

## **“PRONÓSTICO Y SIMULACIÓN DE RESULTADO OPERATIVO DE UNA EMPRESA DE SERVICIO”**



**ALEXANDER, FRANCO – CORTINA, AITANA LUJAN – DONELLI, SOFIA AGUSTINA – EMETERIO**

**TOSCANO, EMILCE – GOMEZ, JOSE PATRICIO – LEDESMA, SOFIA FERNANDA – ROLDAN**

**ACOSTA, ALEJANDRO – RUIZ, AZUL FERNANDA**

[azulferruiz13@gmail.com](mailto:azulferruiz13@gmail.com) - [emilceemeterio@gmail.com](mailto:emilceemeterio@gmail.com)- [aiticortina1@gmail.com](mailto:aiticortina1@gmail.com)-

[sofiafernanda.ledesma@gmail.com](mailto:sofiafernanda.ledesma@gmail.com) - [Sofiadonelli15@gmail.com](mailto:Sofiadonelli15@gmail.com) -

[cpn.patriciogomez@gmail.com](mailto:cpn.patriciogomez@gmail.com) - [francomalexander@gmail.com](mailto:francomalexander@gmail.com)



## Índice

<b>Introducción</b> .....	<b>3</b>
<b>Situación Problemática</b> .....	<b>4</b>
<b>Preguntas de Investigación</b> .....	<b>4</b>
<b>Objetivo General</b> .....	<b>4</b>
<b>Objetivos Específicos</b> .....	<b>4</b>
<b>Marco Metodológico</b> .....	<b>4</b>
Herramientas a utilizar .....	5
<b>Marco Teórico</b> .....	<b>6</b>
<b>Aplicación</b> .....	<b>9</b>
Pronóstico .....	10
Simulación .....	12
Pre-simulación.....	16
Simulación .....	18
Post-simulación .....	20
<b>Recomendaciones</b> .....	<b>26</b>
<b>Conclusiones</b> .....	<b>27</b>
<b>Referencias</b> .....	<b>27</b>



## Resumen

El presente trabajo se enfoca en la unidad de negocio TM Agro, perteneciente a la empresa TM Roldán SRL, la cual presta servicios de alquiler de maquinaria para la carga de limón en la provincia de Tucumán. Durante la campaña cítrica —que se extiende de abril a agosto— la empresa moviliza aproximadamente 55.000 toneladas de fruta, pero presenta dificultades para estimar con anticipación sus costos operativos variables, especialmente el consumo de combustible y la mano de obra.

Frente a esta problemática, se propone el uso de herramientas cuantitativas como el pronóstico y la simulación, con el objetivo de mejorar la toma de decisiones económico-financieras. Para ello, se aplicó un modelo de regresión lineal simple que permitió estimar el consumo total de combustible según las toneladas transportadas. Posteriormente, se diseñó un modelo de simulación CVU (Costo-Volumen-Utilidad) con Risk Simulator, que evaluó distintos escenarios de rentabilidad bajo incertidumbre.

La metodología empleada combina análisis estadísticos, simulación y validación empírica, partiendo de datos históricos y entrevistas informales con el dueño de la empresa. Los resultados del modelo evidenciaron que las variables con mayor impacto en el resultado operativo son el precio por tonelada y el volumen de carga. A su vez, se comprobó la utilidad de estas herramientas para anticipar riesgos, evaluar decisiones operativas y proyectar resultados con mayor precisión.

Este estudio demuestra que incorporar métodos cuantitativos a la gestión empresarial no solo es posible, sino necesario, para alcanzar mayor eficiencia operativa y sostenibilidad en contextos altamente variables como el agrícola.

**Palabras Clave:** pronóstico, simulación, decisiones estratégicas

## Introducción

En el mundo empresarial actual, las herramientas cuantitativas desempeñan un papel fundamental para mejorar la eficiencia y la toma de decisiones dentro de una organización. A partir del cursado de la materia *Análisis Cuantitativo de Negocios*, se adquirieron competencias en el uso de técnicas como simulaciones y modelos de pronóstico, valorando no sólo su aplicación matemática, sino también sus limitaciones y condiciones de uso. Herramientas como Risk Simulator y QM for Windows han demostrado ser accesibles y eficaces, siempre que se cuente con una base teórica adecuada, aportando soluciones confiables, económicas y adaptables a distintas problemáticas empresariales.

En este contexto, se seleccionó como unidad de análisis a TM Roldán SRL, una empresa con más de 50 años de trayectoria en San Miguel de Tucumán. Fundada en 1971 como un pequeño taller, la firma se consolidó como un referente regional en servicios industriales, destacándose por su versatilidad operativa y por mantener altos estándares de responsabilidad y calidad. La empresa opera en diferentes áreas como el alquiler y venta de maquinaria vial, agrícola y de construcción, la mecánica industrial, y el mantenimiento de sistemas hidráulicos y de soldadura. Esta diversificación ha permitido a TM Roldán enfrentar desafíos de distinta índole en el sector productivo.

Dentro de sus múltiples divisiones, TM Agro ocupa un rol estratégico. A través de esta unidad, la empresa ofrece servicios agrícolas especializados y comercializa productos motorizados para fumigación, representando marcas de prestigio nacional e internacional. Uno



de los pilares de su operación agroindustrial es el servicio de alquiler de maquinaria para la carga de limón, una actividad clave durante la campaña citrícola que se desarrolla entre abril y agosto.

A pesar de la vasta experiencia operativa de la empresa en el sector agrícola, **TM Roldán SRL** enfrenta actualmente ciertas dificultades que afectan su eficiencia operativa y capacidad de planificación.

A continuación, se detallarán estas problemáticas y se propondrán herramientas cuantitativas como posibles soluciones para mejorar el rendimiento y control financiero de la empresa.

### **Situación Problemática**

TM ROLDAN SRL es una empresa dedicada a servicios agrícolas, especialmente en el alquiler de maquinaria para la carga de limón. Durante la campaña de abril a agosto, la empresa debe movilizar aproximadamente 55.000 toneladas distribuidas en tres fincas. A pesar de su experiencia operativa, la empresa enfrenta dificultades en la planificación eficiente de los costos operativos variables, como el consumo de combustible (gasoil) y la gestión de recursos durante el servicio. La falta de una estimación previa de consumo y costos dificulta la toma de decisiones estratégicas, afectando la rentabilidad y el control financiero de la campaña.

Dicho esto, se mencionan a continuación las preguntas que guiarán la investigación.

### **Preguntas de Investigación**

- ¿Cuál será el consumo de combustible esperado por tonelada cargada durante la campaña?
- ¿Cómo varían los resultados operativos ante distintos escenarios de precio del gasoil, volumen de carga y niveles de mano de obra, a partir de un modelo de simulación?
- ¿Cómo puede la empresa mejorar la toma de decisiones estratégicas y el control de costos mediante el uso de herramientas cuantitativas de pronóstico y simulación?

### **Objetivo General**

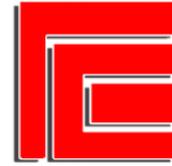
Brindar información valiosa para la toma de decisiones económico-financieras en la campaña de carga de la empresa utilizando herramientas de Análisis cuantitativo.

### **Objetivos Específicos**

- Elaborar un pronóstico del consumo de combustible y la utilización de mano de obra en base a datos históricos.
- Obtener los posibles resultados operativos utilizando variables como el precio del gasoil, el volumen de carga y la mano de obra
- Proponer recomendaciones estratégicas para optimizar la gestión de recursos y mejorar el control financiero de la campaña.

### **Marco Metodológico**

El trabajo realizado es un estudio de caso con un enfoque **cuantitativo**, ya que se utilizarán datos numéricos y modelos matemáticos para analizar el comportamiento del



consumo de combustible y su impacto económico. Este tipo de enfoque permite generar resultados medibles y objetivos, clave para la toma de decisiones en contextos operativos.

El diseño de la investigación es **no experimental** de tipo **transversal o transeccional**, ya que no se manipulan variables, sino que se observan y analizan tal como se presentan en la realidad operativa de la empresa. Además, se realiza en un único momento en el tiempo, utilizando datos históricos recopilados en distintos períodos, pero con el objetivo de obtener una "fotografía" del comportamiento del sistema en base a dicha información.

Para la recolección de datos realizaremos:

- Entrevistas de experto con el dueño de la empresa para obtener información relevante.
- Análisis documental de registros históricos internos de la organización.

### **Herramientas a utilizar**

#### **1. Pronóstico:**

Se utilizará un modelo de proyección del consumo de combustible, construido a partir de datos históricos registrados por maquinaria. El objetivo es anticipar la cantidad estimada de litros de gasoil necesarios para completar la campaña de carga de 55.000 toneladas de limón, considerando el rendimiento operativo de campañas anteriores.

Para ello, se aplicará un modelo de regresión lineal simple, donde la variable dependiente es el consumo de combustible (litros) y la variable independiente es la cantidad de toneladas cargadas. Esta técnica permitirá estimar una función matemática que relacione ambas variables, identificando patrones de comportamiento y proyectando valores futuros con base cuantitativa.

El análisis se centrará en el consumo promedio por tonelada, utilizando la ecuación resultante de la regresión como base para planificar el abastecimiento de combustible y estimar los costos variables esperados.

#### **2. Simulación:**

Se realizará una simulación de escenarios económicos del resultado operativo de la empresa.

Risk-Simulator:

- Análisis de pre-simulación: en esta etapa, tendremos en cuenta dos herramientas (gráfico de araña y tornado), las cuales nos brindarán información relevante acerca de las variables críticas del modelo y cómo influyen sobre el resultado operativo.
- Simulación: en esta etapa podremos determinar qué tipo de distribución presentan los datos analizados.
- Post-Simulación: en esta etapa final del proceso obtendremos información relevante de diferentes herramientas, como ser, la tabla estadística de pronósticos, análisis de sensibilidad y análisis de escenarios.

## Marco Teórico

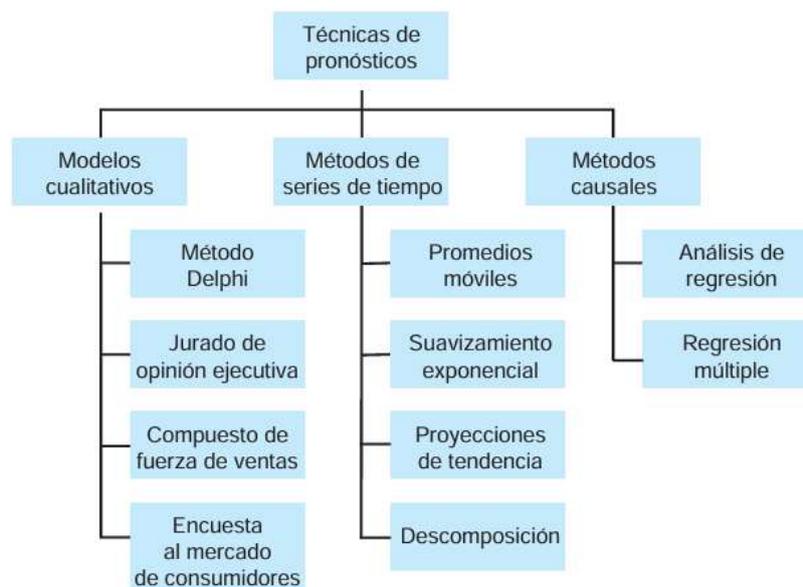
### Análisis Cuantitativo

Render, Stair, Hanna (2013), definen al análisis cuantitativo como el “enfoque científico” de la toma de decisiones administrativas. Este enfoque trabaja con datos que transformará en información para producir conocimiento y tomar mejores decisiones. Este proceso y manipulación de los datos convertidos en información significativa son la esencia del análisis cuantitativo. Según el autor, “el análisis cuantitativo es el enfoque científico para la toma de decisiones administrativas”. El cual se basa a través de la recolección de datos, transformar los mismos en información útil para los gerentes de las empresas.

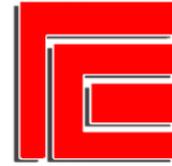
### Pronósticos

Los pronósticos proporcionan estimaciones cuantitativas basadas en datos históricos y patrones observados, lo que permite a las organizaciones anticipar y prever tendencias futuras. Render, B. (2012) expresa acerca de los Pronósticos que: “Los gerentes tratan siempre de reducir la incertidumbre e intentan hacer mejores estimaciones de lo que sucederá en el futuro. Lograr esto es el objetivo principal de la elaboración de los pronósticos. Existen muchas formas de pronosticar el futuro. En muchas empresas (sobre todo las pequeñas), el proceso completo es subjetivo e incluye los métodos improvisados, la intuición y los años de experiencia. También existen muchos modelos de pronósticos cuantitativos, como promedios móviles, suavizamiento exponencial, proyecciones de tendencias y análisis de regresión por mínimos cuadrados”. Las estimaciones respaldan la toma de decisiones estratégicas, la planificación de la cadena de suministro, la evaluación de riesgos y oportunidades, y la mejora de la eficiencia y la rentabilidad en las organizaciones.

Imagen N° 1: “Técnicas de pronósticos”



Fuente: Render, Stair y Hanna (2013, pág. 115).



### **Métodos causales**

Los modelos causales incorporan las variables o factores que pueden influir en la cantidad que se pronostica con el modelo de elaboración de pronósticos. Incorpora dos variables X e Y, la primera independiente y la siguiente dependiente. Donde podemos predecir la dependiente a través del comportamiento u observación de la independiente. Nuestro conocimiento del valor de una variable o quizás de algunas variables, nos permite pronosticar el valor de otra variable.

Según Wooldridge (2020), el modelo de **regresión lineal** proporciona una base sólida para el análisis causal y predictivo, asumiendo que los efectos de las variables independientes sobre la dependiente son lineales.

En el campo de la administración, se destaca que su utilidad se incrementa al integrarse con sistemas de apoyo a la decisión y herramientas de simulación, permitiendo modelar escenarios y facilitar la planificación estratégica.

### **Simulación**

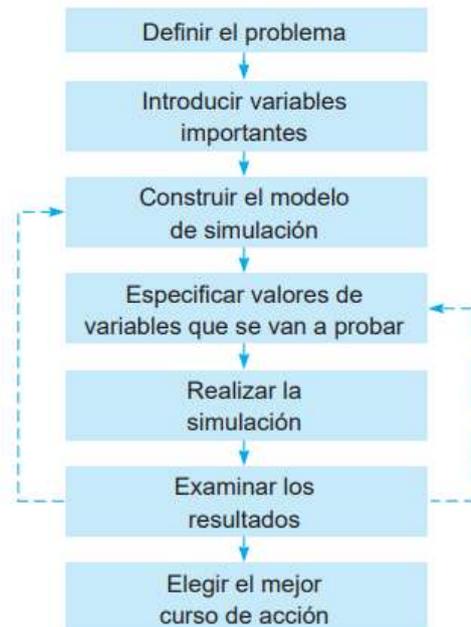
La simulación se presenta como una técnica que permite modelar sistemas complejos y analizar su comportamiento bajo diversas condiciones, facilitando así la comprensión y la optimización de procesos empresariales.

Los autores Render, Stair y Hanna (2012) destacan que la simulación es particularmente útil cuando los sistemas son demasiado complejos para ser analizados mediante métodos analíticos tradicionales o cuando es necesario evaluar el impacto de diferentes estrategias sin perturbar el sistema real. A través de la construcción de modelos computacionales, se pueden experimentar diferentes escenarios y políticas, lo que permite a los gerentes anticipar posibles resultados y tomar decisiones informadas. Además, enfatizan la importancia de la simulación en la identificación de cuellos de botella, la evaluación de la variabilidad en los procesos y la mejora continua.

La idea detrás de la simulación es imitar lo más fielmente posible una situación del mundo real con un modelo matemático que no afecte las operaciones diarias del negocio. El uso de esta herramienta no es predecir con seguridad una o más variables o generar una solución óptima, sino conseguir un mayor entendimiento acerca del fenómeno bajo estudio. En este caso es muy importante el armado del modelo, así como también la correcta definición de las variables de entrada si se quiere que la simulación brinde resultados certeros y de utilidad.

Al permitir la experimentación sin riesgos en un entorno virtual, la simulación se convierte en una herramienta valiosa para la planificación estratégica y la gestión operativa.

Imagen N° 2: "Proceso de simulación"



Fuente: Render, Stair y Hanna (2013, pág 534).

**Risk-Simulator:** Es una potente herramienta que funciona como complemento de Microsoft Excel y le permite al usuario realizar simulaciones de Monte Carlo, pronósticos estocásticos y modelado predictivo, análisis de decisiones, árboles de decisión dinámicos y optimizaciones. Así mismo, todas sus características y funcionalidades están pensadas para el fácil uso.

Permite la gestión del riesgo en cualquier escenario de toma de decisiones del mundo real, independientemente del área de conocimiento o sector en el que se desenvuelven las actividades.

**Modelo:** un modelo es "una representación de la realidad o de un sistema real que se utiliza para comprender, analizar o predecir el comportamiento del sistema". Los modelos permiten simplificar problemas complejos al enfocarse en los elementos más relevantes, facilitando así la toma de decisiones gerenciales.

**Variable:** se define como "una característica o cantidad que puede asumir diferentes valores". Las variables son elementos esenciales en los modelos cuantitativos, ya que representan magnitudes que pueden cambiar dentro del sistema que se estudia. Estas pueden ser controlables o incontrolables.

**Parámetro:** es "una cantidad fija o conocida que define o describe una relación entre variables en un modelo". Los parámetros se consideran constantes dentro del modelo, aunque pueden variar si el modelo se modifica.



## Aplicación

Para el desarrollo del presente trabajo se comenzó con una entrevista informal al propietario de TM Roldán, quien proporcionó información clave sobre el funcionamiento y características de la industria. Además, se trabajó con una base de datos elaborada de forma manual, a partir de registros internos de la empresa.

*Imagen N° 3: "Base de datos sin proceso ETL"*

INTERNO		46 SAN MIGUEL	54 CITROMAX	65 SAN MIGUEL	66 SAN MIGUEL	69 A. ALIANZA	70 CITROMAX	73 CITROMAX	adelantos	viaticos	descuentos	total
FINCA		STA ISABEL	CHURQUI/RIOS	STA ISABEL	STA ISABEL	LA OLLA	CHURQUI	CHURQUI/RIOS				
			54 TRAPANI					73 TRAPANI				
			GALVEZ					GALVEZ				
			54 CARBONELL									
			VILLA B. ARAOZ									
		0,39										
	Bins cargados	Tn Cargadas										
	6056	2361,84	\$ 2.890,00	\$ 57.199,00	\$ 190.630,00	\$ -	\$ -	\$ 355.650,00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 606.369,00
	MIGUEL OLEA (9 jornales - 3956 bins)	3956	1542,84	\$ 34.862,00	\$ 37.438,00	\$ -	\$ 51.818,00	\$ -	\$ 238.720,00	\$ -	\$ -	\$ 362.838,00
	LISANDRO DIAZ (4 jornales - 461 bins)	461	179,79	\$ -	\$ 100.000,00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 100.000,00
	DAVID LOBO (5 jornales - 1180 bins)	1180	460,2	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 107.033,00	\$ -	\$ 32.778,00	\$ -	\$ -	\$ 139.811,00
	ULISES SANCHEZ (6 jornales - 1823 bins)	1823	710,97	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 207.360,00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 207.360,00
	SEBASTIAN CARNEMOLLA (4 jornales - 1235 bins)	1235	481,65	\$ -	\$ 98.800,00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 98.800,00
	NAZARENO CONCHA (4 jornales - 2404 bins)	2404	937,56	\$ 192.320,00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 192.320,00
	CESAR BARRAZA (1 jornal - 207 bins)	207	80,73	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 16.560,00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 16.560,00
	TOTAL		\$ 230.072,00	\$ 194.637,00	\$ 289.430,00	\$ 51.818,00	\$ 107.033,00	\$ 372.210,00	\$ 478.858,00	\$ -	\$ -	\$ 1.724.058,00

LIQUIDACION 2A QUINCENA SEPTIEMBRE (MAQUINISTAS)												
INTERNO		54 TRAPANI	63 SAN MIGUEL	66 SAN MIGUEL	69 A. ALIANZA	70 CITROMAX	73 CITROMAX	adelantos	viaticos	viaticos	descuentos	
FINCA		GALVEZ	SANTA ISABEL	SANTA ISABEL	LA OLLA	CHURQUI	CHURQUI					
< > Total marzo abril mayo junio agosto <b>septiembre</b> + : <												

Fuente: Base de datos interno de la empresa

Se revisó la información quincena por quincena, realizando una limpieza de datos para extraer la cantidad de toneladas cargadas por cada maquinista, el sueldo correspondiente a esa quincena, y el valor del tipo de cambio vigente en cada período. Luego, se convirtió el sueldo a dólares y se calculó el costo de cargar una tonelada dividiendo dicho monto por la cantidad de toneladas cargadas.

*Imagen N° 4: "Base de datos procesada"*

Mes	Interno	Litros Utilizados	Toneladas cargadas	Litros / Toneladas
Marzo	73	544	1941,81	0,28
Marzo	66	431	1422,33	0,30
Marzo	64	218	861,9	0,25
Abril	73	609	2493,27	0,24
Abril	70	581	1834,17	0,32
Abril	69	60	250	0,24
Abril	66	618	2304,9	0,27
Abril	64	612	2551,77	0,24
Abril	61	145	464,1	0,31
Abril	57	709	2541,24	0,28
Mayo	73	773	2971,8	0,26
Mayo	69	472	2231,58	0,21
Mayo	64	629	3266,64	0,19
Mayo	62	298	897,39	0,33
Mayo	57	216	966,03	0,22
Junio	76	139	575,64	0,24
Junio	73	640	2589,6	0,25
Junio	70	506	1814,67	0,28
Junio	69	555	2499,9	0,22
Junio	66	780	3494,4	0,22

Fuente: Base de datos interno de la empresa

Este análisis permitió contar con información precisa y estandarizada para avanzar en la elaboración de un modelo de pronóstico y simulación.

### Pronóstico

En una primera etapa del proyecto se realizará un análisis de pronóstico orientado a estimar el consumo total de combustible (en litros por toneladas) para la campaña 2025, en la que se proyecta cargar 55.000 toneladas de limón. Para ello, se utilizará un modelo de regresión lineal simple, construido a partir de los datos reales correspondientes al año 2024.

En este modelo se considera como **variable independiente (X)** la cantidad de toneladas cargadas y como **variable dependiente (Y)** los litros de gasoil utilizados. La ecuación obtenida adopta la siguiente forma:

$$\text{Litros} = a + b * \text{Toneladas}$$

Sin embargo, durante el análisis de los residuos y la validación de los supuestos del modelo (normalidad evaluada mediante el test de Shapiro-Wilk, linealidad y homocedasticidad), se detectaron desvíos importantes. En particular, se identificaron algunos valores atípicos que afectan la calidad del ajuste, ya que distorsionaba los resultados y contradecían los principios básicos del modelo lineal clásico.

Estos valores extremos se corresponden con situaciones operativas poco frecuentes, como el movimiento de bins vacíos a partir del cual se produce el consumo de combustible, que no reflejan el comportamiento normal de la operación. Por esta razón, y con el objetivo de construir un modelo representativo del funcionamiento habitual del sistema, se decidió excluir dichas observaciones. Esta depuración permitió mejorar el ajuste del modelo y avanzar con un pronóstico más preciso y coherente.

A continuación, se procedió a cargar los datos depurados en el software QM for Windows.

Imagen N° 5: "Ingreso de datos en software QM"

	Litros (y)	Toneladas (x)
Past Period 1	544	1041,81
Past Period 2	431	1422,33
Past Period 3	218	861,9
Past Period 4	609	2493,27
Past Period 5	581	1834,17
Past Period 6	60	250
Past Period 7	618	2304,9
Past Period 8	612	2051,77
Past Period 9	145	464,1
Past Period 10	709	2541,24
Past Period 11	773	2971,8
Past Period 12	472	2231,58
Past Period 13	620	3266,84
Past Period 14	298	897,39
Past Period 15	216	968,03
Past Period 16	139	575,54
Past Period 17	640	2589,6
Past Period 18	836	1814,67
Past Period 19	555	2499,9
Past Period 20	780	3494,4
Past Period 21	642	2901,21
Past Period 22	1110	5211,57
Past Period 23	981	4465,5
Past Period 24	377	1391,13
Past Period 25	666	2006,06
Past Period 26	1220	4219,41
Past Period 27	145	485,94
Past Period 28	935	4057,17
Past Period 29	50	327,8
Past Period 30	730	3301,74
Past Period 31	1102	4043,89
Past Period 32	425	1455,87
Past Period 33	405	1317,03
Past Period 34	679	2874,3
Past Period 35	592	2261,61

Fuente: Base de datos interno de la empresa



Debido a una limitación del programa que impide ingresar valores superiores a 32.000 en la variable independiente, la estimación para 55.000 toneladas será realizada manualmente más adelante, utilizando los coeficientes obtenidos en el modelo generado por el software.

En dicho entorno se ingresaron las variables de toneladas transportadas y litros consumidos, y se generó automáticamente la ecuación de pronóstico.

*Imagen N° 6: "Consumo de combustible solution"*

Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	0
MAD (Mean Absolute Deviation)	58,45
MSE (Mean Squared Error)	5326,578
Standard Error (denom=n-2=41)	74,742
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	18,23%
Regression line	
<b>Litros(y) = 31,94 + ,227 * Toneladas(x)</b>	
Statistics	
Correlation coefficient	0,968
<b>Coefficient of determination (r^2)</b>	<b>0,937</b>

*Fuente: QM Windows*

Modelo de regresión obtenido:

$$\text{Litros} = 31,94 + 0,227 * \text{Toneladas}$$

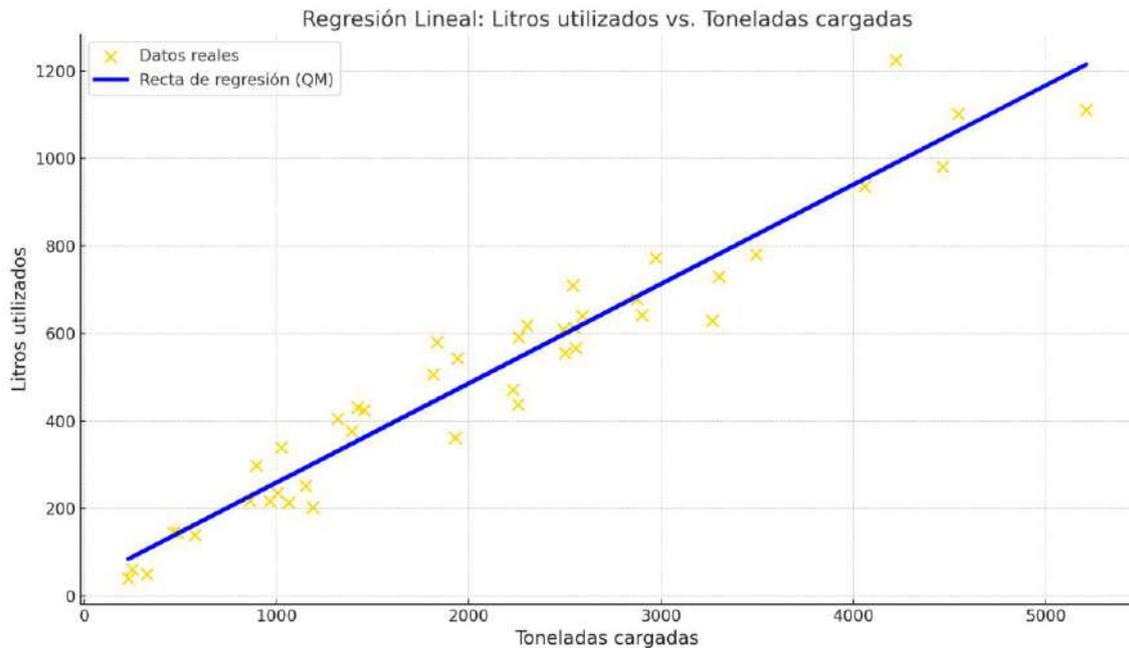
Indicadores del modelo:

- Coeficiente de correlación = 0,968 -> Muy alta relación positiva entre ambas variables
- Coeficiente de determinación = 0,937 -> El 93,7% de la variabilidad de los litros se explica por las toneladas
- Error estándar = 74,74 litros -> Promedio de desviación respecto a los valores reales
- MAD (desviación media absoluta) = 58,45 litros -> En promedio, las predicciones fallan por 58,45 litros
- MAPE = 18,23% -> El error promedio relativo es del 18,23% respecto a los valores observados

Estimación del consumo para 55.000 toneladas

$$\text{Litros} = 31,94 + 0,227 * 55.000 = 12.516,94 \text{ litros}$$

Imagen N° 7: “Gráfica de la regresión”



Fuente: QM Windows

A partir de los resultados obtenidos mediante la regresión lineal y validado el cumplimiento de sus supuestos estadísticos, se utilizará la estimación del consumo de combustible proyectado como insumo clave para realizar una simulación del resultado operativo. Esta simulación permitirá analizar distintos escenarios de carga y costos, facilitando la toma de decisiones estratégicas para la empresa.

### Simulación

En esta instancia del análisis, se diseñó un modelo que permite examinar el comportamiento operativo de la empresa TM ROLDAN SRL bajo diferentes escenarios. Para ello, se optó por aplicar un enfoque de costo-volumen-utilidad (CVU), ya que esta herramienta facilita comprender cómo se interrelacionan los ingresos generados, los costos incurridos y el nivel de utilidad alcanzado.

Al distinguir entre costos fijos y variables, el modelo CVU permite estimar el impacto económico de distintas decisiones operativas, aportando una base sólida para evaluar la rentabilidad y mejorar el control financiero de la campaña.

En una primera instancia, se identificaron las variables de entrada, las mismas son:

- Precio por toneladas.
- Cantidad de toneladas.
- Costo variable del combustible.
- Costo variable de la mano de obra de los maquinistas.
- Costo fijo de las roturas.



- Costo fijo de los salarios de los supervisores.
- Costo fijo de los seguros.

Por otro lado, la variable de salida es aquella que se ve influenciada por la aleatoriedad de las variables de entradas, en este caso dicha variable es el **resultado operativo**. El cual surgió, inicialmente, a partir de un **Estado de Resultados**:

Tabla N° 1: "EERR Modelo CVU"

<b>VENTAS/SERV. PRESTADO</b>	(Precio * Q de Toneladas)
<b>CV (Comb./Toneladas)</b>	(\$Comb. * Tasa consumo Comb / TN * Q Toneladas)
<b>CV (Maq./Toneladas)</b>	(\$Tonelada p/ hora * Hs Trabajadas)
<b>CMG</b>	
<b>CF (Roturas)</b>	(Promedio de roturas * Q máquinas)
<b>CF (Salarios supervisores)</b>	(Salario para 6 meses de supervisores)
<b>CF (Seguros)</b>	(Seguro para 6 maquinas para 6 meses)
<b>RESULTADO OPERATIVO</b>	

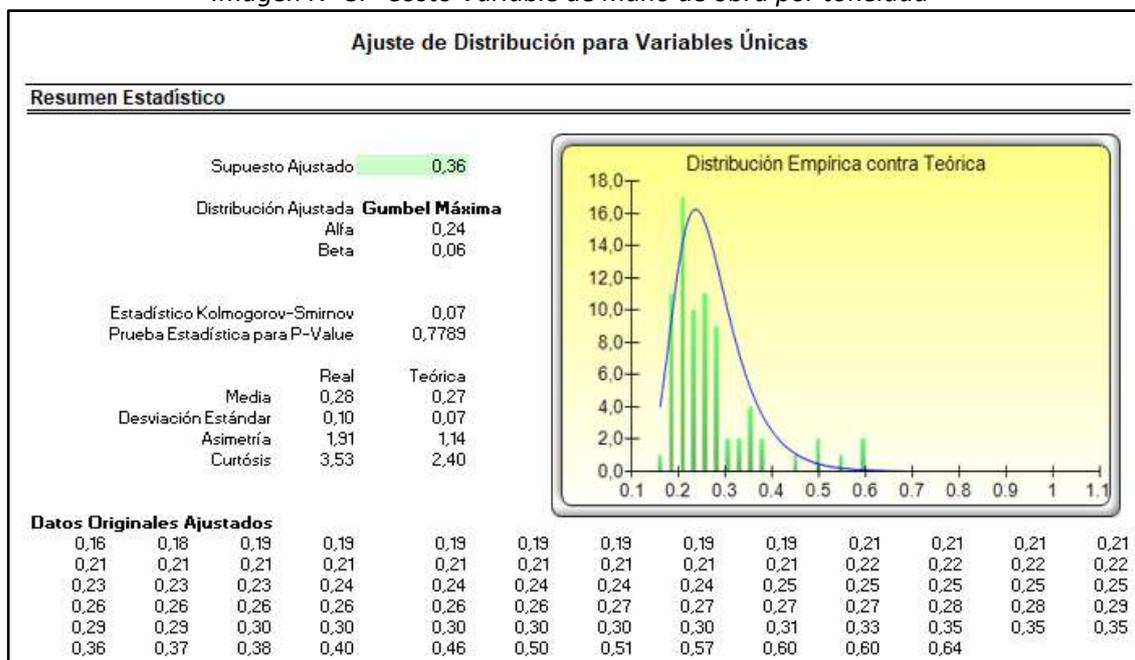
Fuente: Elaboración propia.

#### Asignación de distribuciones de probabilidad para variables aleatorias

Para proceder con la simulación es necesario identificar las variables que están sujetas a fenómenos aleatorios, para este caso son: costo variable mano de obra, cantidad de toneladas en servicio, precio del combustible y costos fijos por roturas.

A través de un complemento de simulación en Excel llamado "Risk Simulator" se establecieron las distribuciones de probabilidades de las variables aleatorias:

Imagen N° 8: “Costo Variable de mano de obra por tonelada”



Fuente: Risk Simulator

Además del ajuste empírico de algunas variables con datos históricos, otras distribuciones de probabilidad definidas mediante juicio experto, en base a la experiencia del gerente de operaciones.

En estos casos, se optó por utilizar distribuciones triangulares las cuales permiten representar estimaciones subjetivas de forma estructurada, definiendo un valor mínimo, más probable y máximo y además una distribución uniforme para el precio del litro de combustible en USD.

Concretamente, se aplicaron distribuciones triangulares a:

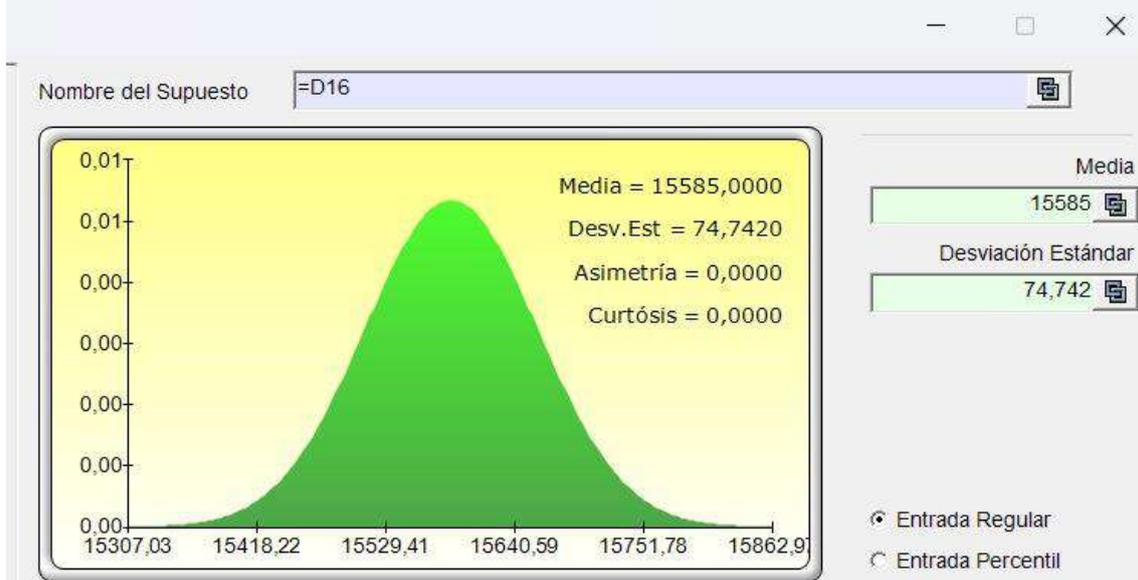
- Cantidad de toneladas a cargar: definida entre un mínimo de 50.000, un valor más probable de 55.000 y un máximo de 60.000 toneladas.
- Costo total por roturas de maquinaria: estimado en función de experiencias previas y evaluado entre un mínimo, un valor más probable y un máximo provistos por el gerente.

Este enfoque permite incorporar la incertidumbre subjetiva en aquellas variables para las cuales no se dispone de una base de datos histórica suficiente, manteniendo la validez del modelo de simulación.

#### Variable intermedia

Como supuesto de entrada del modelo, se incluye el costo variable del combustible en función a las toneladas cargadas, cuyo comportamiento estaría explicado solamente por la variación en las toneladas, debido a que se sujetó este costo a dicha variable por medio de la regresión lineal explicada en el apartado de pronóstico.

Imagen N° 9: "CV de combustible, como supuesto de entrada con datos de regresión lineal".



Fuente: Risk Simulator

#### Parámetros y construcción del modelo

Una vez determinadas las variables de entrada con sus respectivas distribuciones de probabilidad, se procede a identificar los parámetros del modelo, es decir, aquellos valores que se mantienen constantes y no están sujetos a decisiones ni a fenómenos aleatorios. En el presente estudio, se consideran como parámetros los siguientes elementos:

- El precio por tonelada, ya que ha sido previamente pactado con el cliente y no puede ser modificado por la empresa durante la campaña.
- Los costos fijos, como los correspondientes a seguros y salarios del supervisor, los cuales se mantienen constantes a lo largo del período analizado y no dependen del volumen de toneladas cargadas.

La variable de salida del modelo es el resultado operativo, ya que es el valor que se ve influenciado por la aleatoriedad de las variables de entrada y permite evaluar el impacto económico esperado de la campaña.

A partir de esta estructura, se desarrolló el modelo para realizar la simulación del resultado operativo bajo distintos escenarios, permitiendo así un análisis cuantitativo más robusto para la toma de decisiones.

Imagen N° 11: "Estado de Resultados"

	Escenarios			CVU		
	Bajo	Medio	Alto			
Cantidad TN en servicio	53.995,02	50.000,00	55.000,00	60.000,00	Precio por Toneladas x Toneladas Cargadas	148.486,29
Precio por tonelada	2,75		2,75		Consumo de Combustible por Tn x Precio de Combustible	18.442,07
CV Q Comb Lt /Tn	15.650,06				Tasa de Jornal MO/TN por tn cargadas	12.498,95
CV \$ POR LITRO COMB	1,18	1,15		1,18	<b>CONTRIBUCION MARGINAL</b>	117.545,27
CV M.O / TN	0,23				Promedio de roturas por 6 maquinas	15.152,08
CF ROTURAS	15.152,08	8.809,50	12.585,00	16.360,50	Salarios para 7 meses de supervisores	12.575,00
SALARIO SUPERV	12.575,00		12.575,00		Seguros para 6 maquinas por 7 meses	226,00
SEGUROS	226,00		226,00		<b>RSTDO OPERATIVO</b>	89.592,18

Fuente: Elaboración propia

**Pre-simulación**

Tabla de resultados:

Imagen N° 12 "Tabla de variables y resultados"

Celda Precedente	Valor Base: 125773,389480259			Cambio de Ingreso		
	Resultado Inferior	Resultado Superior	Rango de Efectividad	Ingreso Inferior	Ingreso Superior	Valor Caso Base
E15: Precio por tonelada	110.336,93	141.209,85	30.872,92	2,48	3,03	2,75
E14: Q Tn Cargadas	111.915,95	139.630,83	27.714,88	50.519,33	61.745,85	56.132,59
E18: CV M.O / TN	127.352,41	124.194,37	3.158,04	0,25	0,31	0,28
G20: SALARIO SUPERV	127.030,89	124.515,89	2.515,00	11.317,50	13.832,50	12.575,00
E21: SEGUROS	125.795,99	125.750,79	45,20	203,40	248,60	226,00
E17: CV \$ POR LITRO COMB	125.773,39	125.773,39	-	1,04	1,28	1,16

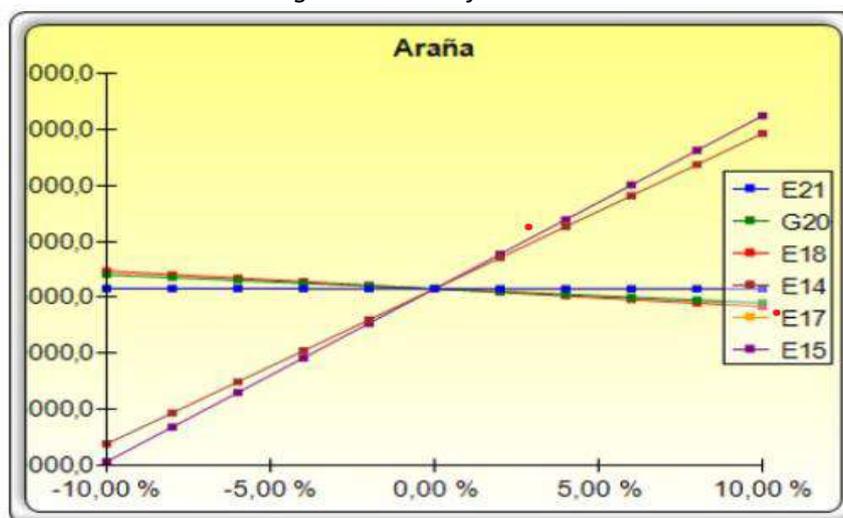
Fuente: Risk Simulator

Esta tabla presenta un análisis de sensibilidad que permite entender cómo cambios en ciertas variables de entrada afectan el resultado operativo promedio de la carga de limón. Como ser:

- Precio por tonelada y Cantidad de toneladas cargadas: son las variables más influyentes del modelo. Un pequeño cambio en cualquiera de estas tiene un gran efecto en el resultado operativo. Son las variables más sensibles o críticas y, por lo tanto, deberían ser el foco del análisis estratégico.
- Costos variables por MO: tienen un impacto moderado, una posible solución sería la revisión en la estructura de costos.
- Seguros y Costo variable por litro de combustible: casi no alteran el resultado, por lo tanto, su variabilidad no altera drásticamente el resultado operativo.
- Costo variable por litro de combustible: no tiene impacto en el resultado operativo (0 de rango de efectividad). Esto puede indicar que probablemente el valor de litros ya se encontraba fijo por tonelada.

Gráfico de Araña:

Imagen N° 13: Gráfico de Araña



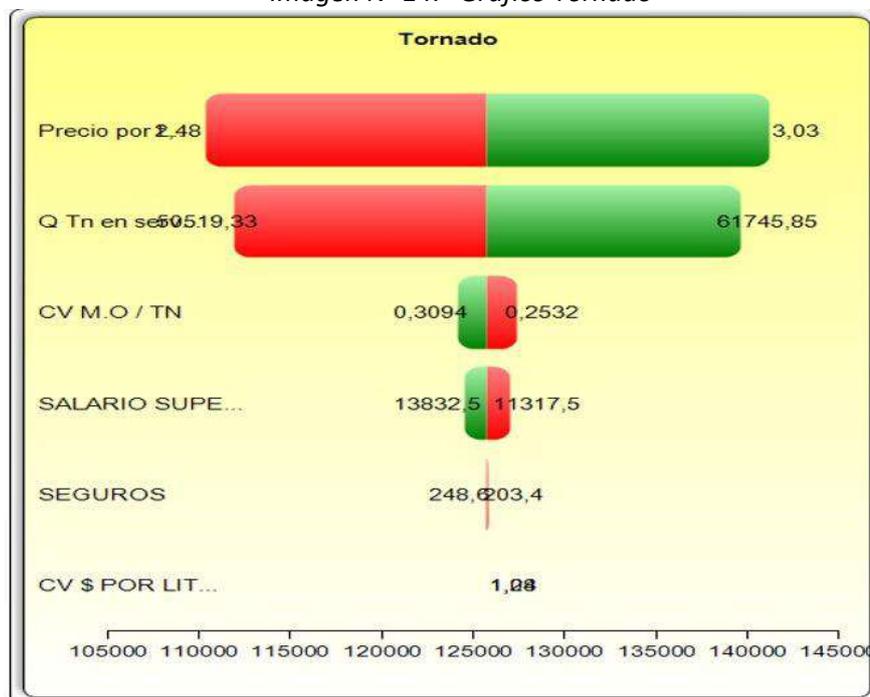
Fuente: Risk Simulator

Este gráfico puede utilizarse para visualizar relaciones lineales y no lineales, confirma visualmente lo que la tabla ya mostraba.

1. **El precio por tonelada (línea violeta)-E15:** Es la línea con mayor pendiente positiva, lo que indica que un aumento en el precio por tonelada impacta fuerte y positivamente en el resultado operativo. Un 10% de aumento en el precio genera una ganancia significativa.
2. **Cantidad de toneladas cargadas (línea bordo)-E14:** También tiene una pendiente elevada y positiva, aunque un poco menor que E15. Esto indica que el volumen de carga tiene un fuerte impacto en los resultados.
3. **Salario supervisor (línea verde)-G20 y Seguros (línea azul)-E21:** Estas líneas están casi planas, indicando que aumentos o reducciones del 10% en estas variables tienen un impacto casi nulo sobre el resultado, es decir, son variables poco sensibles.
4. **CV Mano de obra por tonelada (línea roja)-E18:** Tiene pendiente negativa leve, lo que significa que un aumento en el costo de MO por tonelada reduce el resultado operativo, pero en menor medida.
5. **CV por litro de combustible (línea naranja)-E17:** También muestra mínima variación, confirmando lo observado en la tabla de resultados: su impacto es nulo o marginal.

Gráfico Tornado:

*Imagen N° 14: "Gráfico Tornado"*



*Fuente: Risk Simulator*

El gráfico Tornado organiza todas las entradas que le dan forma al modelo, empezando con la variable de entrada que tiene el impacto más grande sobre los resultados. El largo de cada barra indica cuánto varía el resultado operativo si esa variable cambia entre su valor mínimo y máximo simulado. El eje horizontal indica el valor final del resultado operativo, en una escala

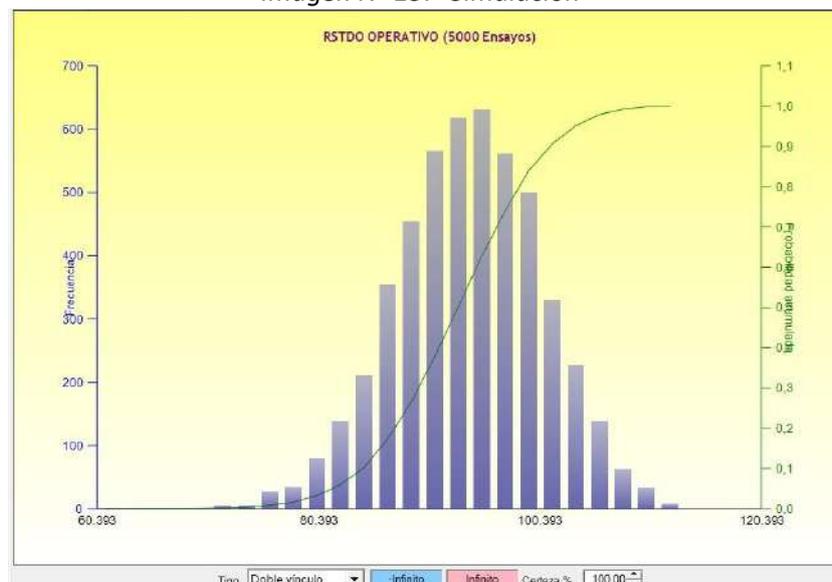
que va aproximadamente desde los 105.000 hasta los 145.000 dólares. El color rojo indica el impacto negativo y el color verde indica el impacto positivo.

1. **Precio por tonelada:** Si el precio baja a 2,48, el resultado operativo cae cerca de los USD 110.000. Si sube a 3,03, el resultado operativo puede alcanzar casi USD 140.000. Esto confirma que la rentabilidad depende fuertemente de cuánto se pueda cobrar por tonelada cargada.
2. **Cantidad de toneladas cargadas:** Si se cargan 50.519 Tn, el resultado cae considerablemente. Si se alcanzan 61.745 Tn, mejora sustancialmente. Esto evidencia que el volumen de trabajo realizado incide directamente en el resultado operativo.
3. **Costo variable de mano de obra por tonelada:** Tiene un impacto moderado pero negativo, o sea que cuanto más alto sea este costo, más se reduce el resultado operativo.
4. **Salario del supervisor:** Tiene una influencia mínima. Cambiar este valor dentro del rango analizado mueve en menor medida el resultado operativo, es un costo fijo poco sensible.
5. **Seguros:** Prácticamente no afecta el resultado operativo. Su barra es casi inexistente lo que puede considerarse como una variable no crítica.
6. **Costo variable por litro de combustible:** Su impacto también es casi nulo. Esto confirma que el modelo no está registrando su efecto correctamente o que su peso relativo es muy bajo.

### Simulación

Una vez finalizada la etapa de pre-simulación, en la cual se identificaron las variables relevantes, se procedió a ejecutar la simulación. Luego de correr 5.000 ensayos, se obtuvo la siguiente distribución de resultados operativos:

Imagen N° 15: "Simulación"

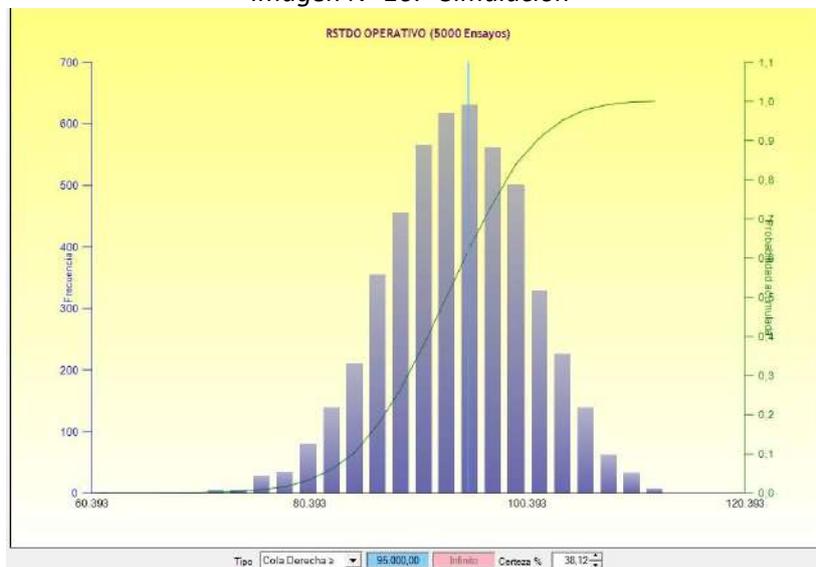


Fuente: Risk Simulator

La forma de la distribución es similar a la normal, con una leve inclinación hacia la derecha, lo cual indica una mayor concentración de resultados en torno al valor medio, pero con posibilidad de obtener resultados superiores de forma ocasional.

En respuesta a una consulta realizada por el propietario de la empresa, y con el objetivo de aportar información útil para la planeación financiera de la campaña, se procedió a estimar la probabilidad de alcanzar determinados niveles de resultado operativo. Puntualmente, se solicitó conocer la probabilidad de que los resultados superen los valores de **USD 95.000** y **USD 80.000**, considerados como puntos de referencia para distintos escenarios financieros posibles.

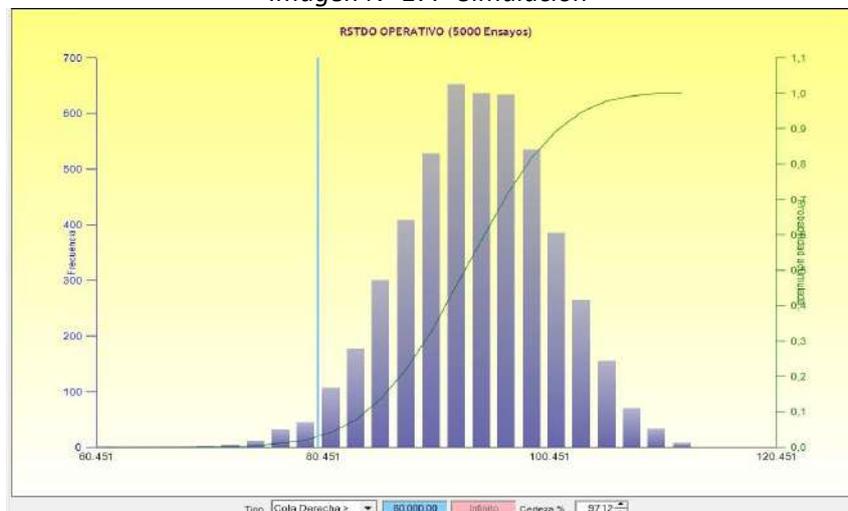
*Imagen N° 16: "Simulación"*



*Fuente: Risk Simulator*

Existe una probabilidad del **38,12%** de que el resultado operativo sea igual o superior a USD 95.000.

*Imagen N° 17: "Simulación"*



*Fuente: Risk Simulator*



Existe una probabilidad del **97,12%** de que el resultado operativo sea igual o superior a USD 80.000, lo cual representa un escenario económicamente favorable para la empresa.

### Post-simulación

Este análisis implica una comprensión profunda de la simulación realizada en el paso anterior, a través de una serie de informes que permitan llegar a conclusiones y formular recomendaciones.

*Imagen N° 18: "Tabla estadística del pronóstico"*

#### **Tabla estadística del pronóstico - TP ANALISIS**

Celda	RSTDO OPERATIVO
Nombre	\$J\$9
Número de Intentos	5.000
Media	92.843,79
Mediana	92.994,38
Desviación Standard	6.643,57
Variación	44136978,8960
Coefficiente de Variación	7,16%
Máximo	112.144,08
Mínimo	59.011,97
Rango	53.132,11
Asimetría	-0,2266
Curtosis	0,2790
Percentil 25%	88.475,21
Percentil 75%	97.472,46
Precisión de Error 95%	0,20%
Percentil 5%	81.753,61
Percentil 10%	84.366,74
Percentil 20%	87.334,19
Percentil 30%	89.548,59
Percentil 40%	91.259,61
Percentil 50%	92.994,38
Percentil 60%	94.745,17
Percentil 70%	96.476,38
Percentil 80%	98.459,88
Percentil 90%	101.243,28
Percentil 95%	103.443,42
Percentil 99%	107.219,21

*Fuente: Risk Simulator*

### Interpretaciones más relevantes:

- **Media:** El resultado operativo promedio, considerando 5.000 simulaciones, fue de **USD 92.843,79**.
- **Mediana:** El 50% de los valores del resultado operativo se ubicó por debajo de **USD 92.994,38** y el otro 50% por encima, lo cual sugiere una distribución relativamente equilibrada.
- **Desvío estándar:** Presentó un valor de **USD 6.643,57**, lo que indica que, en promedio, los resultados simulados se alejan de la media en esa magnitud. Dado que esta dispersión no es elevada en relación con el promedio, puede afirmarse que la incertidumbre asociada al resultado operativo es baja y que los valores son relativamente estables.



- **Coefficiente de variación:** Fue de **7,16%**, lo cual se considera un valor bajo. Esto implica que el riesgo relativo en torno al resultado operativo es mínimo, y que la variabilidad respecto a la media es reducida, fortaleciendo la confianza en los valores simulados.
- **Valor máximo:** Bajo un escenario muy favorable, el resultado operativo podría alcanzar los **USD 112.144,08**.
- **Valor mínimo:** En un escenario poco favorable, el resultado operativo podría descender hasta los **USD 59.011,97**.
- **Asimetría:** indica si la distribución de los resultados se inclina hacia la derecha o hacia la izquierda. En este caso, el valor de **-0,2266** indica una leve inclinación hacia la izquierda, es decir, una ligera tendencia a obtener resultados menores a la media, aunque sin gran impacto.
- **Curtosis:** mide si la forma de la distribución se parece a una curva normal o si es más o menos empinada. En este caso, la curtosis es **0,2790**, lo que indica que la distribución es muy similar a la normal, con una concentración moderada alrededor de la media y sin muchos valores extremos.
- **Percentil 25%:** El 25% de los resultados simulados se ubicó por debajo de USD 88.475,21, lo que sirve como referencia para escenarios conservadores.
- **Percentil 75%:** El 75% de los resultados se ubicó por debajo de **USD 97.472,46**, lo que indica que solo un 25% de los resultados superaron ese valor, útil para estimar escenarios optimistas.
- **Error al 95% de confianza:** El margen de error fue de apenas **0,1983%**, lo que demuestra una alta precisión en la estimación del valor medio del resultado operativo.

#### Reporte de simulación:

En este reporte se presentan las variables que forman parte del modelo, detallando las distribuciones asignadas a cada una, las cuales fueron establecidas en función de supuestos previos. Esto permite comprender cómo se modelaron las incertidumbres y su impacto en los resultados obtenidos.

Imagen N° 19: “Reporte de simulación”



Fuente: Risk Simulator

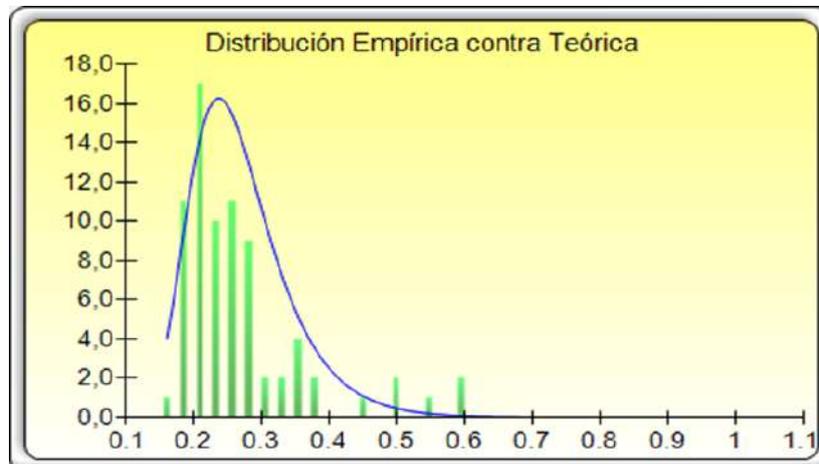
Por otro lado, se recurrió a información histórica para representar el comportamiento de algunas variables. Para el consumo de litros de combustible por tonelada, se asigna una distribución normal como modelo representativo. En relación con los costos de mano de obra de los maquinistas, se adopta una distribución Gumbel máxima para reflejar la probabilidad de ocurrencia de valores extremos.

Tabla N° 2: “Datos históricos de CV de Mano de obra”

Mes	Interno	Toneladas	CV Maquinista por TN	Mes	Interno	Toneladas	CV Maquinista por TN
Marzo	69	325,26	USD 0,19	Junio	73	1264,38	USD 0,24
Marzo	73	719,94	USD 0,16	Julio	57	1687,53	USD 0,29
Marzo	64	182,52	USD 0,46	Julio	69	1220,31	USD 0,30
Marzo	64	717,21	USD 0,19	Julio	64	2605,98	USD 0,27
Marzo	66	1097,07	USD 0,19	Julio	66	1959,75	USD 0,26
Marzo	73	915,72	USD 0,19	Julio	73	2577,51	USD 0,21
Abril	64	258,57	USD 0,60	Julio	54	1934,79	USD 0,30
Abril	66	866,97	USD 0,19	Julio	57	1594,32	USD 0,28
Abril	73	121,29	USD 0,19	Julio	66	2259,66	USD 0,24
Abril	57	907,92	USD 0,30	Julio	69	1602,51	USD 0,22
Abril	61	600,6	USD 0,25	Julio	73	1875,12	USD 0,22
Abril	64	1888,77	USD 0,21	Agosto	69	1181,7	USD 0,25
Abril	66	1437,93	USD 0,24	Agosto	54	1338,48	USD 0,28
Abril	70	928,2	USD 0,35	Agosto	54	267,15	USD 0,21
Abril	73	2014,74	USD 0,23	Agosto	61	2243,67	USD 0,27
Mayo	57	1447,68	USD 0,21	Agosto	66	1183,65	USD 0,38
Mayo	64	1639,56	USD 0,24	Agosto	70	358,41	USD 0,21
Mayo	66	1209,39	USD 0,26	Agosto	73	2431,65	USD 0,21
Mayo	69	1033,11	USD 0,25	Agosto	46	116,22	USD 0,21
Mayo	70	594,36	USD 0,37	Agosto	46	1135,29	USD 0,29
Mayo	70	375,57	USD 0,18	Agosto	65	1183,65	USD 0,33
Mayo	73	968,76	USD 0,21	Agosto	54	1592,37	USD 0,30
Mayo	57	1888,38	USD 0,26	Agosto	61	630,63	USD 0,64
Mayo	66	2123,16	USD 0,30	Agosto	65	925,86	USD 0,21
Mayo	69	1198,47	USD 0,25	Agosto	66	491,4	USD 0,51
Mayo	70	726,18	USD 0,40	Agosto		1958,58	USD 0,25
Mayo	73	2003,04	USD 0,22	Septiembre	46	2361,84	USD 0,26
Mayo	76	1504,23	USD 0,21	Septiembre	73	1542,84	USD 0,24
Junio	57	2469,87	USD 0,26	Septiembre	54	179,79	USD 0,57
Junio	57	1134,51	USD 0,23	Septiembre	69	460,2	USD 0,31
Junio	66	1988,22	USD 0,35	Septiembre	73	710,97	USD 0,30
Junio	69	1158,3	USD 0,26	Septiembre	65	481,65	USD 0,21
Junio	70	874,77	USD 0,35	Septiembre	46	937,56	USD 0,21
Junio	73	1325,22	USD 0,27	Septiembre	70	80,73	USD 0,21
Junio	57	1210,95	USD 0,23	Septiembre	66	1268,28	USD 0,29
Junio	64	1622,4	USD 0,27	Septiembre	54	564,33	USD 0,36
Junio	66	1506,18	USD 0,19	Septiembre	70	84,63	USD 0,60
Junio	69	2178,54	USD 0,22	Septiembre	70	251,55	USD 0,50

Fuente: Elaboración propia

Imagen N° 20: “Distribución ajustada, Gumbel Máxima (CV de MO)”



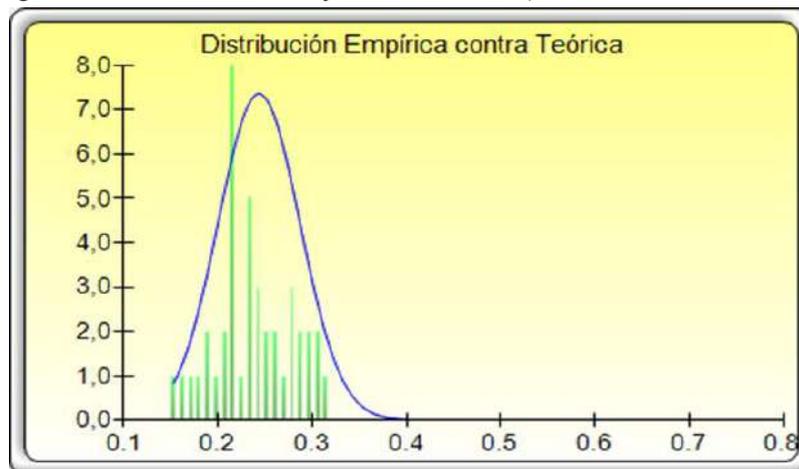
Fuente: Risk Simulator

**Tabla N° 3: “Datos históricos de CV de litros de combustible por toneladas cargadas”**

Mes	Interno	Litros Utilizados	Toneladas cargadas	Litros / Toneladas	Mes	Interno	Litros Utilizados	Toneladas cargadas	Litros / Toneladas
Marzo	73	544	1941,81	0,28	Julio	73	981	4465,5	0,22
Marzo	66	431	1422,33	0,30	Julio	70	377	1391,13	0,27
Marzo	64	218	861,9	0,25	Julio	69	566	2556,06	0,22
Abril	73	609	2493,27	0,24	Julio	66	1225	4219,41	0,29
Abril	70	581	1834,17	0,32	Julio	65	145	485,94	0,30
Abril	69	60	250	0,24	Julio	64	936	4057,17	0,23
Abril	66	618	2304,9	0,27	Julio	61	50	327,6	0,15
Abril	64	612	2551,77	0,24	Julio	57	730	3301,74	0,22
Abril	61	145	464,1	0,31	Agosto	73	1102	4543,89	0,24
Abril	57	709	2541,24	0,28	Agosto	69	425	1455,87	0,29
Mayo	73	773	2971,8	0,26	Agosto	65	405	1317,03	0,31
Mayo	69	472	2231,58	0,21	Agosto	61	679	2874,3	0,24
Mayo	64	629	3266,64	0,19	Agosto	54	592	2261,61	0,26
Mayo	62	298	897,39	0,33	Agosto	46	202	1187,76	0,17
Mayo	57	216	966,03	0,22	Septiembre	73	438	2256,93	0,19
Junio	76	139	575,64	0,24	Septiembre	70	361	1929,72	0,19
Junio	73	640	2589,6	0,25	Septiembre	66	213	1062,36	0,20
Junio	70	506	1814,67	0,28	Septiembre	65	251	1151,67	0,22
Junio	69	555	2499,9	0,22	Septiembre	63	40	229,32	0,17
Junio	66	780	3494,4	0,22	Septiembre	54	235	1005,03	0,23
Junio	64	642	2901,21	0,22	Septiembre	46	340	1024,92	0,33
Junio	57	1110	5211,57	0,21					

Fuente: Elaboración propia

**Imagen N° 21: “Distribución ajustada, Normal (CV litros combustible/TN)”**



Fuente: Risk Simulator

**Análisis de sensibilidad:**

**Imagen N° 22: “Correlación entre las variables”**



Fuente: Risk Simulator

Este gráfico de correlación expone el grado de asociación entre cada variable y el resultado final del modelo.

- **Toneladas cargadas:** presenta una alta correlación positiva (0,76%). Esto significa que, a mayor cantidad de toneladas cargadas, mayor será el resultado operativo. Es una variable clave para mejorar el desempeño del sistema.
- **Costo variable de mano de obra:** tiene una **correlación negativa moderada (-0,54)**. Es decir, si el costo variable de la mano de obra aumenta, el resultado operativo tiende a disminuir. Esta relación es importante porque muestra que los costos laborales impactan directamente en los márgenes.
- **Costo fijo por roturas:** presenta una **correlación negativa baja (0,23)**. Las roturas afectan negativamente el resultado, pero su impacto es más limitado comparado con las otras variables.

*Imagen N° 23: “Porcentaje de variación explicado”*



*Fuente: Risk Simulator*

En este gráfico sobre el porcentaje de variación, se observa el nivel de influencia que cada variable ejerce sobre la variabilidad del resultado:

- **Toneladas cargadas (58,39%):** Es la variable que más explica la variación en el resultado. Su impacto es significativo, por lo que cualquier cambio en la cantidad de toneladas cargadas repercute fuertemente en los resultados.
- **Costo variable de mano de obra: (29,14%):** tiene un impacto considerable, aunque menor que el de las toneladas cargadas. Esto sugiere que es una variable sensible que también debe ser controlada.
- **Costo fijo por roturas (5,52%):** tiene una influencia baja. Si bien afecta el resultado, su peso en la variación total es mucho menor que el de las otras variables.



## Análisis de escenarios

Imagen N° 24: “Tabla de análisis de escenarios”

TABLA DE ANÁLISIS DE ESCENARIOS									
Variable del Salida:	\$J\$9	Valor Despreciable Inicial:	125.773,39						
Variable de la Columna	SES18	Mínimo:	0,2	Máximo:	0,5	Pasos: ---	Tamaño: 0,1	Valor Despreciable Inicial:	0,28
Variable de la Fila:	SES14	Mínimo:	50000	Máximo:	60000	Pasos: ---	Tamaño: 2000	Valor Despreciable Inicial:	56.132,59
	0,20	0,30	0,40	0,50					
50.000,00	114.699,00	109.699,00	104.699,00	99.699,00					
52.000,00	119.799,00	114.599,00	109.399,00	104.199,00					
54.000,00	124.899,00	119.499,00	114.099,00	108.699,00					
56.000,00	129.999,00	124.399,00	118.799,00	113.199,00					
58.000,00	135.099,00	129.299,00	123.499,00	117.699,00					
60.000,00	140.199,00	134.199,00	128.199,00	122.199,00					

Fuente: Risk Simulator

El análisis contempla la interacción entre dos variables: la cantidad de toneladas cargadas (Q Tn) y el costo variable de mano de obra por tonelada (CV Mano de obra/Tn). La cantidad de toneladas cargadas varía entre 50.000 y 60.000, en incrementos de 2.000, mientras que el CV Mano de obra oscila entre 0,20 y 0,50 USD/Tn, con incrementos de 0,10.

Si bien ambas variables tienen un valor estimado o esperado en el modelo (56.132 Tn para la cantidad cargada y 0,28 USD/Tn para el costo variable de mano de obra), se exploran diferentes escenarios que permiten evaluar cómo se modifica el resultado operativo al alterar una u otra, manteniéndose constante el resto de los parámetros del modelo.

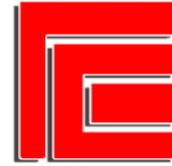
De los resultados obtenidos se destaca que, en general, el modelo tiende a preservar un resultado operativo por encima de los 100.000 USD. Sin embargo, existe una excepción: cuando la producción cae al mínimo analizado (50.000 Tn) y simultáneamente el CV de la Mano de obra alcanza su valor máximo (0,50 USD/Tn), el resultado operativo disminuye a un valor inferior a los 100.000 USD. Esta combinación representa el escenario de mayor riesgo económico, debido al impacto negativo conjunto de menor volumen y mayor costo variable.

## Recomendaciones

Se sugiere implementar un formato único y organizado para cargar los datos operativos (como las toneladas cargadas, el consumo de combustible y los costos), ya que esto facilita mucho el análisis posterior. Tener los datos ordenados y homogéneos mejora la calidad de los modelos cuantitativos y además ahorra tiempo en el momento de revisar o corregir información. Resaltar los movimientos que por análisis posterior hayan verificado un mayor consumo de combustible, por desvíos como pueden ser el movimiento de bins vacíos o posibles pérdidas por sustracciones. Esto permitirá contar con datos que reflejen más fielmente la relación combustible / toneladas cargadas y facilitará la carga de datos en el uso cotidiano de las herramientas de análisis.

Es importante que los responsables de tomar decisiones se familiaricen con el uso de programas como QM for Windows o Risk Simulator. Incorporar estas herramientas al trabajo diario de gestión puede mejorar notablemente el análisis y la planificación en la empresa.

Teniendo en cuenta que el contexto agrícola cambia constantemente, sería recomendable repetir este tipo de análisis antes de cada campaña. Así se podrían ajustar mejor las proyecciones a la realidad del mercado y a las condiciones operativas del momento.



Por último, la metodología que se aplicó en este trabajo puede ser usada también en otros servicios que brinda la empresa. Esto ayudaría a detectar oportunidades de mejora, tanto en lo operativo como en lo económico, en las distintas áreas del negocio.

## Conclusiones

A lo largo de este trabajo, el uso de modelos de pronóstico y simulación le permitió a la empresa TM Roldán SRL anticiparse y tener una visión más clara y concreta sobre los resultados económicos de su campaña citrícola. Esto fue clave para poder tomar decisiones estratégicas con mayor fundamento. El análisis realizado mostró que las variables que más influyen en el resultado operativo son el precio por tonelada y el volumen total de carga.

También quedó demostrado que las herramientas cuantitativas son muy útiles para enfrentar contextos de incertidumbre, evaluar posibles riesgos y mejorar la forma en que se distribuyen los recursos disponibles. De todas formas, para que estos modelos funcionen bien, es fundamental contar con datos confiables y organizados, lo que deja en evidencia la importancia de mejorar los procesos de recopilación y manejo de la información.

En resumen, este trabajo refleja que aplicar métodos cuantitativos en la gestión de empresas no solo es posible, sino que es cada vez más necesario si se busca mejorar la eficiencia operativa y asegurar la sostenibilidad económica a futuro.

## Referencias

- Barry Render, Ralph M. Stair, JR. Michael E. Hanna, Trevor S. Hale (2016). Métodos Cuantitativos para los Negocios. 12va Edición. Pearson.
- Render B., Stair R Jr., Hanna M. E. (2012). Métodos cuantitativos para los negocios. Undécima edición. Pearson.
- Wei, C.-L., Wang, Y.-M., Lin, H.-H., Wang, Y.-S., & Huang, J.-L. (2022). Developing and validating a business simulation systems success model in the context of management education.
- Wooldridge, J. M. (2020). Introducción a la econometría: un enfoque moderno (7th ed.).