       | 1.328.814   | 0,19%   | 55%           |
| MANGUERA AZUL 2 LAYFLAT BOMBERO                           | 1.322.278   | 0,19%   | 55%           |
| PPR TERMINAL HI SO 20 MM X 1/2p                           | 1.319.502   | 0,19%   | 55%           |
| MODULO HORMIGON 800X1MT                                   | 1.313.100   | 0,19%   | 56%           |
| VALVULA MARIPOSA C/PALANCA FF DN80                        | 1.290.600   | 0,18%   | 56%           |
| PVC UNION AMERICANA 32 MM                                 | 1.289.599   | 0,18%   | 56%           |
| TUBO PVC PRESION 90 MM X 6M PN10 C/GOMA                   | 1.283.800   | 0,18%   | 56%           |
| MT MANGUERA JARDIN 3/4                                    | 1.267.850   | 0,18%   | 56%           |
| TUBO HDPE 160mmX6MTS PN10                                 | 1.243.000   | 0,18%   | 57%           |
| GOTERO 4L/H AUTO COMPENSADO                               | 1.242.850   | 0,18%   | 57%           |
| TERMINAL HDPE EF 20X1/2 HE                                | 1.239.000   | 0,18%   | 57%           |
| BOMBA SUMERGIBLE LEO LSWM150A 1.5HP 220V AGUAS NEGRAS     | 1.228.001   | 0,17%   | 57%           |
| TEE HDPE TF 250mm                                         | 1.227.600   | 0,17%   | 57%           |
| VALVULA MARIPOSA C/PALANCA DN100 (4p)                     | 1.220.680   | 0,17%   | 57%           |
| PPR VALVULA MARIPOSA CON CAMPANA 32 MM                    | 1.218.490   | 0,17%   | 58%           |
| CARRETE BB FF 150mm X1MT                                  | 1.215.000   | 0,17%   | 58%           |
| BRONCE CODO SO-SO 1/2p                                    | 1.207.496   | 0,17%   | 58%           |
| SANITARIO GRIS CODO 90° 110 MM                            | 1.198.980   | 0,17%   | 58%           |
| PVC CODO 90° 110 MM                                       | 1.193.171   | 0,17%   | 58%           |
| VALVULA FLOTADOR C/BOYA 1p                                | 1.188.530   | 0,17%   | 58%           |
| MANGUERA ESPIRILADA AMARILLA 2p                           | 1.188.478   | 0,17%   | 59%           |

**Figura 62**  
*Categoría A según Venta 2024, parte 2*

| Artículo                                            | Venta Total | % Venta | % Venta Acum. |
|-----------------------------------------------------|-------------|---------|---------------|
| TUBO PVC PRESION 90 MM X 6M PN 6                    | 1.181.560   | 0,17%   | 59%           |
| MOTOBOMBA LEO 2 BENCINERA (LGP20-A)                 | 1.180.000   | 0,17%   | 59%           |
| PVC CODO 90° 50 MM                                  | 1.179.001   | 0,17%   | 59%           |
| PVC VALVULA COMPACTA BOLA PVC 40 MM                 | 1.178.972   | 0,17%   | 59%           |
| ASPERSON JARDIN TOLMAT                              | 1.171.700   | 0,17%   | 59%           |
| VALVULA SOLENOIDE 2p 24V                            | 1.150.000   | 0,16%   | 60%           |
| ROLLO PLANSA 1/2X500MTS                             | 1.101.000   | 0,16%   | 60%           |
| BOMBA SUM. CALPEDA GQGM 6-21 TRITURADORA 1.5HP 220V | 1.100.000   | 0,16%   | 60%           |
| MEDIDOR AGUA NEREUS 1/2 R160H                       | 1.087.200   | 0,15%   | 60%           |
| VALVULA AIRE 2"                                     | 1.074.750   | 0,15%   | 60%           |
| TUBO COLECTOR 200 MM X 6 M SN4                      | 1.050.000   | 0,15%   | 60%           |
| MOTOBOMBA BENCINERA ITAKA MOD.DS30 3p               | 1.050.000   | 0,15%   | 61%           |
| LUBRICANTE 500 CC                                   | 1.017.771   | 0,14%   | 61%           |
| TERMINAL TRANSICION HDPE EF 63X2 HE                 | 1.017.280   | 0,14%   | 61%           |
| SANITARIO BLANCO TEE RED 110 MM X 50 MM             | 1.010.010   | 0,14%   | 61%           |
| MAQUINA MEDIDORA DE PRESION RP5060                  | 1.000.000   | 0,14%   | 61%           |
| MANGUERA ESPIRALADA AMARILLA 1p                     | 995.698     | 0,14%   | 61%           |
| PPR TUBO PN20 50 MM X 8.3 MM L=6M                   | 984.202     | 0,14%   | 61%           |
| PPR TERMINAL HE SO 32 MM X 1p                       | 983.979     | 0,14%   | 62%           |
| CABLE SUMERGIBLE 4X14 AWG PLANO                     | 980.477     | 0,14%   | 62%           |
| PP TEE 1/2p                                         | 971.727     | 0,14%   | 62%           |
| TUBO PVC PRESION 110 MM X 6 M PN6 C/GOMA 110 MM     | 966.963     | 0,14%   | 62%           |
| BOMBA EMPORIA MCB-150M (KSB) 1.5HP                  | 960.000     | 0,14%   | 62%           |
| BOMBA REGGIO CFM 150-BR 220 2p X 2p 1.5HP           | 954.998     | 0,14%   | 62%           |
| HDPE TUBERIA 75 MM X6MTS PN10                       | 952.000     | 0,14%   | 62%           |
| PLASSON COPLA 110 MM                                | 952.000     | 0,14%   | 63%           |
| GOTERO REG 0-60 L/H                                 | 949.611     | 0,13%   | 63%           |
| FOSA SEPTICA HORIZONTAL 2,500 LTS                   | 949.410     | 0,13%   | 63%           |
| BOMBA RECIRCULADORA DE AGUA 1p                      | 944.993     | 0,13%   | 63%           |
| HDPE TUBERIA 160 MM PN10 PE100 L:12M                | 935.000     | 0,13%   | 63%           |
| LLAVE METALICA JARDIN 3/4p                          | 920.825     | 0,13%   | 63%           |
| BOMBA TURBOSOLANTE 2HP 220V                         | 920.000     | 0,13%   | 63%           |
| TUBO HDPE PN10 PE100 200mmX6MTS                     | 919.800     | 0,13%   | 63%           |
| PPR TERMINAL HI SO 32 MM X 1p                       | 918.976     | 0,13%   | 64%           |
| EF CODO 90° PN16 125 MM                             | 913.901     | 0,13%   | 64%           |
| TERMINAL TRANSICION HDPE 110X4 HE                   | 912.400     | 0,13%   | 64%           |
| PPR TEE RED SO SO 75 MM X 25MM                      | 910.200     | 0,13%   | 64%           |
| TUBERIA HDPE 250MM PN10                             | 900.000     | 0,13%   | 64%           |
| BOMBA PEDROLLO CPM 220C 220 UOL 3HP                 | 891.000     | 0,13%   | 64%           |
| LLAVE JARDIN 1/2                                    | 881.610     | 0,13%   | 64%           |
| TUBO PVC SANIT BLANCO 50MM CG                       | 878.577     | 0,12%   | 64%           |
| FLANGE ACERO ANSI 200MM                             | 876.000     | 0,12%   | 65%           |
| MANGUERA ESPIRALADA AMARILLA 11/2p                  | 874.640     | 0,12%   | 65%           |
| PPR UNION AMERICANA SO 32 MM                        | 856.445     | 0,12%   | 65%           |
| SANITARIO GRIS TEE CEMENTAR 110 MM                  | 855.050     | 0,12%   | 65%           |
| BOMBA PEDROLLO CPM 210C 3 HP 220V                   | 850.000     | 0,12%   | 65%           |
| BOMB. SUM. TRITURADORA MEUDY 3HP 380V               | 850.000     | 0,12%   | 65%           |
| PVC VALVULA COMPACTA BOLA PVC 90 MM                 | 844.510     | 0,12%   | 65%           |
| PVC VALVULA COMPACTA BOLA PVC 110 MM                | 843.750     | 0,12%   | 65%           |
| ROLLO PLANSA 1.2X500MTS REGADIO                     | 842.897     | 0,12%   | 66%           |
| MODULO HORMIGON 800X800                             | 840.000     | 0,12%   | 66%           |
| BOMBA EMPORIA KSB CP-221M 2HP 220V                  | 836.999     | 0,12%   | 66%           |
| EF CODO 45° PN16 160 MM                             | 836.047     | 0,12%   | 66%           |
| EF TEE PN16 200 MM                                  | 831.600     | 0,12%   | 66%           |
| TUBO PPR 32mmX6MTS PN16                             | 829.200     | 0,12%   | 66%           |
| CONO HORMIGON 1200 X 600 X 0.60                     | 828.000     | 0,12%   | 66%           |
| BOMBA REGGIO CFM 300 3 HP 220V                      | 820.000     | 0,12%   | 66%           |
| COPLA REPARACION PVC 200m                           | 814.500     | 0,12%   | 67%           |
| MT MANG JARDIN 1p BICOLOR                           | 812.391     | 0,12%   | 67%           |
| PPR TUBO PN20 90 MM X 15 MM L=6M                    | 806.400     | 0,11%   | 67%           |
| VALVULA BOLA PPR 40mm C/UNION AMERICANA             | 806.000     | 0,11%   | 67%           |
| BRONCE CODO SO-HI 3/4p                              | 803.220     | 0,11%   | 67%           |
| BOMBA REGGIO STO 300 220UOL 1 1/4p X 1 1/4p 3HP     | 800.000     | 0,11%   | 67%           |
| ROLLO PLANSA 100 MTS 1 1/4p                         | 794.400     | 0,11%   | 67%           |
| PVC CODO 90° 63 MM                                  | 787.393     | 0,11%   | 67%           |
| EF COPLA RED PN16 160 MM X 110 MM                   | 787.000     | 0,11%   | 67%           |
| PVC CODO 90° 90 MM                                  | 784.541     | 0,11%   | 68%           |
| BOMBA SUMERGIBLE LEO LSWM100A 1HP 220V AGUAS NEGRAS | 780.000     | 0,11%   | 68%           |
| COPLA HDPE EF 63MM                                  | 776.181     | 0,11%   | 68%           |
| MTS TUBO COBRE TIPO L 1/2                           | 768.054     | 0,11%   | 68%           |
| PVC UNION AMERICANA 63 MM                           | 764.233     | 0,11%   | 68%           |

**Figura 63**  
*Categoría A según Venta 2024, parte 3*

| Artículo                                                       | Venta Total | % Venta | % Venta Acum. |
|----------------------------------------------------------------|-------------|---------|---------------|
| TERMO STUB END HDPE TF 160mm PN10                              | 756.600     | 0,11%   | 68%           |
| SANITARIO BLANCO CODO 45° 110 MM                               | 755.598     | 0,11%   | 68%           |
| BOMBA REGGIO CF 150 1,5 HP 230V / 400V                         | 750.000     | 0,11%   | 68%           |
| LLAVE LAVAMANOS HOFFENS TEMPORIZADA                            | 746.375     | 0,11%   | 68%           |
| HDPE TUBERIA 63 MM PN10 PE100 L:12M                            | 741.707     | 0,11%   | 68%           |
| ROLLO HDPE PN10 21/2p X 50MTS                                  | 737.000     | 0,10%   | 69%           |
| PVC CODO 90° 140 MM                                            | 734.030     | 0,10%   | 69%           |
| TUBO PPR 63mmX6MTS PN16                                        | 730.690     | 0,10%   | 69%           |
| TUBO CORTO FF BB DN100 1,00                                    | 729.986     | 0,10%   | 69%           |
| ESTANQUE AGUA VERT. ESTANDAR 2,400LTS                          | 729.000     | 0,10%   | 69%           |
| MANGUERA ESPIRALADA AMARILLA 1 1/2 X METRO                     | 710.500     | 0,10%   | 69%           |
| TUBO HDPE PN10 125mmX6MTS                                      | 703.300     | 0,10%   | 69%           |
| PPR CODO SO HE 20 MM X 1/2p                                    | 701.678     | 0,10%   | 69%           |
| PVC UNION AMERICANA 75 MM                                      | 700.730     | 0,10%   | 69%           |
| CONTADOR VOLUMETRICO DN25 (1P)                                 | 692.000     | 0,10%   | 70%           |
| VALVULA BOLA METALICA 4p                                       | 690.000     | 0,10%   | 70%           |
| VALVULA ESPIGA 1/2"                                            | 687.762     | 0,10%   | 70%           |
| PVC UNION AMERICANA 110 MM                                     | 686.980     | 0,10%   | 70%           |
| FLANGE PPR 63                                                  | 686.000     | 0,10%   | 70%           |
| ACOPLE CAMLOCK HEMBRA 4                                        | 665.000     | 0,09%   | 70%           |
| PPR CODO 90° SO SO 32 MM                                       | 664.449     | 0,09%   | 70%           |
| TUBO PVC PRESION 160 MM X 6M PN10 C/GOMA                       | 660.500     | 0,09%   | 70%           |
| MODULO HORMIGON 1,20X1.0                                       | 660.000     | 0,09%   | 70%           |
| PPR VALVULA MANILLA CROMADA 20 MM                              | 659.016     | 0,09%   | 70%           |
| FLANGE ANSI 6P                                                 | 657.200     | 0,09%   | 70%           |
| BOMBA POZO PROFUNDO LAPIZ BESTFLOW 3p 1.5HP 220V + 40MTS CABLE | 653.999     | 0,09%   | 71%           |
| ESTANQUE 300 LT VERT AQUASYSTEM 11/4 diam 650mm                | 650.000     | 0,09%   | 71%           |
| CONTADOR VOLUMETRICO DN50 2p HEHE                              | 650.000     | 0,09%   | 71%           |
| TUBO HDPE PN10 PE100 90 MM TUBO 6 MTS                          | 644.900     | 0,09%   | 71%           |
| PLASSON COPLA 63 MM                                            | 637.100     | 0,09%   | 71%           |
| VALVULA BOLA METALICA 11/4P                                    | 633.175     | 0,09%   | 71%           |
| TUBO COBRE 1 1/4p TIPO L                                       | 632.028     | 0,09%   | 71%           |
| PVC TEE 160 MM                                                 | 629.900     | 0,09%   | 71%           |
| VALVULA FLOTADOR C/BOYA 3/4p                                   | 628.820     | 0,09%   | 71%           |
| BRONCE TERMINAL SO-HE 2p                                       | 627.534     | 0,09%   | 71%           |
| PVC VALVULA COMPACTA BOLA PVC 20 MM                            | 626.000     | 0,09%   | 71%           |
| GEO TEXTIL PARA CUBO DREN / 200G / M2                          | 623.000     | 0,09%   | 72%           |
| PVC TERMINAL HE 63 MM X 2p                                     | 621.465     | 0,09%   | 72%           |
| MANGUERA ESPIRALADA AMARILLA 6P X METRO                        | 620.000     | 0,09%   | 72%           |
| BOMBA PISCINA BESTFLOW 220V UOL 2HP                            | 620.000     | 0,09%   | 72%           |
| BRONCE UNION AMERICANA 1/2p                                    | 618.000     | 0,09%   | 72%           |
| LIJA FIERRO 100 G                                              | 614.653     | 0,09%   | 72%           |
| BOMBA SUMERGIBLE BQ 30-50 380 UOL 3HP                          | 611.000     | 0,09%   | 72%           |
| TUBO PVC SANIT BLANCO 75MM CG                                  | 610.833     | 0,09%   | 72%           |
| GROMMIT                                                        | 609.849     | 0,09%   | 72%           |
| MEMBRANA 200-300 EPDM AQUASYSTEM                               | 605.000     | 0,09%   | 72%           |
| PVC COPLA 110 MM                                               | 603.685     | 0,09%   | 72%           |
| PVC TEE 110 MM                                                 | 600.625     | 0,09%   | 73%           |
| BOMBA POZO PROFUNDO 1.5HP 220V                                 | 600.000     | 0,09%   | 73%           |
| BOMBA CENTRIGUGA KSB EMPORIA CP 101M 1HP 220V                  | 598.500     | 0,08%   | 73%           |
| ROLLO HDPE PN10 1/2p X 100MTS                                  | 596.499     | 0,08%   | 73%           |
| ROLLO PLANSA 50 MTS 3p                                         | 594.000     | 0,08%   | 73%           |
| PPR CODO 90° SO SO 25 MM                                       | 591.150     | 0,08%   | 73%           |
| VALVULA RETENCION 1 1/2p                                       | 588.618     | 0,08%   | 73%           |
| VALVULA REDUCTORA DE PRESION DN150                             | 585.000     | 0,08%   | 73%           |
| ANILLO GOMA ANGER 250mm                                        | 585.000     | 0,08%   | 73%           |
| TUBO COLECTOR 160MM SN 4                                       | 583.440     | 0,08%   | 73%           |
| PVC TEE 63 MM                                                  | 580.156     | 0,08%   | 73%           |
| FLANGE C/MANGUITO PVC 140mm                                    | 579.100     | 0,08%   | 73%           |
| FLANGE ACERO 180mm DIN                                         | 578.000     | 0,08%   | 74%           |
| PPR TERMINAL HI SO 25 MM X 3/4p                                | 576.772     | 0,08%   | 74%           |
| ROLLO PLANSA 1/2X500MTS C/GOTEROS 50CEM                        | 576.000     | 0,08%   | 74%           |
| VALVULA COMPUERTA ELASTOMERICA 10p DN250                       | 571.950     | 0,08%   | 74%           |
| EF TEE PN16 90 MM                                              | 570.000     | 0,08%   | 74%           |
| BOMBA DOSIFICADORA DE CLORO INVIKTA 633                        | 570.000     | 0,08%   | 74%           |
| COPLA HDPE EF 90mm                                             | 569.510     | 0,08%   | 74%           |
| PPR TEE RED SO SO 90 MM X 32 MM                                | 568.900     | 0,08%   | 74%           |
| MT TUBO COBRE TIPO L 3/4                                       | 566.400     | 0,08%   | 74%           |
| COLLARIN PP 160MM X2p                                          | 566.375     | 0,08%   | 74%           |
| TERMINAL HDPE EF 50mm X 11/4 HE                                | 559.500     | 0,08%   | 74%           |

**Figura 64**

*Categoría A según Venta 2024, parte 4*

| Artículo                                          | Venta Total | % Venta | % Venta Acum. |
|---------------------------------------------------|-------------|---------|---------------|
| TUBO HDPE 180MM 6MT PN16                          | 559.300     | 0,08%   | 74%           |
| VALVULA BOLA ACERO INOX 1p                        | 557.500     | 0,08%   | 74%           |
| VALVULA PIE HI 3p                                 | 556.700     | 0,08%   | 75%           |
| TEE HDPE TF 90mm                                  | 555.000     | 0,08%   | 75%           |
| EF COPLA PN16 180 MM                              | 553.200     | 0,08%   | 75%           |
| PPR VALVULA DOBLE UNION AMERICANA FUSION 20 MM    | 552.719     | 0,08%   | 75%           |
| PPR MAQUINA TERMOFUSORA 75 MM - 110 MM 1200w      | 551.650     | 0,08%   | 75%           |
| PVC CODO 45° 110 MM                               | 546.679     | 0,08%   | 75%           |
| CONTADOR VOLUMETRICO HILO LXSG-32 C/PULSOS (11/4) | 544.000     | 0,08%   | 75%           |
| TERMO STUB END PN16 250 MM                        | 541.500     | 0,08%   | 75%           |
| PVC PRESION FLANGE Y COLLAR FLANGE DIN 200 MM     | 540.150     | 0,08%   | 75%           |
| ADHESIVO GRANDES DIAMETROS 470 CC                 | 538.216     | 0,08%   | 75%           |
| SOLENOIDE 3 VIAS                                  | 533.980     | 0,08%   | 75%           |
| BRONCE CODO SO-SO 3/4p                            | 529.997     | 0,08%   | 75%           |
| ROLLO HDPE PN10 25mmX100MTS                       | 528.000     | 0,07%   | 75%           |
| SENSOR DE NIVEL 10MT                              | 526.650     | 0,07%   | 76%           |
| EF CODO 90° PN16 32 MM                            | 524.400     | 0,07%   | 76%           |
| EF CODO 90° PN16 160 MM                           | 519.690     | 0,07%   | 76%           |
| CONTADOR VOLUMETRICO FDO BRIDA/BRIDA DN200        | 518.000     | 0,07%   | 76%           |
| MTS MANGUERA JARDIN 1/2                           | 517.458     | 0,07%   | 76%           |
| MANGUERA ESPIRALADA AMARILLA 1 1/4 X METRO        | 516.397     | 0,07%   | 76%           |
| BRONCE TERMINAL SO-HE 3/4p                        | 511.100     | 0,07%   | 76%           |
| TEE PPR 90 X 25 X 90                              | 510.000     | 0,07%   | 76%           |
| JUNTA EXPANSION BRIDA FF DN100                    | 507.000     | 0,07%   | 76%           |
| BOMBA PISCINA FCP -1100L 220 UOL 1.5HP            | 507.000     | 0,07%   | 76%           |
| CODO EF 180X45                                    | 506.800     | 0,07%   | 76%           |
| MT TUBO COBRE TIPO L 11/2                         | 506.000     | 0,07%   | 76%           |
| ROLLO HDPE PN10 50mmX100MTS                       | 505.351     | 0,07%   | 76%           |
| VALVULA COMPUERTA ELASTOMERICA DN50               | 504.000     | 0,07%   | 77%           |
| SANITARIO BLANCO CODO 90 110 MM                   | 503.715     | 0,07%   | 77%           |
| MOTOBOMBA DAISHIN HONDA BENCINERA 2               | 500.000     | 0,07%   | 77%           |
| FLANGE ACERO ANSI 90mm                            | 500.000     | 0,07%   | 77%           |
| CODO PP 1/2                                       | 498.205     | 0,07%   | 77%           |
| BRONCE LLAVE PASO 1/2p                            | 495.800     | 0,07%   | 77%           |
| PPR UNION AMERICANA SO 50 MM                      | 494.470     | 0,07%   | 77%           |

**Figura 65**

*Categoría A según Venta 2024, parte 5*

| Artículo                                            | Venta Total | % Venta | % Venta Acum. |
|-----------------------------------------------------|-------------|---------|---------------|
| EF COPLA PN16 140 MM                                | 493.224     | 0,07%   | 77%           |
| EF CODO 90° PN16 50 MM                              | 493.200     | 0,07%   | 77%           |
| TERMO STUB END PN10 110 MM                          | 486.612     | 0,07%   | 77%           |
| PVC VALVULA COMPACTA BOLA PVC 75 MM                 | 485.722     | 0,07%   | 77%           |
| ANILLO HIDRAULICO 200MM                             | 483.560     | 0,07%   | 77%           |
| BRONCE CODO SO-SO 1 1/4p                            | 482.602     | 0,07%   | 77%           |
| TF STUB END PN16 180 MM                             | 482.000     | 0,07%   | 77%           |
| PPR CODO SO HI 20 MM X 1/2p                         | 481.860     | 0,07%   | 77%           |
| TUBO PVC PRESION 125 MMX 6 MP N6 C/GOMA             | 480.000     | 0,07%   | 78%           |
| MOTOBOMBA BENCINA 6.5HP (LGP20-2H)                  | 480.000     | 0,07%   | 78%           |
| VALVULA COMPUERTA 2"                                | 479.600     | 0,07%   | 78%           |
| PVC VALVULA COMPACTA BOLA PVC 25 MM                 | 476.938     | 0,07%   | 78%           |
| FLANGE ACERO 200mm                                  | 470.800     | 0,07%   | 78%           |
| VALVULA BOLA ACERO INOX 1/2 316 1000WOG             | 470.000     | 0,07%   | 78%           |
| PVC TEE 50 MM                                       | 468.007     | 0,07%   | 78%           |
| COLLARIN PP CON REFUERZO METALICO 110 MM X 2p       | 467.006     | 0,07%   | 78%           |
| TERMINAL HDPE EF 32MM HE                            | 466.788     | 0,07%   | 78%           |
| SANITARIO BLANCO CODO 90° REGISTRO 110 MM           | 466.390     | 0,07%   | 78%           |
| MODULO HORMIGON 1200X 0.60                          | 464.397     | 0,07%   | 78%           |
| TUBO CORTO FF BB DN100 0.80                         | 464.154     | 0,07%   | 78%           |
| PPR CODO 90° SO SO 20 MM                            | 462.990     | 0,07%   | 78%           |
| SANITARIO GRIS CODO 45° 110 MM                      | 461.380     | 0,07%   | 78%           |
| VALVULA RETENCION H 2p                              | 460.990     | 0,07%   | 78%           |
| EF TERMINAL HE PN16 90 MM X 3p                      | 460.000     | 0,07%   | 79%           |
| BOMBA POZO PROFUNDO LEO 220UOL 1HP                  | 460.000     | 0,07%   | 79%           |
| BOMBA PISCINA FCP-750L 220 UOL 1HP                  | 460.000     | 0,07%   | 79%           |
| FLANGE C/MANGUITO PVC 315MM                         | 456.000     | 0,06%   | 79%           |
| BOMBA SUMERGIBLE BKS-VP 750 /G 0.75HP 220V BESTFLOW | 455.000     | 0,06%   | 79%           |
| CUBIERTA REDONDA 0.80                               | 448.000     | 0,06%   | 79%           |
| FLANGE ACERO 250mm                                  | 447.600     | 0,06%   | 79%           |
| VALVULA REGULADORA PRESSION 2P                      | 440.000     | 0,06%   | 79%           |
| PVC CODO 90° 160 MM                                 | 439.444     | 0,06%   | 79%           |
| BRONCE UNION AMERICANA 3/4p                         | 439.335     | 0,06%   | 79%           |
| VALVULA COMPUERTA ELASTOMERICA 140mm                | 437.000     | 0,06%   | 79%           |
| GAS BUTANO 190GRS                                   | 434.739     | 0,06%   | 79%           |
| PPR TIJERA CORTA TUBOS 16 MM - 40 MM                | 431.554     | 0,06%   | 79%           |
| TERMO STUB END PN16 160 MM                          | 428.628     | 0,06%   | 79%           |
| PVC TERMINAL HI 63 MMX 2p                           | 428.510     | 0,06%   | 79%           |
| CONTADOR VOLUMETRICO DN50 BRIDA BRIDA C/PULSOS      | 427.800     | 0,06%   | 79%           |
| PVC VALVULA BOLA 1 UNION AMERICANA 50 MM            | 427.500     | 0,06%   | 80%           |
| FLANGE ACERO 160mm                                  | 427.460     | 0,06%   | 80%           |
| TUBO COBRE 1p TIPO L                                | 424.000     | 0,06%   | 80%           |
| PVC CODO 90° 75 MM                                  | 421.987     | 0,06%   | 80%           |
| EF CODO 90° PN16 63 MM                              | 419.000     | 0,06%   | 80%           |
| PVC CODO 45° 75 MM                                  | 416.430     | 0,06%   | 80%           |
| HOJA SIERRA                                         | 416.361     | 0,06%   | 80%           |
| PPR TERMINAL HE SO 25 MM X 3/4p                     | 409.025     | 0,06%   | 80%           |
| TUBO PVC PRESION 200 MM X 6M PN10 C/GOMA            | 409.000     | 0,06%   | 80%           |

**Figura 66**

*Categoría A según Venta 2024, parte 6*

## 11. Referencias

- AMPL. (2024). *Ampl solvers*. Descargado 2024-12-25, de <https://ampl.com/products/solvers/all-solvers-for-ampl/>
- Arnoldo, H. (2010). *The delta model : reinventing your business strategy*. Springer.
- Axsäter, S. (2015). *Inventory control* (Vol. 3ra). Springer Science+Business Media.
- Ballou, R. (2004). *Logística administración de la cadena de suministro* (Vol. 5ta). Pearson Educación.
- Chase, R., Aquilano, N., y Jacobs, R. (2001). *Administración de producción y operaciones, manufactura y servicios* (8va ed.). McGraw-Hill.
- Chermack, T., y Kasshanna, B. (2007). The use and misuse of swot analysis and implications for hrd professionals. *Taylor Francis*. doi: 10.1080/13678860701718760
- Clami. (2024). *Punto de venta*. Descargado 2024-11-03, de <https://clami.cl/>
- Collins, J., y Porras, J. (1996). Building your company's vision. *Harvard Business Review*.
- Cosmoplas. (2024). *Nuestra empresa*. Descargado 2024-11-03, de <https://www.cosmoplas.com/empresa/>
- David, F. (2013). *Conceptos de administración estratégica* (Vol. 14ta). Pearson Educación.
- Enríquez, L., y Rodríguez, M. (2021). Uso de técnicas de pronósticos para la planeación del inventario de una pyme comercializadora en tlaxcala, mexico. *RECAI*.
- Johnson, G., Scholes, K., y Whittington, R. (2008). *Exploring corporate strategy* (Vol. 8va). Pearson Education.
- Kaplan, R., y Norton, D. (1992). The balanced scorecard: measures that drive performance. *Harvard Business Review*.

- Kaplan, R., y Norton, D. (2001). *Cómo utilizar el cuadro de mando integral: para implantar y gestionar su estrategia* (Vol. 1ra). Gestión.
- Koontz, H., Weihrich, H., y Cannice, M. (2012). *Administración: una perspectiva global y empresarial* (Vol. 14ta). McGraw Hill.
- Krajewski, L., y Ritzman, L. (2000). *Administración de operaciones, estrategia y análisis* (5ta ed.). Pearson Educación.
- Macías, R., y León, A. (2019). Análisis de la cadena de suministro por clasificación abc: el caso de una empresa mexicana. *Academia Negocios*.
- Mundaca. (2024). *Qué hacemos*. Descargado 2024-11-03, de <https://www.comercialmundaca.cl/que-hacemos>
- Méndez, G., y López, S. (2014). Metodología para el pronóstico de la demanda en ambientes multiproducto y de alta variabilidad. *Tecnura*.
- Nahmias, S. (1999). *Análisis de la producción y las operaciones*. McGraw Hill.
- Render, B., y Heizer, J. (2014). *Principios de administración de operaciones* (Vol. 9na). Pearson Educación.