



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SALTA

Facultad de Ingeniería
Proyecto de Grado

*Aplicación de minería de datos en el
proceso de precurado de neumáticos
para la empresa "San José
Precurados"*

Autores
Latini, Gianluca
Rivero, Martín Abel

2021

Título:

Ingeniero en Informática

Profesor guía:

Nombre: Lic. Carolina Cardozo

Firma: _____

Tribunal evaluador:

Nombre: _____

Firma: _____

Nombre: _____

Firma: _____

Nombre: _____

Firma: _____

Alumnos:

Nombre: Latini, Gianluca

Firma: _____

Nombre: Rivero, Martín Abel

Firma: _____

Fecha de exposición: ____/____/____

Índice

1. Introducción.....	11
2. Definición del problema	12
2.1. Identificación del problema	12
2.2. Sistematización del problema	12
2.3. Objetivos.....	12
2.3.1. <i>Objetivo general</i>	12
2.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	13
2.4. Alcance	13
2.4.1. <i>Alcance individual</i>	13
2.5. Pasos a realizar para la resolución del problema.	14
2.6. Factores críticos de éxito	14
3. Estado de la cuestión	17
3.1. Breve repaso de MRP Y ERP	17
3.2. Los sistemas actuales y los datos	18
3.3. Importancia de los recursos empresariales	19
3.4. Gestión de stock.....	19
3.4.1. <i>Sistema de gestión Just in Time</i>	20
3.5. Utilización de minería datos para la gestión de <i>stock</i>	22
4. Marco teórico	24
4.1. Metodología	24
4.1.1. <i>CRISP-DM</i>	24
4.1.2. <i>Modelo en espiral</i>	26
4.2. Selección de la técnica de minería de datos.....	29
4.3. Modelo de Regresión Lineal.....	30
4.4. Series de tiempo.....	31
4.4.1. <i>Suavizamiento exponencial</i>	32
4.4.2. <i>Modelo ARIMA</i>	33

4.4.3.	<i>Criterios de Información</i>	35
4.5.	Errores de medición	36
4.5.1.	<i>Suma acumulada de errores de pronóstico (CFE)</i>	36
4.5.2.	<i>Desviación absoluta media (MAD)</i>	37
4.5.3.	<i>Señal de rastreo</i>	37
5.	Solución propuesta	38
5.1.	Lista de actividades del proyecto	38
5.1.1.	<i>Aplicación de minería de datos mediante CRISP-DM</i>	38
5.1.2.	<i>Desarrollo del prototipo</i>	42
5.2.	Recurso Humano	47
5.3.	Gestión del tiempo del proyecto	48
5.3.1.	<i>Aplicación de minería de datos</i>	48
5.3.2.	<i>Desarrollo del prototipo</i>	52
5.4.	Alternativas tecnológicas	55
5.4.1.	<i>Sistemas operativos</i>	55
5.4.2.	<i>Herramientas de minería de datos</i>	57
5.4.3.	<i>Lenguaje de programación</i>	60
5.4.4.	<i>Editores de código</i>	63
5.4.5.	<i>Repositorios</i>	64
5.4.6.	<i>Bases de datos</i>	65
5.5.	Gestión de los costos del proyecto	67
5.5.1.	<i>Recursos humanos</i>	67
5.5.2.	<i>Recursos software</i>	67
5.5.3.	<i>Recursos tecnológicos</i>	68
5.5.4.	<i>Costo de implementación</i>	68
5.5.5.	<i>Papelería</i>	69
5.5.6.	<i>Costo total del proyecto</i>	69
5.6.	Gestión de los recursos humanos del proyecto	70

5.7.	Gestión de los riesgos del proyecto	71
5.8.	Análisis de factibilidad	73
5.8.1.	<i>Factibilidad técnica</i>	73
5.8.2.	<i>Factibilidad operativa</i>	73
5.8.3.	<i>Factibilidad legal</i>	73
5.8.4.	<i>Factibilidad ambiental</i>	73
5.8.5.	<i>Factibilidad económica</i>	74
6.	Desarrollo de la solución	78
6.1.	Aplicación de minería de datos	78
6.1.1.	<i>Comprensión del negocio</i>	78
6.1.2.	<i>Comprensión de los datos</i>	80
6.1.3.	<i>Preparación de los datos</i>	81
6.1.4.	<i>Modelización</i>	86
6.1.5.	<i>Evaluación</i>	95
6.1.6.	<i>Implementación</i>	104
6.2.	Desarrollo del prototipo	105
6.2.1.	<i>Vistas</i>	106
6.2.2.	<i>Controladores</i>	111
6.2.3.	<i>Modelo</i>	112
6.2.4.	<i>Base de datos</i>	114
6.2.5.	<i>Resguardo de la información</i>	118
7.	Conclusiones	121
7.1.	Futuras líneas de investigación	123
8.	Bibliografía	124
9.	Anexos	129

Índice de imágenes

Figura 1: Proceso de descubrimiento del conocimiento.....	18
Figura 2: Metodología CRISP-DM	24
Figura 3: Metodología de desarrollo en espiral	27
Figura 4: Gráfica de las actividades de minería de datos (EDT/WBS).....	45
Figura 5: Gráfica de las actividades de desarrollo del prototipo (EDT/WBS).....	46
Figura 6.1: Cronograma de aplicación de minería de datos (Primera parte).....	50
Figura 6.2: Cronograma de aplicación de minería de datos (Segunda parte).....	51
Figura 7.1: Cronograma de desarrollo de prototipo (Primera parte)	53
Figura 7.2: Cronograma de desarrollo de prototipo (Segunda parte)	54
Figura 8.1: Actividades del proceso de precurado (Primera parte)	79
Figura 8.2: Actividades del proceso de precurado (Segunda parte).....	80
Figura 9: Ejemplo de archivo Excel con salidas utilizadas en el modelo de predicción	83
Figura 10: Limpieza de datos para aplicar series de tiempo.....	85
Figura 11: Resultados del proceso de limpieza de datos	85
Figura 12: Obtención valores PDQ para series de tiempo	87
Figura 13: Guardado de valores PDQ	88
Figura 14: Proceso ARIMA.....	89
Figura 15: Subproceso ARIMA.....	89
Figura 16: Múltiple ARIMA	90
Figura 17: Subproceso Múltiple ARIMA.....	90
Figura 18: Ejemplo resultados múltiple ARIMA	91
Figura 19: Ejemplo grafica predicción salidas	92
Figura 20: Gráfica de salidas reales versus salidas predichas	99
Figura 21: Porcentaje de tipos de errores	100
Figura 22: Porcentaje de valores aceptables.....	100

Figura 23: Porcentaje de desviación absoluta media aceptable.....	102
Figura 24: Vista: Inicio.....	106
Figura 25: Vista: Consultar producto	106
Figura 26: Vista: Registrar producto	107
Figura 27: Vista: Modificar producto	107
Figura 28: Vista: Consultar stock crítico	108
Figura 29: Vista: Consultar predicciones	108
Figura 30: Vista: Actualizar modelo	109
Figura 31: Vista: Consultar entrada.....	109
Figura 32: Vista: Registrar entrada.....	110
Figura 33: Vista: Consultar salida	110
Figura 34: Vista: Registrar salida	111
Figura 35: Diagrama arquitectónico del prototipo	113
Figura 36: Diagrama entidad-relación de la base de datos.....	116
Figura 37: Tarea programada de base de datos	117
Figura 38: Lógica de inserción de la tarea programada.....	117
Figura 39: Recurrencia de la tarea programada.....	118
Figura 40: Tarea programada de backup	119
Figura 41: Lógica de backup	119
Figura 42: Recurrencia del backup	120

Índice de tablas

Tabla 1: Factores críticos de éxito.....	14
Tabla 2: Descripción del indicador porcentaje de precisión mayor o igual al 80%	15
Tabla 3: Descripción del indicador porcentaje de señal de rastreo aceptable	15
Tabla 4: Descripción del indicador porcentaje de desviación absoluta media aceptable	15
Tabla 5: Descripción del indicador disponibilidad del sistema.....	16
Tabla 6: Descripción del indicador porcentaje de información actualizada de salidas	16
Tabla 7: Lista de actividades y cronograma de predicción del stock óptimo.....	49
Tabla 8: Lista de actividades y cronograma de desarrollo del prototipo aplicativo	52
Tabla 9: Costos del recurso humano.....	67
Tabla 10: Costos del recurso software.....	67
Tabla 11: Costos del recurso tecnológico.....	68
Tabla 12: Costos de implementación	68
Tabla 13: Costos de papelería.....	69
Tabla 14: Costo total del proyecto.....	69
Tabla 15: Gestión del recurso humano del proyecto	70
Tabla 16: Gestión de los riesgos del proyecto	72
Tabla 17: Estudio de factibilidad económica	75
Tabla 18: Productos agrupados por semanas.....	82
Tabla 19: Valores de predicción ARIMA	94
Tabla 20: Errores de pronóstico.....	97
Tabla 21: Métricas de error	102

Abstract

En el presente trabajo se estudia como la organización “San José Precurados” realiza la gestión de su *stock* con el cual responde a las fluctuaciones de la demanda; y como una buena gestión de este puede generar beneficios tanto económicos como también mejoras en las formas de trabajar y garantizar la calidad del trabajo realizado, de los productos utilizados en el proceso productivo y de los servicios prestados.

Por ello, el proyecto tiene por objeto aplicar minería de datos, para así predecir el *stock* óptimo de material de dicha organización, demostrando que la utilización de estas técnicas y herramientas pueden significar una alternativa confiable para las organizaciones a la hora de gestionar el *stock*.

Por otro lado, se desarrolló un prototipo funcional que incluye los modelos generados de la aplicación de minería de datos, que cual permitió implementar en la organización procesos predictivos.

Para llevar a cabo el proyecto, se utilizó la herramienta Rapidminer para la aplicación del proceso de minería de datos, y para el desarrollo del prototipo se utilizó el lenguaje de programación C#, el *framework* Angular y el sistema de base de datos Microsoft SQL Server.

1. Introducción

La gestión del stock se compone de todos los procedimientos y tareas involucradas a la hora de la adquisición, recepción, ordenamiento, mantenimiento y disposición final de las existencias de la organización.

Las organizaciones llevan a cabo una gestión de su stock con el objetivo de contar con existencias para hacer frente a los requerimientos de los clientes. Muchas veces es difícil definir la cantidad de existencias con las que se deben contar específicamente ya que las mismas se utilizan/venden de forma incierta ante fluctuaciones en la demanda (Algevasa LOGISTICS, 2015).

El objeto de estudio del presente trabajo fue la empresa “San José Precurados”; una PyME situada en el parque industrial de la Ciudad de Salta, cuya actividad es brindar servicios de precurado de neumáticos a vehículos pesados.

El proceso de precurado consiste en la recuperación estructural de neumáticos para su reutilización. En cada etapa del proceso se requiere de distintos insumos, los cuales forman parte del neumático a reconstruir, por lo que se requiere que dichos insumos se encuentren a disposición al momento de ser requeridos.

Dada la situación actual de país, muchas empresas de transporte recurren a este proceso que permite extender la vida útil de los neumáticos, sin la necesidad de tener que recurrir a la compra de nuevos neumáticos en el corto plazo.

Debido al costo que significa la compra de nuevos insumos, conocer la cantidad que conviene comprar periódicamente, permitirá a la organización una reducción de su estructura de costos, mediante la aplicación del sistema de gestión de inventarios *Just in Time*.

Puntualmente en este trabajo, se colabora con la organización en la implementación de JIT mediante la predicción de la demanda, lo que será el punto de partida para la planificación de este sistema.

En consecuencia, se llevó a cabo la utilización de un proceso de minería de datos para, en base a información respecto de los materiales utilizados en el proceso de precurado, obtener un modelo que permite predecir la cantidad óptima de *stock*.

A su vez, se procedió a desarrollar un prototipo funcional que permite la implantación de modelos de predicción dentro de la organización.

2. Definición del problema

Tema: “Aplicación de minería de datos en el proceso de precurado de neumáticos con el fin de predecir la cantidad óptima de materiales de la empresa “San José Precurados”.”

2.1. Identificación del problema

Debido a la alta competitividad existente en la industria actualmente es necesario para la empresa “San José Precurados” poder reducir su estructura de costos con el fin de incrementar su margen de contribución de ganancias, mediante la identificación de la cantidad óptima de *stock* de los productos utilizados en el proceso de precurado de neumáticos.

2.2. Sistematización del problema

- ¿Cada cuánto tiempo se realiza un pedido de materiales?
- A la hora de realizar un pedido, ¿Qué cantidad de materiales se piden?
- ¿Cuánto tiempo demora, en promedio, en llegar un pedido de materiales?
- ¿Cuántas veces se realiza el proceso de precurado de neumáticos dentro de un tiempo determinado?
- ¿Cuál es la posición del inventario en la cual se debe colocar un nuevo pedido de materiales?

2.3. Objetivos

Para llevar a cabo el proyecto se definieron tanto un objetivo general como objetivos específicos, que se detallan a continuación.

2.3.1. Objetivo general

- Desarrollar un modelo que permita predecir de manera confiable, cual es el *stock* óptimo de materiales involucrados en el proceso de precurado de neumáticos.

2.3.2. Objetivos específicos

- Describir la situación actual de la organización y la información relativa a materiales de trabajo utilizados durante el proceso de precurado.
- Implementar minería de datos para la predicción de los niveles adecuados de *stock*.
- Desarrollar un prototipo que complemente la implantación de los modelos de predicción, y que permita la consulta y visualización de los resultados.

2.4. Alcance

- El prototipo a realizar contemplará los datos asociados al *stock* utilizado en el proceso productivo de la empresa "San José Precurados".
- El estudio se realizará solo sobre aquellos artículos que cuenten con una cantidad mínima de ocurrencias, dentro del periodo de estudio, el cual está comprendido entre Agosto y Diciembre del 2020.
- El prototipo permitirá el almacenamiento de datos de entradas, salidas y productos, a su vez la consulta y registración de nuevas predicciones.

2.4.1. Alcance individual

El trabajo se divide en dos grandes etapas, la primera sería la obtención del modelo de predicción, mientras que la segunda sería el desarrollo del prototipo para implementar el modelo previamente obtenido.

- Para la obtención del modelo de predicción, en primer lugar, se determinarán los objetivos y se realizará en conjunto entre los alumnos Latini Gianluca y Rivero Martín. Posteriormente, Latini se encargará de la obtención y recolección inicial de los datos, para su posterior comprensión en conjunto con Rivero. Seguido a esto, Latini se enfocará en el proceso de limpieza de los datos, mientras que Rivero realizará la creación de la base de datos. Luego entre ambos, se dedicarán a obtener el modelo y evaluar su efectividad. Finalmente, Latini almacenará los resultados en la base de datos.
- Para el desarrollo del prototipo, habiendo validado la efectividad del modelo, Rivero comenzará el desarrollo del *backend*, puntualmente con la conexión a la base de datos y la creación de un servicio para resolver las peticiones que puedan venir de los diferentes controladores. Habiendo terminado esto, ambos alumnos se enfocarán en la creación de los controladores y de las vistas del *frontend*, mientras en paralelo, cada

alumno probara los componentes desarrollados por el otro alumno para validar su correcto funcionamiento.

2.5. Pasos a realizar para la resolución del problema.

Para la realización de este proyecto fue necesario realizar una serie de tareas, a saber:

- Carga de datos manual de movimientos de material desde planillas impresas a un archivo Excel que será sometido a análisis y alimentará al modelo de predicción.
- Creación de un modelo de predicción del movimiento de material, que trabaje con aquellos productos que resulten interesantes para ser analizados, cumpliendo con una condición de registrar por lo menos 11 movimientos, dentro del rango de tiempo definido para el estudio.
- Evaluación de los resultados obtenidos en el modelo de predicción contra aquellos reales que se produjeron en un momento determinado del tiempo para determinar la precisión del modelo.
- Desarrollo de un prototipo funcional que permita implantar el modelo y presentar los resultados obtenidos a la organización.

2.6. Factores críticos de éxito

Factor Crítico de éxito	Indicadores
Desarrollo de modelo de predicción para salidas de insumos	1. Porcentaje de precisión mayor o igual al 80% 2. Porcentaje de señal de rastreo mayor o igual al 80% 3. Porcentaje de desviación absoluta media mayor o igual al 80%
Desarrollo de prototipo que presente los resultados predictivos	4. Disponibilidad del sistema
Disposición de información relativa a salidas de material en un periodo de tiempo determinado	5. Porcentaje de información actualizada de salidas

Tabla 1: Factores críticos de éxito

Número	1	
Indicador	Porcentaje de precisión mayor o igual al 80%	
Objetivo	Determinar el porcentaje de aciertos del modelo predictivo, lo cual determinara la confiabilidad de sus resultados.	
Valoración	Evaluación	Interpretación
	[0% - 39%]	No aceptable
	[40% - 59%]	Aceptable
	[60% - 79%]	Bueno
	[80% - 89%]	Muy bueno
	[90% - 100%]	Excelente

Tabla 2: Descripción del indicador porcentaje de precisión mayor o igual al 80%

Número	2	
Indicador	Porcentaje de señal de rastreo aceptable mayor o igual al 80%	
Objetivo	Determinar el porcentaje de error en los pronósticos que se considera aceptable	
Valoración	Evaluación	Interpretación
	[0% - 39%]	No aceptable
	[40% - 59%]	Aceptable
	[60% - 79%]	Bueno
	[80% - 89%]	Muy bueno
	[90% - 100%]	Excelente

Tabla 3: Descripción del indicador porcentaje de señal de rastreo aceptable

Número	3	
Indicador	Porcentaje desviación absoluta media aceptable mayor o igual al 80%	
Objetivo	Determinar el porcentaje de error en los pronósticos que se considera aceptable	
Valoración	Evaluación	Interpretación
	[0% - 39%]	No aceptable
	[40% - 59%]	Aceptable
	[60% - 79%]	Bueno
	[80% - 89%]	Muy bueno
	[90% - 100%]	Excelente

Tabla 4: Descripción del indicador porcentaje de desviación absoluta media aceptable

Número	4	
Indicador	Disponibilidad del sistema	
Objetivo	Determinar el porcentaje en el cual el sistema se encuentra disponible para el usuario	
Valoración	Evaluación	Interpretación
	[0% - 39%]	No aceptable
	[40% - 59%]	Aceptable
	[60% - 79%]	Bueno
	[80% - 89%]	Muy bueno
	[90% - 100%]	Excelente

Tabla 5: Descripción del indicador disponibilidad del sistema

Número	5	
Indicador	Porcentaje de información actualizada de salidas	
Objetivo	Determinar el porcentaje de información actualizada disponible para el análisis de datos. Conocer la disponibilidad de información actualizada necesaria para realizar un análisis preciso que genere resultados acertados.	
Valoración	Evaluación	Interpretación
	[0% - 39%]	No aceptable
	[40% - 59%]	Aceptable
	[60% - 79%]	Bueno
	[80% - 89%]	Muy bueno
	[90% - 100%]	Excelente

Tabla 6: Descripción del indicador porcentaje de información actualizada de salidas

3. Estado de la cuestión

A continuación, se desarrollan los antecedentes relacionados con la administración del *stock* y la aplicación de minería de datos.

3.1. Breve repaso de MRP Y ERP

En la actualidad, existen sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP) los cuales abarcan una gran cantidad de funciones administrativas, entre esas la gestión de inventarios.

Su origen se remonta a más de 100 años. En 1913, el ingeniero Ford Whitman Harris desarrolló lo que se conoció como el modelo de cantidad económica de pedido (EOQ, por sus siglas en inglés), un sistema de fabricación basado en papel para la programación de la producción. Durante décadas, este modelo fue el estándar para la fabricación.

EOQ siguió siendo el estándar de fabricación hasta que se desarrolló la planificación de requerimientos de material (MRP). MRP ofrecía módulos tales como un componente de arquitectura de software clave y componentes de fabricación centrales integrados que incluían la compra, la lista de materiales, la planificación y la administración de contrato. Por primera vez, se integraron distintas tareas de fabricación en un sistema común.

MRP también ofrecía una buena visión sobre cómo se podía aprovechar el software para compartir e integrar los datos de la empresa y fomentar la eficacia operativa mediante una mejor planificación de la producción, un inventario reducido y menos desperdicios.

A medida que la tecnología informática evolucionaba en las décadas de 1970 y 1980, se desarrollaron conceptos similares a los de MRP para administrar las actividades comerciales más allá de la fabricación. Se incorporaron datos sobre la actividad financiera, la administración de las relaciones con los clientes y los recursos humanos. En 1990, los analistas de tecnología le habían puesto un nombre a esta nueva categoría de software de administración comercial: planificación de recursos empresariales (ERP) (Blog Quonext, 2014).

3.2. Los sistemas actuales y los datos

Los sistemas computarizados modernos generan y acumulan datos a un ritmo inimaginable y desde una amplia variedad de fuentes. Estos datos contienen en su interior conocimiento que puede ser crítico para el crecimiento de la compañía o para su declive.

Sin embargo, los enormes volúmenes de los datos involucrados significan que la mayoría de estos están simplemente almacenados, nunca han sido analizados o no más allá de un análisis superficial.

El descubrimiento del conocimiento es el proceso que Bramer define como: "*una extracción no trivial de información implícita, previamente desconocida y potencialmente útil, proveniente de los datos*" (Bramer, 2016).

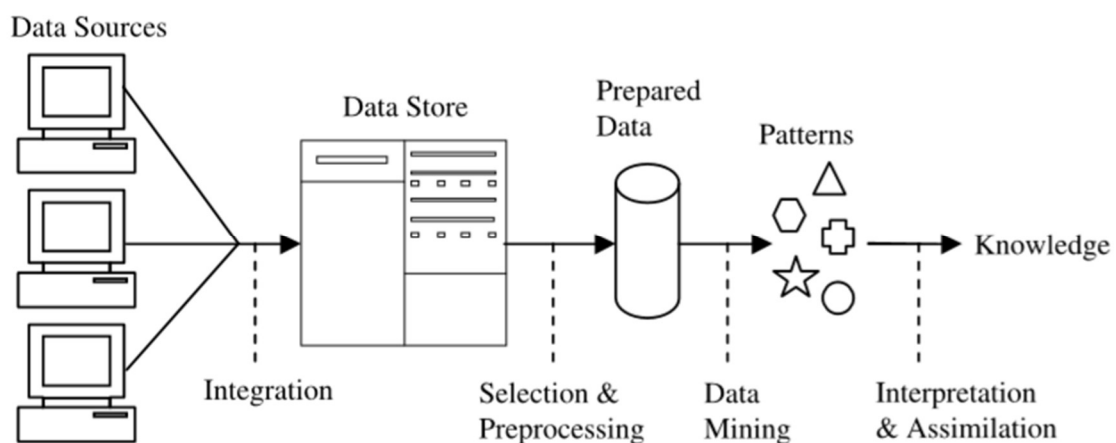


Figura 1: Proceso de descubrimiento del conocimiento (Bramer, 2016)

Los datos provienen, posiblemente, de diferentes fuentes. Cada una de estas fuentes puede manejar tipos de datos completamente diferentes entre ellas. El primer paso del proceso de descubrimiento de conocimiento consiste en integrar todas estas fuentes de datos y ubicarlas en un único almacén común de datos o repositorio.

Luego, parte de esos datos son tomados y “preprocesados”, es decir, se los convierte en un formato que se define como estándar para el proceso que se va a realizar.

Estos datos “preparados” son luego incluidos en un algoritmo de minería de datos, el cual produce una salida en forma de reglas o de patrones. El tipo de algoritmo a utilizar y las salidas obtenidas dependen en gran medida del tipo de datos que estamos utilizando y del análisis en cuestión a realizar.

Por último, estos resultados deben ser interpretados para poder obtener así un conocimiento nuevo y potencialmente útil (Bramer, 2016).

3.3. Importancia de los recursos empresariales

Los recursos de cada empresa son críticos desde la perspectiva estratégica, ya que ellos determinan lo que la empresa puede hacer, y no lo que ésta quiere hacer. Cada empresa se diferencia de las demás por el conjunto propio de recursos y capacidades que ha acumulado a lo largo del tiempo.

Debido a que los recursos son escasos y difícilmente imitables o sustituibles, las diferencias entre las empresas perduran en el tiempo. Las diferencias de recursos y capacidades entre empresas se verán reflejadas también en su diferente valor para competir en diferentes mercados. En consecuencia, aquellas empresas que posean los recursos y capacidades más adecuados para competir en una determinada industria obtendrán una clara ventaja competitiva.

Lo importante, más que la mera posesión de los recursos es conocer la forma en que la empresa es capaz de combinar y explotar de forma conjunta y complementaria dichos recursos de diferente naturaleza a través de la organización, lo que determina sus capacidades o competencias. Se debe diferenciar por tanto entre la posesión de un activo y la capacidad de utilizar de forma efectiva los servicios que este recurso puede prestar.

3.4. Gestión de stock

El *stock*, o inventario es definido por Algevsa (Algevsa LOGISTICS, 2015) como “*el conjunto de existencias de un determinado producto o mercancía que hay almacenado en un determinado lugar, en espera de su utilización posterior*”.

En definitiva, se refiere a las mercancías o materiales mantenidos en reserva por una organización para usarlos en el futuro. Los artículos contenidos en el inventario incluyen materias primas, piezas adquiridas, componentes, subensambles, trabajo en proceso, artículos terminados y suministros.

Algunas de las razones por las que una organización mantiene el inventario se relacionan con las dificultades para predecir con precisión los niveles de venta, los tiempos de producción, la demanda y las necesidades de uso. Por tanto, el inventario sirve como reserva contra el uso fluctuante e incierto y mantiene una existencia de artículos disponible en caso de que sean

requeridos por la organización o sus clientes. Aun cuando el inventario desempeña un rol importante y esencial, el gasto asociado con el financiamiento y mantenimiento de los mismos es una parte significativa del costo de realizar negocios, tal como costos de almacenaje, costos de seguro, costes financieros, los costes administrativos, coste de oportunidad, coste de obsolescencia y coste de ruptura de *stock*.

Algevsa (Algevsa LOGISTICS, 2015) plantea que hay perspectivas diferentes a la hora de gestionar el *stock*: *“Se puede tener el mayor stock posible para poder hacer frente a cualquier petición que pueda llegar por parte del cliente o tener un stock muy justo de manera que se minimice el costo de su gestión. La decisión de contar con mucho o poco stock debe valorarla cada empresa en cada momento, pero lo importante es que haya capacidad para adaptarse a los cambios y que la empresa valore de forma periódica si su gestión de stock es o no la mejor para cumplir sus objetivos”*.

3.4.1. Sistema de gestión *Just in Time*

La idea de contar con el *stock* justo se conoce como “Sistema de Gestión JIT”, *Just in Time* o justo a tiempo.

La filosofía de este sistema es que las materias primas y los materiales se encuentren a disposición exactamente cuando sean requeridos, para disminuir los costos de mantener existencias. Este, requiere de una cuidadosa coordinación entre proveedores y fabricantes, una buena planificación y agenda de tiempo, pero si se implementa bien, reduce costos.

Los aspectos de logística y distribución son también importantes, ya que la proximidad a los proveedores juega un rol favorable para el éxito de este sistema, disminuyendo tiempos de espera y quizás, tiempos muertos o improductivos en la producción.

El objetivo del sistema JIT, es minimizar los inventarios, lo que implica una alta rotación. La rotación está dada por la cantidad de veces que se realizan pedidos a proveedores en un período de tiempo determinado.

Una buena gestión del *stock* les permite a las empresas asegurar el abastecimiento, ya sea para su propia producción o para terceros. Esto permite a su vez que se pueda atender de forma adecuada la demanda de productos terminados por parte de los consumidores. Generalmente, grandes inventarios proveen flexibilidad a la firma, pero también son más costosos (López Dumrauf, 2013).

En definitiva, el objetivo de una adecuada gestión de *stock* debe ser siempre conseguir abastecer la demanda de forma correcta minimizando a la vez los costos.

Una buena gestión de *stock* significa para la organización:

1. Eficiencia en el tiempo

Gestionar correctamente el *stock* permitirá no dedicar tanto tiempo al proceso de almacenaje, dedicando así los esfuerzos al proceso productivo (Vara, 2017).

2. Mejoras en ventas y en la facturación

Trabajar con una gestión de *stock* correcta en la organización, permite disponer de una rápida respuesta ante las peticiones de los clientes.

Es necesario conocer y calcular cuál debe ser el *stock* mínimo y de seguridad por cada artículo en la organización. Es importante detectar qué productos están saliendo con más regularidad, cuáles son los picos fuertes de venta para cada producto, y el *stock* que se tiene de cada producto en cada momento. Con esta información y la anticipación en los pedidos, se puede disponer de la capacidad de abastecer cualquier necesidad de los clientes (Vara, 2017).

3. Mejorar el Control y la organización del entorno de trabajo

Las personas somos más productivas y eficientes cuando trabajamos en lugares donde existe un orden y control. Si somos capaces de generar orden y organización entre todas las referencias que disponemos, el trabajo será más fluido y eficiente (Vara, 2017).

4. Disminución de las pérdidas por productos obsoletos u defectuosos

Otras de las tareas que se deben realizar en la gestión del *stock* es la custodia y salvaguarda de los productos y mercancías que se guardan en un almacén o en una tienda.

Con el tiempo, si dicho *stock* no se revisa o no se realiza el proceso habitual de salida de los productos, puede ser que se lleguen a encontrar en fases de obsolescencia o defectuosos.

Si periódicamente nos encargamos de realizar un seguimiento de todos los productos, reduciremos en gran medida las pérdidas que se producen por retirar o dar de baja productos que ya no se utilizarán (Vara, 2017).

5. Mejor servicio al cliente

Gestionar el *stock* de manera correcta brinda la posibilidad de ofrecer a los clientes un mejor servicio, proporcionándoles una mayor satisfacción. Esto favorece su fidelización, un punto clave en los negocios (Martínez, 2018).

6. Mayor flujo de caja

Cuanto menos tiempo pase entre la adquisición de productos a los proveedores y la utilización de estos en el proceso productivo o ventas directas, menos dinero se tendrá inmovilizado (Martínez, 2018).

7. Reducción de tareas administrativas

Aunque una correcta gestión de *stock* representa un cierto tiempo de trabajo administrativo, a la larga, este tiempo resulta mucho menor que el invertido en un *stock* desorganizado (Martínez, 2018).

3.5. Utilización de minería de datos para la gestión de *stock*

Sarmiento (Sarmiento, 2008) plantea que las empresas que no son de un tamaño considerable tienden a tomar decisiones basadas en su experiencia en lugar de basarse en un modelo estadístico que los guíe por un camino más confiable, lo que a su vez genera un riesgo para el negocio.

La minería de datos se utiliza hoy en día en las empresas con un fuerte enfoque en los consumidores, comunicaciones, comercio, finanzas, y comercialización.

Según Ribas (Ribas, 2019) entendemos por minería de datos al "*conjunto de técnicas y tecnologías que permiten explorar grandes bases de datos, de manera automática o semiautomática, con el objetivo de encontrar patrones repetitivos que expliquen el comportamiento de estos datos.*"

Esto permite que las empresas determinen las relaciones entre los factores "internos" como el precio, posicionamiento del producto, o las habilidades del personal, y factores "externos", como los indicadores económicos, la competencia, y la demografía de los clientes. Además, les permite determinar el impacto en las ventas, la satisfacción del cliente, y las ganancias corporativas. Por último, les permite "profundizar" en la información resumida para ver datos detallados de las transacciones.

Los patrones, las correlaciones y las relaciones identificadas mediante técnicas de extracción y minería de datos se inspeccionan, evalúan y analizan. La evaluación se realiza mediante el uso de parámetros o medidas de "interés" para determinar qué patrones son realmente interesantes y relevantes o lo suficientemente impactantes como para convertirse en conocimiento útil. La interpretación en este paso marcará formalmente la transformación de una mera información en una "bolsa de conocimiento" completa.

Para el caso puntual de la gestión de *stock*, se recogen grandes cantidades de datos provenientes de las ventas, el historial de compra, de los clientes o el transporte de mercancías (Tecnologías-Información, 2018).

Cabe destacar que, actualmente, no se ha encontrado información relativa a la gestión del *stock* a través de aplicación de minería de datos que permita encontrar patrones de comportamiento o correlaciones en los datos, sino que se gestiona de manera tradicional, realizando análisis financieros/contables de la situación del *stock*, y en función a los cálculos realizados es como se lleva a cabo la administración del *stock*.

La aplicación de minería de datos en la gestión del *stock* podría ayudar a identificar patrones de compra de los clientes, tendencias y utilización de artículos. De esta forma, las empresas estarán en condiciones de proporcionar una mejor calidad de servicio al cliente, aumentando su satisfacción, facilitando su retención y favoreciendo el recambio continuo de productos, lo que conlleva a una mejor administración del capital.

4. Marco teórico

En el presente capítulo se desarrollan los conceptos teóricos involucrados en las metodologías utilizadas y las técnicas de modelado para minería de datos.

4.1. Metodología

Para llevar a cabo el proyecto, se utilizaron dos metodologías diferentes, cada una asociada a una etapa diferente del proyecto. Para la aplicación de minería de datos se utilizó la metodología CRISP-DM, mientras que para el desarrollo del prototipo se siguió la metodología de desarrollo en espiral.

4.1.1. CRISP-DM

Para llevar a cabo el proyecto de minería de datos, se utilizó la metodología CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining), un proceso jerárquico formado por varias tareas, que ofrecen a las organizaciones, la estructura necesaria para obtener mejores resultados respecto a la minería de datos (Chapman, y otros, 2000).

En la Figura 2 se observan las distintas etapas de la metodología, cada una de las cuales se desarrollan a continuación:

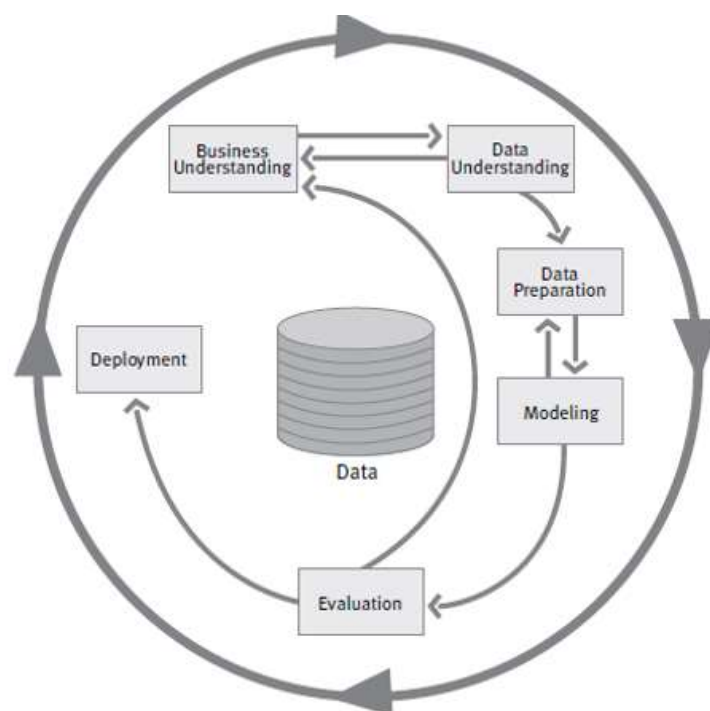


Figura 2: Metodología CRISP-DM (Chapman, y otros, 2000)

Comprensión del negocio (*Business understanding*)

Consiste en conocer al cliente, determinando cómo opera cotidianamente, cuáles son sus objetivos, su misión, su visión y sus expectativas respecto al proyecto que hará uso de *Data Mining*. El éxito del proyecto dependerá de la claridad y precisión con la que se realice esta etapa, ya que un diagnóstico erróneo o incompleto nos podría llevar a realizar un proyecto que no se adecue a las necesidades.

Comprensión de los datos (*Data understanding*)

Comprende la recolección inicial de datos, con el objetivo de familiarizarse con ellos, identificando su calidad y estableciendo ciertas relaciones que resultan más evidentes, permitiendo así, definir las primeras hipótesis.

Preparación de los datos (*Data preparation*)

Consiste en la adaptación de los datos originales a las técnicas de *Data Mining*, que serán utilizadas posteriormente. Dicha preparación incluye limpieza de datos, generación de variables adicionales, integración de diferentes orígenes de datos y cambios de formato.

Esta fase se encuentra estrechamente relacionada con la fase de modelado, interactuando constantemente, dado que, dependiendo de la técnica de modelado elegida, los datos deberán ser procesados de distinta manera.

Modelización (*Modeling*)

Se basa en la selección de las técnicas de modelado más apropiadas para el proyecto de *Data Mining* específico. Las técnicas a utilizar en esta fase se eligen en función de los siguientes criterios:

- Ser apropiada al problema.
- Disponer de datos adecuados.
- Cumplir los requisitos del problema.
- Tiempo adecuado para obtener un modelo.
- Conocimiento de la técnica.

Previamente al modelado de los datos, se debe determinar un método de evaluación de los modelos, que permita establecer el grado de bondad de ellos. Luego, se procede a la

generación y evaluación del modelo. Los parámetros utilizados en la generación del modelo dependen de las características de los datos y de las medidas de precisión que se quieran lograr con el modelo.

Evaluación (*Evaluation*)

Consiste en evaluar el modelo, teniendo en cuenta el cumplimiento de los criterios de éxito del problema. Debe considerarse, además, que la fiabilidad calculada para el modelo se aplica solamente para los datos sobre los que se realizó el análisis.

Es preciso revisar el proceso, teniendo en cuenta los resultados obtenidos, para así evitar repetir alguna fase anterior, en la que se haya cometido un error. Dicha evaluación se puede realizar empleando múltiples herramientas para la interpretación de los resultados.

Si el modelo generado es válido en función de los criterios de éxito establecidos en la fase anterior, se procederá a la explotación del modelo.

Implementación (*Deployment*)

A partir de los resultados obtenidos en la evaluación, se procede a la implementación del modelo. Si un procedimiento general se ha identificado para crear el modelo, este procedimiento debe ser documentado para su posterior implementación (Chapman, y otros, 2000).

4.1.2. Modelo en espiral

Para el desarrollo del prototipo se seguirá el ciclo de vida en espiral. El modelo espiral es un modelo evolutivo del proceso del software, el cual acopla la naturaleza iterativa de hacer prototipos con los aspectos controlados y sistémicos del modelo de cascada. Tiene el potencial para hacer un desarrollo rápido de versiones cada vez más completas.

Es un generador de modelos de procesos impulsado por el riesgo, que se usa para guiar la ingeniería concurrente de software. Tiene dos características distintivas principales. La primera es el enfoque cíclico para el crecimiento incremental del grado de definición de un sistema y su implementación, mientras que disminuye su grado de riesgo. La otra es un conjunto de puntos de referencia de anclaje puntual para asegurar el compromiso del participante con soluciones factibles y mutuamente satisfactorias.

Con el empleo del modelo espiral, el software se desarrolla en una serie de entregas evolutivas. Durante las primeras iteraciones, lo que se entrega puede ser un modelo o prototipo. En las iteraciones posteriores se producen versiones cada vez más completas del sistema cuya ingeniería se está desarrollando.

El primer circuito alrededor de la espiral da como resultado el desarrollo de una especificación del producto; las vueltas sucesivas se usan para desarrollar un prototipo y, luego, versiones cada vez más sofisticadas del software. Cada paso por la región de planeación da como resultado ajustes en el plan del proyecto. El costo y la programación de actividades se ajustan en base a la retroalimentación obtenida del cliente después de cada entrega. Además, el gerente del proyecto ajusta el número planeado de iteraciones que se requieren para terminar el software (Pressman, 2010).

En la Figura 3 se observan las distintas etapas de la metodología, cada una de las cuales se desarrollan a continuación:

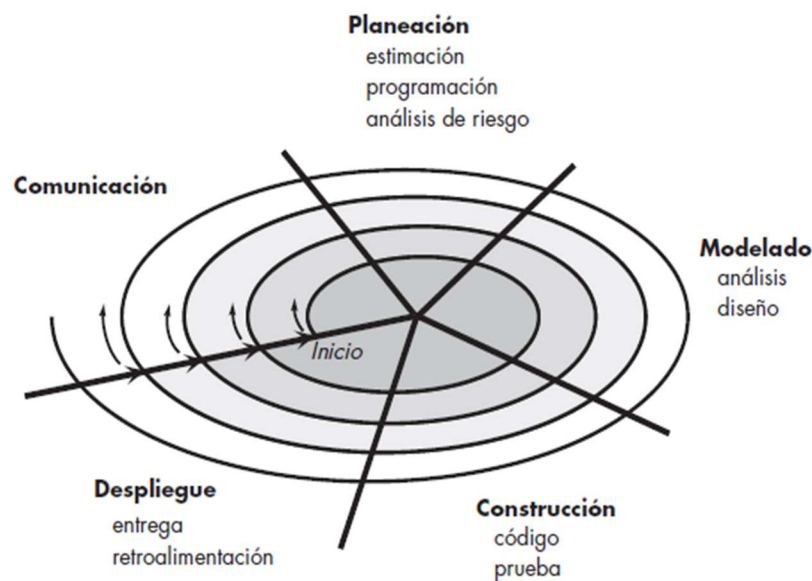


Figura 3: Metodología de desarrollo en espiral (Pressman, 2010)

Comunicación

Antes de comenzar con cualquier trabajo técnico, será necesaria la comunicación y colaboración con el cliente. Se deberán reunir los requerimientos que definan las características y funciones del software, para permitir la satisfacción de las necesidades del cliente en cada iteración.

Planeación

Debido a la complejidad de realizar un proyecto software, la planeación desarrolla un rol primordial, ya que define el camino que se recorrerá a lo largo de cada iteración. En esta etapa se describirán las tareas técnicas a realizar, los posibles riesgos que puedan afectar al proyecto, los recursos necesarios y los resultados esperados.

- Estimación: Tarea por la cual se intenta determinar cuánto tiempo, recursos humanos y tecnológicos, dinero y esfuerzo serán necesarios para concluir con éxito el proceso software.
- Programación: Se determinan los objetivos y el alcance del ciclo que comienza, tras un necesario ejercicio de investigación. Con cada iteración, se irá incrementando el tamaño de software entregado y la funcionalidad cubierta.
- Análisis de riesgos: Se evalúa todo aquello que pueda afectar al proyecto según el estado en que se encuentre y su grado de avance. Para ello, se diseñarán los prototipos que deberán ser validados en el ciclo.

Modelado

A partir de la planeación realizada en la etapa anterior, los responsables de llevar a cabo el proyecto deberán realizar un bosquejo de los distintos modelos que formarán parte del proyecto, a fin de entender los requerimientos del software y el diseño que lo satisfará. Se deberá, para cada iteración, determinar el “que” se va a desarrollar y el “como” se lo llevará a cabo.

- Análisis: Proceso por el cual se determinan las características operativas del software, indica la interfaz de éste y otros elementos del sistema, y establece las restricciones que limitan al software.
- Diseño: Es un proceso iterativo por medio del cual se traducen los requerimientos en un “plano” para construir el software. Al principio, el plano ilustra una visión holística del software. Es decir, el diseño se representa en un nivel alto de abstracción, en el que se rastrea directamente el objetivo específico del sistema y los requerimientos más detallados de datos, funcionamiento y comportamiento. A medida que tienen lugar las iteraciones del diseño, las mejoras posteriores conducen a niveles menores de abstracción.

Construcción

Durante la etapa de construcción, se procederá a construir los bosquejos realizados durante la etapa del modelado, tomando como base los modelos generados en dicha etapa. Además, se deberá probar el código generado, para garantizar que se encuentra libre de errores y fallas.

- Código: Se desarrolla y valida el software según el alcance acordado, el cual está íntimamente relacionado y condicionado con el análisis de riesgos anterior.
- Prueba: Es un conjunto de actividades que pueden planearse por adelantado para descubrir los errores que se cometieron de manera inadvertida conforme se diseñó y desarrolló el software.

Despliegue

Una vez desarrollado y probado el incremento, se llevará a cabo una reunión con el cliente, para que éste realice una evaluación y devolución sobre dicho avance. Esto generará una retroalimentación que será de vital importancia para la siguiente iteración.

- Entrega: Representa el momento en el cual el software ya desarrollado o sus respectivos incrementos es puesto a disposición del cliente para su aprobación final o la retroalimentación en caso de ser un incremento.
- Retroalimentación: Corresponde a la opinión del cliente sobre lo trabajado, si cumple con las expectativas o si es necesario realizar ajustes y correcciones (Pressman, 2010).

4.2. Selección de la técnica de minería de datos

Existen una amplia variedad de técnicas para llevar aplicar procesos de minería de datos, siendo algunas mejores que otras en función del objetivo de la minería de datos y de la naturaleza misma de los datos.

A grandes rasgos, las técnicas de minería de datos se dividen en dos grandes grupos, predictivas y descriptivas.

Las técnicas predictivas, también conocidas como de aprendizaje supervisado, tienen como objetivo predecir el valor de una variable; para esto se entrena un modelo en función de información previa de la misma y de otras que puedan estar relacionadas, para poder predecir

con cierto grado de certeza, valores para esa variable. Entre las más utilizadas se encuentran regresión, series temporales, métodos bayesianos, arboles de decisión y redes neuronales.

Las técnicas descriptivas, también conocidas como de aprendizaje no supervisado, tienen como objetivo clasificar a las observaciones en diferentes grupos que son desconocidos desde un inicio, buscando características en común entre los datos para determinar a qué grupo corresponden. Entre las más utilizadas se encuentran asociación, *clustering*, segmentación y reducción de dimensionalidad. (Lalopg, 2015).

En este trabajo nos centraremos únicamente en las técnicas predictivas.

Puntualmente, a la hora de generar un modelo de predicción de *stock*, surgen varias alternativas a la hora de seleccionar la técnica para llevar a cabo esta tarea, pero nos centraremos específicamente en regresión lineal y series de tiempo, debido a la naturaleza del problema a resolver y a los datos disponibles para ello.

4.3. Modelo de Regresión Lineal

El objetivo del modelo de regresión lineal es la comprensión de la naturaleza probabilística de un sistema de manera que, a partir de un valor observado de X (variable independiente) logremos predecir varios posibles valores para Y (variable dependiente).

Para el caso puntual que analizamos en este trabajo, supondremos que la variable independiente X corresponde a las fechas en las cuales ocurre un movimiento de material para cada uno de los productos que utiliza la organización, mientras que la variable dependiente Y representa las variaciones en el comportamiento de los movimientos de material para cada uno de los productos. A su vez, existe un componente de error aleatorio asociado a la predicción de esos valores, representado como ε .

Sarmiento (Sarmiento, 2008) plantea la siguiente ecuación, la cual representa la fórmula de regresión lineal y que está dada por:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 * X + \varepsilon$$

donde:

- Y : variable dependiente a estimar
- β_0 : parámetro de regresión correspondiente al valor estimado. El punto donde se alarga la recta que intersecta con el eje vertical.

- β_1 : parámetro de regresión correspondiente al crecimiento o disminución del valor. Representa la inclinación de la recta con el eje horizontal.
- ε : componente de error aleatorio.

El objetivo de determinar esta ecuación radica en que, a partir de datos reales y conocidos, podamos predecir nuevos datos futuros que nos permitan estudiar y verificar el comportamiento de una variable de interés, que en nuestro caso particular es la salida del *stock*. Estas estimaciones serán razonables si existe una regularidad estadística que haya prevalecido en el pasado y continúe manifestándose aproximadamente de la misma manera en el futuro (Sarmiento, 2008).

Un problema que se detectó con este modelo es que no existe una variable independiente que este directamente relacionada a los productos, ya que la única que podía surgir como alternativa era la fecha de ocurrencia del movimiento, lo cual no era adecuado para aplicar la técnica, por lo cual se descartó como alternativa y se estudió el uso de series de tiempo.

4.4. Series de tiempo

Una serie temporal o serie de tiempo es una secuencia ordenada de observaciones cada una de las cuales está asociada a un momento de tiempo.

La mayoría de los métodos estadísticos elementales suponen que las observaciones individuales que forman un conjunto de datos son realizaciones de variables aleatorias mutuamente independientes. En general, este supuesto de independencia mutua se justifica por la atención prestada a diversos aspectos del experimento, incluyendo la extracción aleatoria de la muestra de una población más grande, la asignación aleatoria del tratamiento a cada unidad experimental, etc.

Sin embargo, el caso de las series de tiempo debemos tener en cuenta ciertas características:

- El orden es fundamental. El conjunto de datos debe estar ordenado.
- El supuesto de independencia no se cumple, ya que las observaciones son dependientes entre sí y la naturaleza de su dependencia es de interés

Debido a estas características específicas de los datos de series temporales se deben desarrollar modelos específicos que recojan y aprovechen la dependencia entre las

observaciones ordenadas de una serie temporal. El conjunto de técnicas de estudio de series de observaciones dependientes ordenadas en el tiempo se denomina análisis de series temporales.

El instrumento de análisis que se suele utilizar es un modelo que permita reproducir el comportamiento de la variable de interés.

A su vez, los modelos de series de tiempo pueden ser:

- Univariantes: sólo se analiza una serie temporal en función de su propio pasado.
- Multivariantes: se analizan varias series temporales a la vez.

Para este trabajo se estudiarán únicamente modelos de tipo univariantes. Una serie temporal univariante consiste en un conjunto de observaciones de una variable Y . Si hay t observaciones, se denota por:

$$Y_t, \quad t \in \mathfrak{T} \qquad Y_t, \quad t = 1, \dots, T$$

El subíndice t indica el tiempo en que se observa el dato Y_t . Los datos u observaciones se suelen recoger a intervalos iguales de tiempo, es decir, equidistantes los unos de los otros; es el caso de series mensuales, trimestrales, etc. (Gonzalez Casimiro, 2009).

4.4.1. Suavizamiento exponencial

El método de suavizamiento exponencial es una forma de pronosticar la demanda de un producto en un periodo dado. Estima que la demanda será igual a, por ejemplo, la media de los consumos históricos para un periodo dado, ponderando los valores mas cercanos mas al momento de la evaluación.

Para un periodo n solo se requiere el valor real y el pronosticado para el instante $n-1$, así como la constante de suavización:

$$Pronostico_n = Pronostico_{n-1} + \alpha (Valor Real_{n-1} - Pronostico_{n-1})$$

donde α es la constante de suavización con un valor comprendido entre 0 y 1, y es el factor de ponderación, que es más elevado ante la necesidad de darle un mayor peso relativo a los valores más recientes.

Esta técnica resulta efectiva para series temporales de demanda donde exista una tendencia y un patrón estacional constante y conocido, donde con un peso mayor sobre los últimos periodos se evita el efecto de los elementos irregulares del pasado.

La desventaja de este modelo es que cambios importantes en la demanda de un periodo al siguiente, hacen más grande el error de pronóstico (Lopez Saez, 2018).

Este método no resulta útil a la hora de llevar a cabo el trabajo, dado que en primer lugar se desconoce si existe una tendencia clara o patrón estacional constante en los movimientos de los productos. Además, los productos en estudio son de alta rotación, por lo cual es muy propenso a que se presenten cambios repentinos en la demanda que agranden el error de pronóstico.

Ante esta situación, se estudiaron los modelos ARIMA de series de tiempo.

4.4.2. Modelo ARIMA

Es un modelo paramétrico que trata de obtener la representación de la serie en términos de la interrelación temporal de sus elementos.

El instrumento fundamental a la hora de analizar las propiedades de una serie temporal en términos de la interrelación temporal de sus observaciones es el denominado coeficiente de autocorrelación que mide la correlación, es decir, el grado de asociación lineal que existe entre observaciones separadas k periodos. Estos coeficientes de autocorrelación proporcionan mucha información sobre cómo están relacionadas entre sí las distintas observaciones de una serie temporal, lo que ayudará a construir el modelo apropiado para los datos.

Para entender cómo trabaja el modelo ARIMA, primero debemos entender cada una de sus componentes.

En primer lugar, hablamos acerca de los procesos autorregresivos $AR(p)$. Este tipo de procesos tienen la particularidad de que una variable de interés se explica por sus valores en periodos precedentes seguida por un término de error. Este proceso con orden p se representa mediante la fórmula:

$$y_t = \mu + \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \alpha_t$$

donde ϕ_p son los coeficientes a estimar, y_{t-p} son los valores observados en los periodos anteriores y α_t una componente de error.

En la práctica, lo más frecuente es trabajar con modelos autorregresivos de orden bajo. Generalmente si se trabaja con series de alta frecuencia, se trabaja con $SAR(p)$ de orden alto. La letra S indica que es un proceso estacional, es decir, que depende de la época del año.

Por otro lado, tenemos los procesos de medias móviles MA(q). Otra manera de predecir una variable a través de sus valores pasados es a partir de una corrección de los errores observados en periodos precedentes. Un modelo de medias móviles de orden q está dado por:

$$y_t = \mu + \alpha_t + \theta_1 a_{t-1} + \theta_2 a_{t-2} + \dots + \theta_q a_{t-q}$$

donde μ se refiere a la media de la variable, α_t son los errores observados en los periodos y θ_q son los coeficientes a estimar.

En la práctica, los modelos de medias móviles se utilizan junto a un modelo autorregresivo para mejorar la estimación, este modelo combinado se conoce como modelo autorregresivo de medias móviles ARMA(p,q). Este tipo de procesos vienen dados por la forma:

$$y_t = \mu + \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \alpha_t + \theta_1 a_{t-1} + \theta_2 a_{t-2} + \dots + \theta_q a_{t-q}$$

Los modelos de tipo ARMA solo pueden ser aplicados a series estacionarias. Cuando hablamos de series estacionarias nos referimos a aquellas que son estables a lo largo del tiempo, es decir, que su media y varianza son constantes.

Dado que ciertas series del mundo real no son estacionarias, se necesita de un nuevo modelo que nos permita "suavizar" y transformar una serie no estacionaria para que simule ser una serie estacionaria. Es por esto que nace el modelo ARIMA(p,d,q), el cual aplica un proceso de transformación llamado integración para convertir la serie original en una serie estacionaria. La cantidad de veces que se realiza el proceso de integración viene dada por el parámetro I(d).

Este modelo viene dado por la fórmula:

$$\Delta y_t = \phi_1 \Delta y_{t-1} + \phi_2 \Delta y_{t-2} + \dots + \phi_p \Delta y_{t-p} + \alpha_t + \theta_1 a_{t-1} + \theta_2 a_{t-2} + \dots + \theta_q a_{t-q}$$

donde Δ refiere a la variación que existe entre la serie original y la serie transformada a la que llegamos con la aplicación de dicha fórmula.

Los valores de los parámetros P, D y Q refieren al orden del modelo autorregresivo, al grado de diferenciación del modelo y al orden del modelo de la media móvil respectivamente (Gonzalez Casimiro, 2009).

Habiendo definido ARIMA, podemos determinar que este modelo es la alternativa más viable para resolver el problema de la predicción del *stock*, debido a la naturaleza del mismo y de los datos disponibles, donde el tiempo es el factor clave para el análisis de movimientos del *stock*, y es por ello que se optó por utilizar este modelo para el desarrollo de la predicción.

4.4.3. Criterios de Información

En el contexto de la elaboración de un modelo ARIMA a partir de una serie temporal, los criterios de información suelen emplearse para decidir sobre los órdenes p, d y q asociados con una transformación dada de la serie de tiempo. Los criterios de información son una medida de la bondad de ajuste de un modelo estadístico.

Teniendo en cuenta lo anterior, un modelo es en tanto más adecuado cuanto más reducidos son los valores de sus criterios de información, ya que los modelos serán más verosímiles y mejor será su bondad de ajuste (Mauricio, 2007).

Al trabajar con series de tiempo, se tienen en cuenta tres criterios de información:

- AIC – Criterio de Información de Akaike: AIC mide la bondad de ajuste a partir de la máxima verosimilitud del modelo, y la complejidad a partir el número de parámetros. En general, AIC se representa como:

$$AIC = 2k - 2 \ln(L)$$

donde k es el número de parámetros en el modelo estadístico, y L es el máximo valor de la función de verosimilitud para el modelo estimado (Rubalcaba, 2016).

- BIC – Criterio de Información Bayesiano: Muy similar a AIC, el criterio BIC viene dado por:

$$BIC = k * \ln(n) - 2 \ln(L)$$

donde, de nuevo k es el número de parámetros, L es el valor de máxima verosimilitud y n es el número de datos. Igual que el AIC se basa en la máxima verosimilitud como método de medida de la bondad de ajuste. Aquí vemos que la medida de la complejidad incorpora tanto k como $\ln(n)$. Esto hace que penalice más la complejidad que el AIC.

El resultado es que el BIC generalmente selecciona el modelo más abstracto, más sencillo y que hace predicciones a menor detalle, mientras que el AIC dará con un modelo más complejo y pragmático que hace predicciones con mayor detalle, pero dentro de nuestros propios datos (Rubalcaba, 2016).

- AICC – Criterio de Información de Akaike Corregido: la medida de rendimiento de AICC es igual a AIC con una pequeña corrección para tamaños de muestra pequeños, para así prevenir el sobreajuste (Burnham & Anderson, 2002). El criterio AICC viene dado por:

$$AICC = AIC + \frac{2k^2 + 2k}{n - k - 1}$$

4.5. Errores de medición

Un error de medición es la diferencia entre un valor medido y otro verdadero. En el ámbito organizacional podemos llevar esta definición a la práctica y aplicarla para el pronóstico de la demanda y, así, llegar a lo que se conoce como error de pronóstico, el cual se concibe como la diferencia entre el valor de la demanda y el valor pronosticado.

$$\text{Error de pronóstico} = \text{Demanda real} - \text{Valor pronosticado}$$

El cálculo de este error nos permite tomar decisiones sobre cuál es el mejor de los pronósticos y detectar cuando algo no se realiza de manera correcta en la previsión de la demanda para tomar acciones correctivas que orienten a la organización hacia el rumbo correcto (Betancourt, 2016).

Los errores de pronóstico se clasifican de dos formas:

- Error sesgado: son el resultado de equivocaciones sistemáticas, por lo cual se observa que el pronóstico siempre es demasiado alto o demasiado bajo. Esos errores son el resultado de pasar por alto o no estimar correctamente los patrones de la demanda, como los de tendencia, los estacionales o los cíclicos.
- Error aleatorio: es el resultado de factores imprevisibles que provocan que el pronóstico se desvíe de la demanda real (Daibes, 2020).

4.5.1. Suma acumulada de errores de pronóstico (CFE)

Es la medida más básica de todas y es la que da origen a las demás. Es la suma acumulada de los errores de pronóstico. Nos permite evaluar el sesgo del pronóstico. Por ejemplo, si a través de los periodos el valor real de la demanda siempre resulta superior al valor de pronóstico, la CFE será más grande, indicando la existencia de un error sistemático en el cálculo de la demanda.

$$CFE = \Sigma \text{Error de pronóstico}$$

Cuanto más pequeña sea la CFE, el pronóstico se aproximará más a la demanda real (Betancourt, 2016).

4.5.2. Desviación absoluta media (MAD)

Se define como el valor absoluto de la diferencia entre la demanda real y el pronóstico, dividido sobre el número de periodos, sin considerar si los errores de pronóstico consistieron en estimaciones excesivas o en subestimaciones.

$$MAD = \frac{|CFE|}{n}$$

Cuanto más pequeña sea la MAD, más aproximado será el pronóstico a la demanda real. Usualmente se considera como límites aceptables una Desviación Absoluta Media que varía en el rango de [0,4] (Daibes, 2020).

4.5.3. Señal de rastreo

Es una medida que indica si un método de pronóstico está previendo con precisión los cambios reales de la demanda. La señal de rastreo mide el número de las MAD representadas por la suma acumulada de errores de pronóstico, es decir, la CFE. La CFE tiende a ser 0 cuando se utiliza un sistema de pronóstico correcto. Sin embargo, los errores aleatorios pueden hacer que en cualquier momento la CFE se convierta en un número diferente de cero (Daibes, 2020).

$$Señal\ de\ rastreo = \frac{CFE}{MAD}$$

Los límites aceptables para la Señal de Rastreo dependen del tamaño de la demanda pronosticada y la cantidad de tiempo del personal disponible. No obstante, usualmente se considera como límites aceptables una Señal de Rastreo que varía en el rango de [-4,4] (GEO Tutoriales, 2015).

5. Solución propuesta

En este capítulo se detalla la solución propuesta, teniendo en cuenta la lista de actividades, gestión de los tiempos, alternativas tecnológicas, costos, recursos humanos, riesgos y descripción de las tareas realizadas.

5.1. Lista de actividades del proyecto

A continuación, se detallan la lista de actividades del proyecto, las cuales a su vez se encuentran divididas en dos grandes etapas, aplicación de minería de datos y desarrollo del prototipo, las cuales a su vez se subdividen en tareas específicas.

5.1.1. Aplicación de minería de datos mediante CRISP-DM

Comprensión del negocio

- *Determinar los objetivos del negocio:* "La organización San José Precurados" aspira a ser una de las empresas más reconocidas en el país dentro del rubro, abarcando todo el mercado del Norte Argentino y exportando sus servicios a países de la región.

Para alcanzar este objetivo de la empresa, una de las estrategias que se llevarán a cabo, consiste en aplicar un proceso de minería de datos que les permita gestionar de manera óptima su *stock*, reduciendo así tiempo y costos en general, para dedicarlo a tareas que incrementen su valor.

- *Evaluación de la situación:* La organización no cuenta con un sistema informático que gestione la información operativa de la misma, como ser los movimientos de artículos. Dentro de la organización, solo existen dos tipos de movimientos, las entradas de material, que ocurren cuando los insumos ingresan al depósito; y las salidas de material, las cuales ocurren cuando los insumos son retirados del depósito. Los remitos de proveedores, correspondientes a las entradas de material al depósito, son almacenados en un directorio de una computadora, y las salidas de *stock*, es decir, el registro de aquellos productos que son retirados del depósito para ser utilizados en el proceso productivo; se detallan día a día, a mano, en planillas impresas. Se dispone de esta información y de una lista con todos los insumos y sus presentaciones. Estos pueden ser parches, bandas precuradas, cojines, cordones, flux y antiquiebra.

Por otro lado, la organización realiza un pedido de materiales regularmente en un intervalo de 3 semanas, tiempo en el cual colocan el nuevo pedido y reciben los insumos.

Cuando realizan un pedido, compran aquellos insumos que han salido del depósito en el periodo anterior, sin tener un criterio claro de cuanta cantidad se debe comprar, sino que se guían de la cantidad de salidas del periodo anterior y estiman cuanto saldrá en el periodo siguiente en función de su intuición.

- *Determinación de los objetivos de DM:* El objetivo de la aplicación de minería de datos es conocer las cantidades de los distintos insumos que serán necesarias para cumplir con la demanda. Para eso, se debe desarrollar un modelo que permita predecir de manera confiable dichas cantidades.
- *Producción de un plan del proyecto:* Finalmente, esta última tarea tiene como meta desarrollar un plan para el proyecto, que describa los pasos a seguir, las técnicas a emplear en cada paso, los costos asociados, los recursos tecnológicos y humanos a utilizar, y el tiempo necesario para completar el proyecto.

Comprensión de los datos

- *Recolección de datos iniciales:* Se solicita a la organización que facilite información inherente a los artículos, así también sus entradas y salidas.

La información se estructura de la siguiente manera: Un archivo Microsoft Excel con todos los productos con los que la organización trabaja, archivos PDF con los remitos de proveedores y fotografías de las distintas planillas impresas de salidas de material que se completaron a mano a lo largo del tiempo de estudio.

El problema que se encuentra es que la información brindada (de entradas y salidas) está en formatos que no permiten ser sometidos directamente a análisis, por lo que se generará otro archivo de Excel donde toda esta información sea volcada y almacenada.

- *Descripción de los datos:* La información brindada por la organización es la referente a productos, entradas y salidas.

Para cada uno de los productos la empresa brinda su:

- Código: Identificador de producto por parte de los proveedores
- Nombre: Distintivo general de productos
- Presentación: Forma en que los productos se venden y llegan a la organización
- Tipo de insumo: Refiere a si los artículos son parches, bandas precuradas, cojines, antiquitebra, flux o cordones.

Para cada una de las entradas se obtiene, a través de los remitos:

- Código
- Nombre

- Presentación
- Cantidad
- Fecha
- Número de remito

Para cada una de las salidas se obtiene, a través de las planillas de salida de material:

- Código
- Cantidad
- Fecha

Respecto al volumen de datos, es necesaria la mayor cantidad de datos posibles, ya que cuantos más datos se analicen, más precisos serán los resultados.

Cabe aclarar que no se trabaja con el stock inicial o actual de cada uno de los productos de la organización, si no solo con los movimientos asociados a estos.

- *Exploración de datos:* Para esto, se utilizan los gráficos de la misma herramienta de Excel para generar una representación estadística de los mismos.
- *Verificación de la calidad de los datos:* Para este punto, se completa el repositorio con cantidades en 0, de manera que contemple movimientos dentro del mismo intervalo de tiempo, lo cual a su vez mejora los resultados del proceso de predicción.

Preparación de Datos

- *Selección de datos:* Los datos de interés son aquellos que registren ocurrencias de manera frecuente, estableciendo un criterio a cumplir sobre las misma referido a que deben superar una cantidad determinada de ocurrencias.
- *Limpieza de los datos:* En esta labor, los datos que no son considerados interesantes son descartados, recurriendo a una tarea de reducción de volumen de datos.
- *Estructuración de los datos:* En esta etapa, se generan los nuevos atributos que permiten la correcta utilización de los modelos de predicción, almacenando parámetros necesarios para los mismos, los resultados de predicción y otra información relevante que es almacenada en base de datos, como por ejemplo la fecha del análisis que se realiza.
- *Integración de los datos:* En esta etapa se evalúan los campos generados por el proceso anterior, y de ser necesario son mejorados, eliminados, o creados nuevos atributos.
- *Formateo de los datos:* En nuestro caso, es necesario identificar los artículos por su código y ordenar los movimientos de material por fecha, de más antiguo a más reciente.

Además, se necesita un atributo temporal como atributo de predicción donde se almacenen los resultados de la utilización de la técnica predictiva seleccionada.

Modelización

- *Selección de la técnica de modelado:* Como en el caso de estudio la frecuencia en el tiempo con la que ocurren distintos movimientos de material es clave, se opta por una técnica de minería de datos que permita realizar un análisis teniendo en cuenta las fechas donde ocurrieron estos movimientos, como lo son las series de tiempo.
- *Generación del plan de prueba:* Para probar la calidad del modelo, utilizando series de tiempo, se trabaja con criterios de información propios de la técnica ARIMA.
Los valores de error deben ser lo más pequeños posibles para asegurar la precisión de los resultados.
- *Construcción del Modelo:* Para cada artículo interesante, se determina la combinación de parámetros, en nuestro caso, de valores P, D Y Q, relativos a ARIMA, que generen como resultado criterios de información con valores lo más bajo posibles y a su vez predicciones aceptables de las cantidades de productos.
- *Evaluación del modelo:* Se determina si los datos obtenidos se adaptan de manera correcta al modelo utilizado para obtener buenos resultados.

Evaluación

- *Evaluación de los resultados:* Los resultados se evalúan en función de los movimientos reales producidos en el último mes de estudio y se define un error que determina si el modelo cumple con los criterios de éxito establecidos.
- *Proceso de revisión:* El proceso es revisado en su totalidad de manera de que sea lo más eficiente y automatizado posible.
- *Determinación de futuras fases:* Si los resultados son confiables, se pasará al desarrollo del prototipo funcional que presente los mismos al usuario, en caso contrario, el procesado será mejorado en busca de mayor precisión en las predicciones.

Implementación

- *Monitorización y Mantenimiento:* Se aconsejará a la organización sobre el mantenimiento del modelo de predicción, en cuanto al intervalo de tiempo en el cual los

datos del mismo deben ser actualizados para mantener la confiabilidad de los resultados y del posterior análisis.

- *Informe Final*: Se documentan a detalle en el presente trabajo los distintos pasos realizados y los operadores utilizados para llevar a cabo el proyecto, como así también los resultados de cada etapa.
- *Revisión del proyecto*: En este punto se revisa el proyecto en su totalidad, constatando el cumplimiento de los factores críticos de éxito y la formulación de futuras líneas de investigación.
- *Plan de desarrollo*: En esta fase, se justificará teóricamente la consecución de los resultados, detallando el porqué de la elección de las técnicas de modelado, los parámetros y criterios de información utilizados.
- *Supervisión y plan de mantenimiento*: Cada un intervalo de tiempo de 3 semanas, los datos del modelo serán actualizados en función de la información almacenada en la base de datos respectivas a las salidas de stock, para asegurar resultados precisos a partir de información actualizada.
- *Informe definitivo*: En esta etapa, se concluye el proyecto, contemplando todas las etapas del mismo y documentando una conclusión donde se vean reflejados el cumplimiento de los factores de éxito y las posibles mejoras a ser efectuadas.

5.1.2. Desarrollo del prototipo

El prototipo desarrollado para la presentación de los resultados generados por el modelo de predicción ofrece las siguientes funciones:

- *Consultas de información*: Permite al usuario realizar consultas sobre los distintos productos, el *stock* crítico de los mismos, las predicciones de *stock* necesario para afrontar la demanda, asociadas a cada uno de ellos; y las entradas y salidas de insumos que ocurrieron desde el periodo de estudio.
- *Registración de información*: Brinda la posibilidad de cargar nuevos productos al sistema, y las entradas y salidas que se produzcan a lo largo del tiempo, siendo estas últimas de suma importancia para realizar los análisis predictivos mediante la utilización de series de tiempo.
- *Modificación de información*: Ofrece al usuario la opción de modificar información relativa a los productos en caso de que este fuera registrada de forma errónea al sistema.
- *Actualizar modelos de predicción*: Si bien esta funcionalidad también se considera como futura línea de investigación, permite al usuario descargar un archivo Microsoft Excel

con todas las salidas de productos registradas hasta el momento en que se desee utilizar esta función, para que sea la base del análisis predictivo con datos actualizados.

Comunicación

En esta tarea se llevarán a cabo reuniones con personal de la empresa “San José Precurados” para definir cuestiones relativas a las necesidades de información de la organización, el alcance del proyecto y contemplara además la presentación de prototipos funcionales correspondientes a cada vuelta del ciclo para su evaluación.

Planeación

Consiste en la elaboración del plan de trabajo a seguir necesario para la realización del proyecto. Se realizará una gestión del tiempo, costo y recursos necesarios para el desarrollo del prototipo, como así también, las responsabilidades individuales del equipo de trabajo y los momentos en que las distintas versiones serán presentadas para obtener retroalimentación.

Modelado

Corresponde al diseño del prototipo y sus refinamientos a medida que este crece, para cumplir con las necesidades de la organización. Se determinarán las características a incluir en cada iteración del ciclo de vida y los refinamientos de las etapas anteriores según corresponda.

Desarrollo

Es la escritura del código fuente el cual conformará al prototipo funcional. Para este proceso se utilizará una arquitectura de software y un estándar que permita la utilización de la misma como lo son las API (Interfaz de programación de aplicaciones), que son un conjunto de definiciones y protocolos que se utilizan para el desarrollo y la integración del software de las aplicaciones (Red Hat).

Despliegue

Corresponde a la puesta en marcha del prototipo para su evaluación con los clientes y una vez aprobado para su puesta en producción. En esta etapa, el prototipo será presentado a

los representantes de la organización para su evaluación en base a su funcionamiento y para obtener la retroalimentación necesaria para iniciar cada iteración.

Pruebas

- *Plan de pruebas*: Consiste en la elaboración de un documento que indique las pruebas a realizar necesarias para asegurar el buen funcionamiento del prototipo.
- *Pruebas finales*: Es el uso exhaustivo del prototipo con el fin de encontrar errores que se cometieron en la fase de desarrollo para su corrección.
- *Documentación*: Una vez culminadas las pruebas se documentará el proceso realizado para dejar constancia del trabajo realizado.

A continuación, en la Figura 4 se ilustra las actividades llevadas a cabo para la aplicación de minería de datos, siguiendo la metodología CRISP-DM:



Figura 4: Gráfica de las actividades de minería de datos (EDT/ WBS)

A continuación, en la Figura 5 se ilustran las actividades llevadas a cabo en el desarrollo del prototipo:

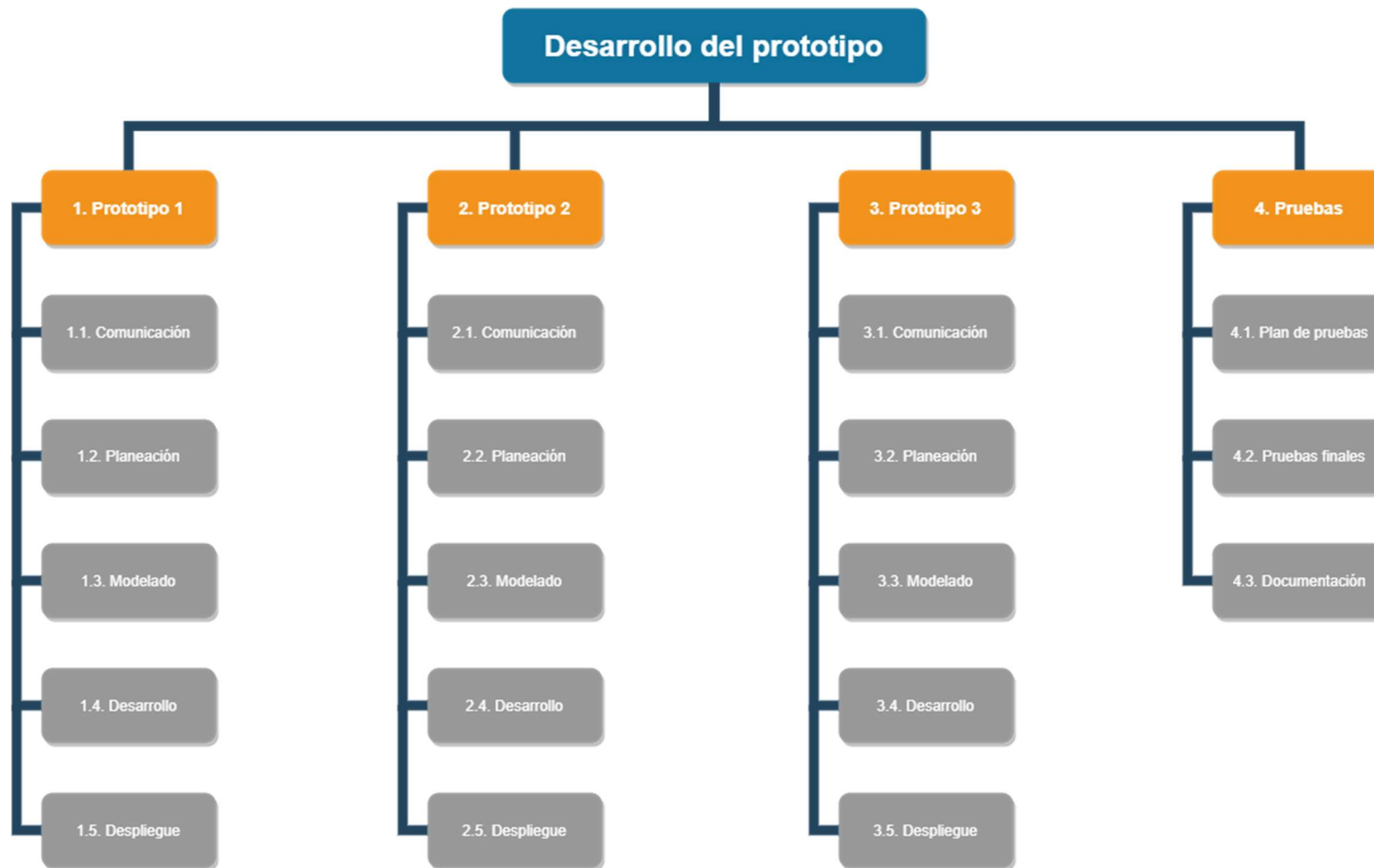


Figura 5: Gráfica de las actividades de desarrollo del prototipo (EDT/ WBS)

5.2. Recurso Humano

A lo largo del proyecto intervendrán diferentes roles en cada una de las tareas, los cuales se definen a continuación junto a sus responsabilidades.

- **Director del proyecto:** será el responsable de dirigir el proyecto acotándolo en plazos y objetivos. Se encargará del cumplimiento previsto en el alcance del proyecto, coordinación y seguimiento del equipo de trabajo e informes de avance de la gestión de proyecto. Tendrá la responsabilidad de gestionar y ser informado de cada actividad que se haga en el transcurso del proyecto.
- **Analista funcional:** Será el encargado de analizar no solo las actividades que debe realizar sino también la solución de las mismas, con el objetivo de asegurarse que la información considerada sea la adecuada y se encargará tanto de su correcta organización, como estructuración y revisión. También será el responsable de realizar las tareas definición, requerimientos, análisis y diseño, tanto de la arquitectura de los sistemas, como de los modelos de datos, de las interfaces de usuario y de los procedimientos a informatizar.
- **Analista de datos:** Será el encargado de recopilar los datos, de su posterior carga, transformación y procesamiento, a fin de obtener información oculta dentro de esos datos. También deberá desarrollar consultas a la base de datos para obtener y almacenar nuevos datos. Además, estará a cargo del manejo de las herramientas que soportan el análisis de datos.
- **Desarrollador:** Se encargará de codificar y probar la lógica de los componentes creados, siguiendo planos de diseño. También será el responsable de la creación de la base de datos y su posterior conexión con los demás sistemas.
- **Tester:** Se encargará de probar cada uno de los componentes desarrollados de manera exhaustiva a fin de verificar su correcto funcionamiento y detectar errores previamente no identificados.

5.3. Gestión del tiempo del proyecto

Habiendo definido las actividades que se llevarán a cabo, tanto para la aplicación de minería de datos, como para el desarrollo del prototipo, se realizó una planificación temporal de dichas actividades.

5.3.1. Aplicación de minería de datos

En primer lugar, se confeccionó la Tabla 7, la cual define la duración de las tareas de minería de datos, la fecha de inicio esperada y fecha de finalización esperada para cada una de ellas.

Actividad	Días	Inicio Esperado	Finalización Esperada	Responsable	Quién cumplió el rol
Predicción de stock	129 días	jue 01/10/20	mar 30/03/21		
Comprensión del negocio	9 días	jue 01/10/20	mar 13/10/20		
Determinación de objetivos del negocio	2 días	jue 01/10/20	vie 02/10/20	Director de proyecto	Latini; Rivero
Evaluación de la situación	2 días	lun 05/10/20	mar 06/10/20	Analista funcional	Latini
Determinación de objetivos de minería de datos	2 días	mié 07/10/20	jue 08/10/20	Analista funcional; Director de proyecto	Latini; Rivero
Producción de un plan de proyecto	3 días	vie 09/10/20	mar 13/10/20	Director de proyecto	Latini; Rivero
Comprensión de los datos	13 días	mié 14/10/20	vie 30/10/20		
Recolección de datos iniciales	3 días	mié 14/10/20	vie 16/10/20	Analista de datos	Latini
Descripción de los datos	5 días	lun 19/10/20	vie 23/10/20	Analista de datos	Latini
Exploración de datos	5 días	lun 26/10/20	vie 30/10/20	Analista de datos	Latini; Rivero
Verificación de la calidad de los datos	3 días	lun 19/10/20	mié 21/10/20	Analista funcional; Director de proyecto	Latini; Rivero
Preparación de datos	65 días	lun 02/11/20	vie 29/01/21		
Selección de datos	10 días	lun 02/11/20	vie 13/11/20	Analista de datos	Latini
Limpieza de datos	10 días	lun 16/11/20	vie 27/11/20	Analista de datos	Latini
Estructuración de datos	15 días	lun 30/11/20	vie 18/12/20	Analista de datos	Latini
Integración de datos	15 días	lun 21/12/20	vie 08/01/21	Analista de datos	Latini
Formateo de datos	15 días	lun 11/01/21	vie 29/01/21	Analista de datos	Latini

Modelización	14 días	lun 01/02/21	jue 18/02/21		
Selección de técnica de modelado	2 días	lun 01/02/21	mar 02/02/21	Analista de datos	Latini; Rivero
Generación del plan de prueba	4 días	lun 01/02/21	jue 04/02/21	Analista funcional	Latini; Rivero
Construcción del modelo	7 días	mié 03/02/21	jue 11/02/21	Analista de datos	Latini; Rivero
Evaluación del modelo	5 días	vie 12/02/21	jue 18/02/21	Analista de datos	Latini; Rivero
Evaluación	12 días	vie 19/02/21	lun 08/03/21		
Evaluación de resultados	5 días	vie 19/02/21	jue 25/02/21	Analista de datos	Latini; Rivero
Proceso de revisión	5 días	vie 26/02/21	jue 04/03/21	Director de proyecto	Latini; Rivero
Revisión de futuras fases	2 días	vie 05/03/21	lun 08/03/21	Analista funcional; Director de proyecto	Latini; Rivero
Implementación	16 días	mar 09/03/21	mar 30/03/21		
Monitorización y mantenimiento	5 días	mar 09/03/21	lun 15/03/21	Analista de datos	Latini
Informe final	5 días	mar 16/03/21	lun 22/03/21	Analista de datos	Latini
Revisión del proyecto	1 día	mar 23/03/21	mar 23/03/21	Director de proyecto	Latini
Plan de desarrollo	5 días	mar 23/03/21	lun 29/03/21	Analista funcional	Latini; Rivero
Supervisión de plan y mantenimiento	3 días	mar 23/03/21	jue 25/03/21	Analista de datos	Latini
Informe definitivo	5 días	mié 24/03/21	mar 30/03/21	Director de proyecto	Latini; Rivero

Tabla 7: Lista de actividades y cronograma de predicción del stock óptimo

A continuación, en las Figuras 6.1 y 6.2, se ilustra mediante un diagrama de Gantt la programación de las actividades anteriores:

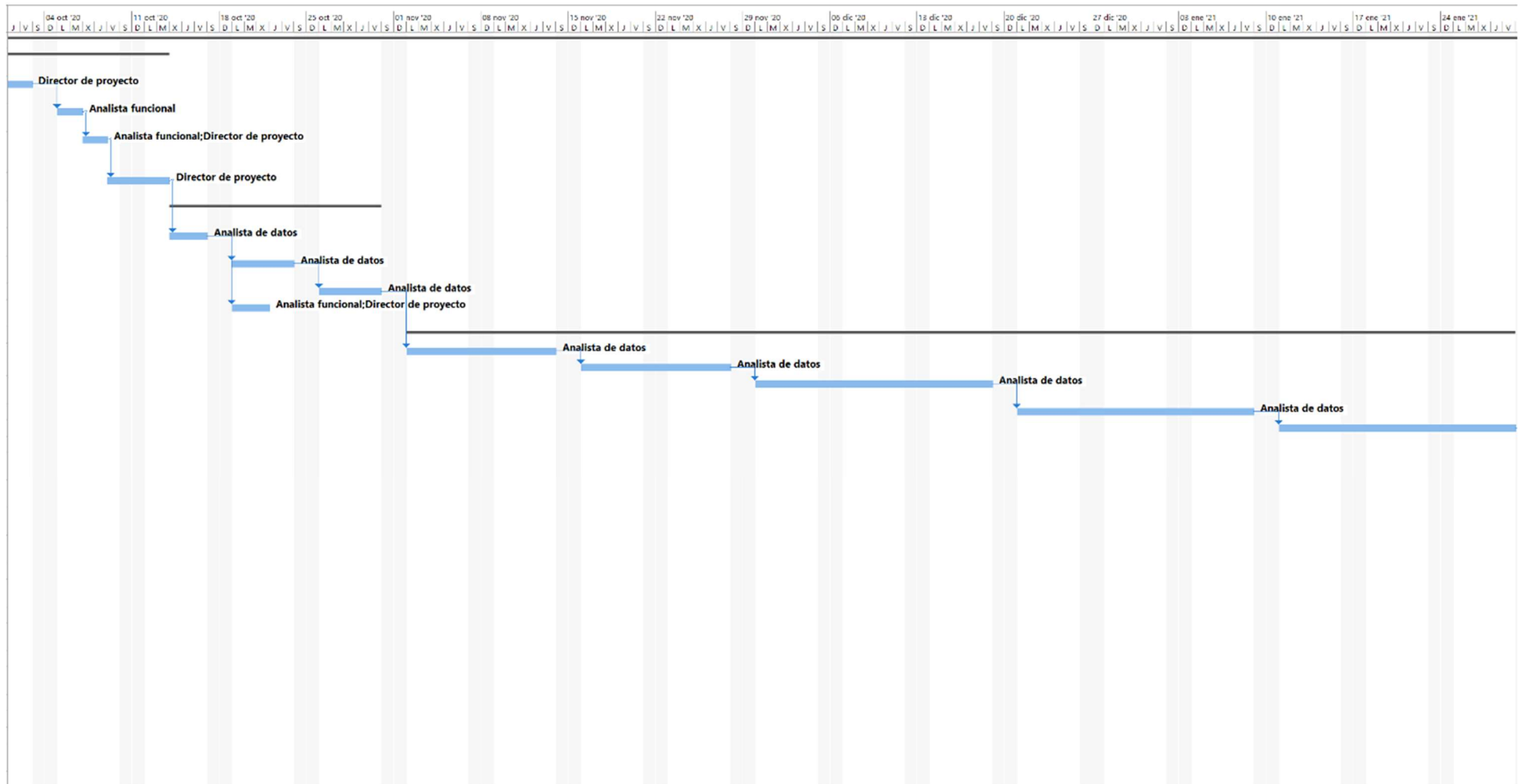


Figura 6.1: Cronograma de aplicación de minería de datos (Primera parte)

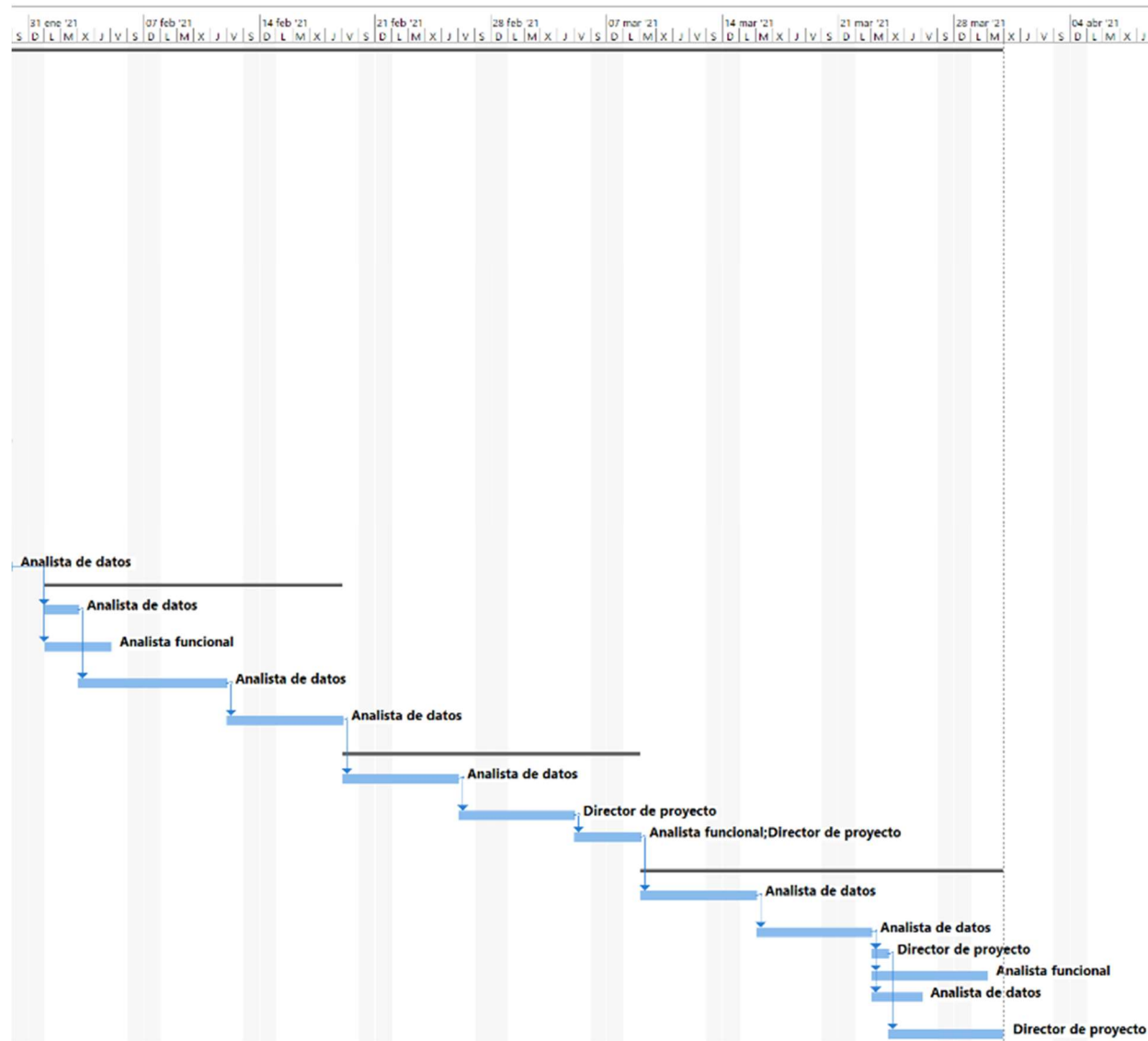


Figura 6.2: Cronograma de aplicación de minería de datos (Segunda parte)

5.3.2. Desarrollo del prototipo

Por otro lado, se confeccionó la Tabla 8, la cual define la duración de las tareas para el desarrollo del prototipo, la fecha de inicio esperada y fecha de finalización esperada para cada una de ellas.

Actividad	Días	Inicio Esperado	Finalización Esperada	Responsable	Quién cumplió el rol
Prototipo aplicativo	63 días	jue 01/04/21	lun 28/06/21		
Prototipo 1	16 días	jue 01/04/21	jue 22/04/21		
Comunicación	1 día	jue 01/04/21	jue 01/04/21	Director de proyecto	Rivero
Planeación	2 días	vie 02/04/21	lun 05/04/21	Analista funcional	Rivero
Modelado	3 días	mar 06/04/21	jue 08/04/21	Analista funcional	Rivero
Desarrollo	7 días	vie 09/04/21	lun 19/04/21	Desarrollador	Rivero
Despliegue	3 días	mar 20/04/21	jue 22/04/21	Desarrollador	Rivero
Prototipo 2	16 días	vie 23/04/21	vie 14/05/21		
Comunicación	1 día	vie 23/04/21	vie 23/04/21	Analista funcional; Director de proyecto	Rivero
Planeación	2 días	lun 26/04/21	mar 27/04/21	Analista funcional	Rivero
Modelado	3 días	mié 28/04/21	vie 30/04/21	Analista funcional	Rivero
Desarrollo	7 días	lun 03/05/21	mar 11/05/21	Desarrollador	Rivero
Despliegue	3 días	mié 12/05/21	vie 14/05/21	Desarrollador	Rivero
Prototipo 3	16 días	lun 17/05/21	lun 07/06/21		
Comunicación	1 día	lun 17/05/21	lun 17/05/21	Analista funcional; Director de proyecto	Latini; Rivero
Planeación	2 días	mar 18/05/21	mié 19/05/21	Analista funcional	Latini; Rivero
Modelado	3 días	jue 20/05/21	lun 24/05/21	Analista funcional	Latini; Rivero
Desarrollo	7 días	mar 25/05/21	mié 02/06/21	Desarrollador	Latini; Rivero
Despliegue	3 días	jue 03/06/21	lun 07/06/21	Desarrollador	Latini; Rivero
Pruebas	15 días	mar 08/06/21	lun 28/06/21		
Plan de pruebas	3 días	mar 08/06/21	jue 10/06/21	Analista funcional; Tester	Latini; Rivero
Pruebas finales	7 días	vie 11/06/21	lun 21/06/21	Tester	Latini; Rivero
Documentación	5 días	mar 22/06/21	lun 28/06/21	Analista funcional; Director de proyecto	Latini; Rivero

Tabla 8: Lista de actividades y cronograma de desarrollo del prototipo aplicativo

A continuación, en las Figuras 7.1 y 7.2, se ilustra mediante un diagrama de Gantt la programación de las actividades anteriores:

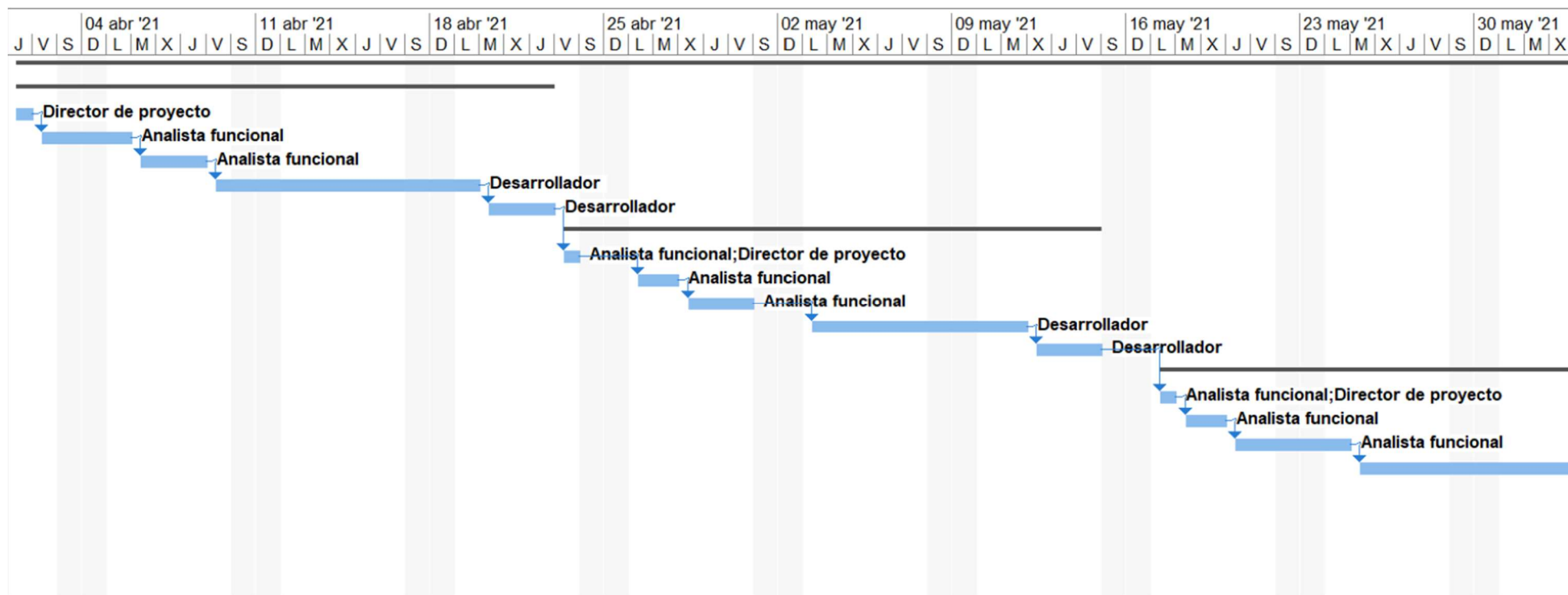


Figura 7.1: Cronograma de desarrollo de prototipo (Primera parte)

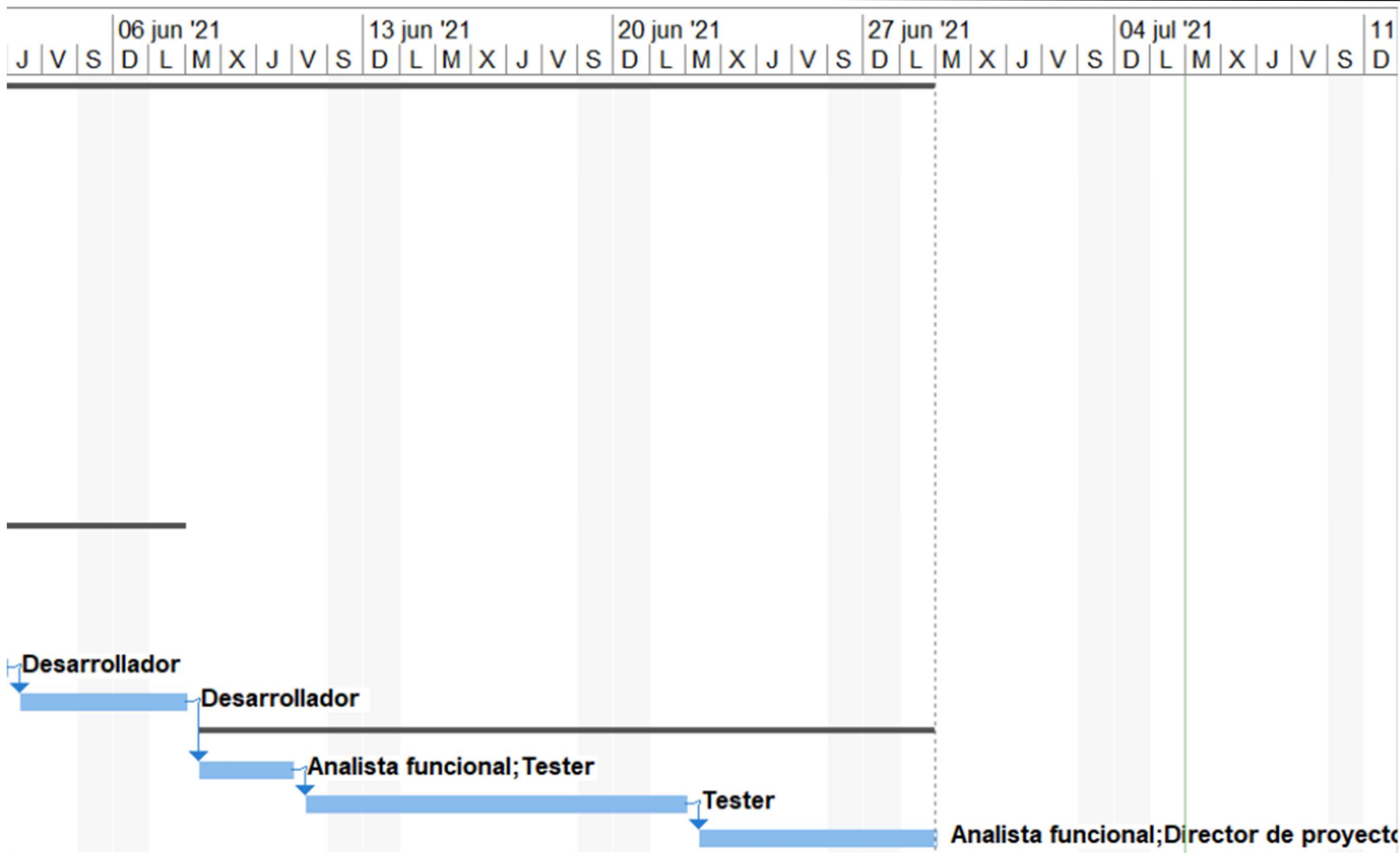


Figura 7.2: Cronograma de desarrollo de prototipo (Segunda parte)

5.4. Alternativas tecnológicas

En este apartado se analizan las distintas alternativas tecnológicas de sistemas operativos, herramientas de minería de datos, lenguajes de programación, editores de código, repositorios de código y bases de datos; que pueden utilizarse para llevar a cabo el proyecto.

5.4.1. Sistemas operativos

A continuación, se realiza un breve análisis de los sistemas operativos populares del mercado.

Windows

Es el sistema operativo más conocido y utilizado a nivel mundial. Es un sistema operativo intuitivo y de fácil uso que cuenta con una comunidad de soporte a nivel mundial y ofrece licencias estudiantiles para el mismo y sus distintas plataformas. La gran mayoría del hardware y software son compatibles con este sistema.

Debido a que es un sistema muy utilizado y conocido, algunas licencias de uso son costosas. Las amplias características funcionales del sistema hacen que las actualizaciones consuman muchos recursos. Los constantes avances tecnológicos a veces permiten que, con cierta frecuencia, el sistema se vea vulnerado ante ataques cibernéticos.

Este sistema operativo trabaja mínimamente con una estructura de hardware que cuente con un procesador a 1GHz o más rápido, memoria RAM de 1 GB y espacio en disco de 16 GB para un sistema operativo 32 bits, memoria RAM de 2 GB y espacio en disco de 32 GB para uno de 64 bits, tarjeta gráfica DirectX 9 o posterior, conexión a internet y pantalla con resolución 800x600 pixeles.

Sin embargo, para un óptimo funcionamiento se recomiendan las siguientes características de hardware: procesador Dual Core a 2GHz o más, memoria RAM de 4 Gb o más, espacio disponible en disco de 50 GB y tarjeta gráfica DirectX 10 o superior. (Microsoft, 2021).

GNU/Linux

Es un sistema operativo gratuito de software libre cuyo rendimiento y uso de recursos son altamente estables. Cuenta con entornos gráficos y arquitecturas para sus distintas

versiones. Por la difusión y conocimiento del sistema, podemos encontrar muchas aplicaciones de código abierto en la web.

Como desventaja hallamos que estos sistemas de software libre requieren conocimientos específicos de hardware a la hora de la instalación de algunas versiones y para realizar algunas tareas.

Para este sistema operativo, vamos a considerar la distribución Ubuntu en su versión 20.04 que es la actual versión estable. Sus requisitos mínimos son: Procesador de doble núcleo a 2GHz o superior, memoria RAM de 2GB o más, resolución de pantalla de 800x600 pixeles, 25 GB de espacio disponible en disco duro, unidad de DVD o puerto USB para la instalación del sistema operativo y conectividad a internet. (Linux, 2021).

MACos

Es un sistema operativo desarrollado por Apple que se considera el sistema con la mejor interfaz gráfica en el mercado. Posee características que facilitan el diseño gráfico.

Su utilización de recursos es eficiente y su nivel de seguridad lo hace muy pocas veces vulnerable a ataques

Las desventajas encontradas es que solo funciona en dispositivos Apple. El software existente para este sistema operativo es muy limitado y el soporte es escaso ante fallas en el sistema.

Para los dispositivos de la marca que ya vienen con el sistema operativo instalado, se recomienda:

- MacOS Big Sur, la actual versión del sistema operativo.
- Navegadores: Safari 9.1 o posterior, Firefox 45 o superior, Google Chrome 54 o posterior u Opera.
- IWork para mac: Pages 5.5 o posterior, Numbers 3.5 o posterior y KeyNote 6.5 o posterior. Software utilitario equivalente a Microsoft Office

A pesar de lo mencionado en el párrafo anterior, es posible instalar este sistema en otros dispositivos con sistema operativo Windows, con los siguientes requisitos mínimos:

- Sistema operativo Microsoft Windows 10
- iCloud para Windows 11 o posteriores.
- iTunes 12.7: Sistema de sincronización de archivos.

- Outlook 2016 o versiones posteriores.
- Navegadores: Firefox 45 o superior, Google Chrome 54 o posterior u Opera.

(Apple, 2021).

Elección del sistema operativo

Como resultado de este análisis, el sistema operativo elegido para la realización del proyecto fue Windows, dado que es el sistema mas utilizado en el mercado, es sobre el cual existe mayor documentación e información disponible, tiene alta compatibilidad con la mayoría de lenguajes de programación, motores de bases de datos y herramientas de minería de datos, además de ser la cual sobre la que se tienen mayores conocimientos.

5.4.2. Herramientas de minería de datos

De acuerdo con una encuesta realizada por la página kdnuggets en el año 2019 sobre las distintas alternativas de software para minería de datos, las 3 herramientas más utilizadas son Python, Rapidminer y RStudio, por lo que el análisis se debe realizar sobre las mismas para determinar cuál es la óptima para llevar a cabo el proyecto (Piatetsky, 2019).

Python

Es un lenguaje de programación que proporciona todas las herramientas necesarias para llevar a cabo el proceso de minería de datos, en sus distintas etapas, de manera efectiva con bibliotecas dedicadas a las mismas.

Viene con poderosas bibliotecas estadísticas y numéricas como Pandas, Numpy, Matplotlib, SciPy, scikit-learn, etc. y bibliotecas avanzadas de aprendizaje profundo como Tensorflow, PyBrain, etc.

Este lenguaje, de alto nivel basado en intérpretes, equipa a los científicos de datos para implementar soluciones y que, al mismo tiempo, sigan los estándares de los algoritmos requeridos.

Permite trabajar con datos de todo tipo como como CSV (valor separado por comas), TSV (valor separado por tabulaciones) o JSON procedentes de la web.

Además, permite importar tablas SQL directamente al código o si se necesita raspar cualquier sitio web, Python ayuda a realizar estas tareas fácilmente con sus bibliotecas dedicadas como PyMySQL y BeautifulSoup, respectivamente (Sitio Big Data, 2020).

Las características del lenguaje de programación Python se resumen a continuación:

- Es un lenguaje interpretado, no compilado, usa tipado dinámico, es decir, que los objetos en tiempo de ejecución tienen un tipo, fuertemente tipado, es decir, que un tipo de valor no cambia repentinamente.
- Es multiplataforma, lo cual es ventajoso para hacer ejecutable su código fuente entre varios sistemas operativos.
- Es un lenguaje de programación multiparadigma, el cual soporta varios paradigmas de programación como orientación a objetos, estructurada, programación imperativa y, en menor medida, programación funcional.
- En Python, el formato del código es estructural.

Para el caso de la minería de datos, se pueden obtener distintas librerías que permiten realizar una gran variedad de actividades, como ser Pandas, Numpy, Plotly, entre otras (Govantec, 2019).

Rapidminer

Es una herramienta informática para el análisis y la minería de datos. Rapidminer Studio, en sus diferentes versiones, es un programa multiplataforma desarrollado en Java que brinda licencias gratuitas estudiantiles para su utilización, pero estas son limitadas. Por ejemplo, la cantidad de instancias máximas de un repositorio es limitada.

Su entorno es apto para el aprendizaje automático, minería de datos, minería de texto y análisis predictivos y de negocios.

La funcionalidad de esta herramienta abarca desde la extracción, transformación y carga de datos, hasta la visualización, validación y optimización de resultados.

La interfaz gráfica ofrecida es de muy alta calidad, haciendo sencillo e intuitivo el uso de la herramienta. Además, permite generar una amplia variedad de gráficos para una mejor presentación y comprensión de los resultados.

Es utilizado el análisis de datos que alimenten a aplicación industriales y de negocio, como así también para la investigación, la educación y el desarrollo de aplicaciones.

Es una herramienta de minería de datos que puede operar tanto en Windows 7, 8 y 10, siendo esta última la más recomendada en su versión de 64 bits, en Linux de 64 bits y en MacOS X 10.

Soporta conectividad a distintos motores de base de datos relacionales como lo son Oracle, Microsoft SQL Server, MySQL, PostgreSQL, Teradata, HP Vertica e IBM Netezza y además, conectividad a motores no relacionales como MongoDB, Cassandra, Apache Solr y Splunk (solo lectura).

En cuanto a servicios de nube, ofrece la posibilidad de trabajar con DropBox, Amazon S3, Microsoft Azure Blob Storage, Salesforce, Twitter, Mozenda y Zapier, estos 3 últimos con la restricción de solo lectura.

Para el análisis de datos, soporta las siguientes extensiones de archivos: CSV, MDB/ACCDB, XLS/XLSX, XML, ARFF/XRFF, QVX (solo escritura) DBF – Dbase, SAV – IBM SPSS, SAS y DTA, siendo estos últimos 4 de solo lectura.

- Procesador Dual Core a 2GHz o mas
- Memoria RAM de 4GB o mas
- Espacio disponible en disco de 1GB
- Resolución de pantalla de 1280x1024 pixeles.

(Rapidminer, 2021).

RStudio

En sentido estricto, R es un lenguaje de programación. Es una herramienta de código abierto que permite la manipulación de datos, análisis estadístico y visualización, mediante la generación de scripts. Sin embargo, existen algunos ambientes de desarrollo integrados (IDE) que brindan una interfaz gráfica amigable para realizar el trabajo, siendo RStudio, el principal de ellos.

Es una herramienta compatible en todos los sistemas operativos que incorpora características del enfoque orientado a objetos y programación funcional. Posee una comunidad donde se puede encontrar ayuda y nuevas funciones. Permite importar y exportar datos en diversos formatos.

Como desventajas tenemos que no es bien escalable para grande y que los espacios de trabajo se almacenan en la memoria RAM, por lo que son limitados (Vargas Govea, 2014).

Compatible con todos los tipos de archivo conocidos. R-Studio busca archivos con las conocidas características típicas de sus estructuras lo que permite al usuario buscar archivos en dispositivos con sistemas de archivos desconocidos incluidos los discos duros, CD, DVD, disquetes, tarjetas Compact Flash, unidades USB, unidades ZIP, tarjetas de memoria y otros dispositivos de almacenamiento extraíbles.

Los requisitos del Sistema para la utilización de RStudio son los siguientes

- Sistema operativo Windows en sus versiones 9x / ME / NT4.0 / 2000 / XP / 2003 / Vista / 7 / 8 / 2012 Server / 8.1 / 10 compatible con Intel.
- Un mínimo de 32 MB de memoria RAM, un mouse y espacio de disco suficiente para archivos, archivos de imagen u otros elementos recuperados.
- Privilegios de administrador para instalar y ejecutar utilidades de R-Studio en Windows NT/2000/XP/2003/Vista/7/8/2012 Server/8.1/10.
- Conexión de red para recuperar datos.

(RStudio, 2021)

Elección de la herramienta de minería de datos

Luego de realizar este análisis, el resultado de la elección fue trabajar con la herramienta Rapidminer Studio, debido a que es una herramienta visual, donde los operadores se representan mediante bloques que se insertan al proceso y se conectan entre sí; tiene una baja curva de aprendizaje; tiene una activa comunidad online que brinda ayuda y soporte; es compatible con Windows, que fue el sistema operativo elegido para el proyecto; a su vez soporta distintos tipos de archivos; permite conexiones a distintos motores de base de datos, y por ultimo es sobre el cual se tienen mayores conocimientos.

5.4.3. Lenguaje de programación

A continuación, se realiza un breve análisis de algunos de los lenguajes de programación más utilizados del mercado.

Java

Java es un lenguaje de programación orientado a objetos que es muy utilizado para el desarrollo de aplicaciones. su intención es permitir que los desarrolladores de aplicaciones

escriban el programa una sola vez y lo ejecuten en cualquier dispositivo. Es independiente de la plataforma, esto significa que programas escritos en el lenguaje Java pueden ejecutarse en cualquier tipo de hardware, lo que lo hace portable (Rock Content, 2019).

PHP

Es un lenguaje de código abierto muy popular especialmente adecuado para el desarrollo web y que puede ser incrustado en HTML. En lugar de usar muchos comandos para mostrar HTML, las páginas de PHP contienen HTML con código incrustado que hace "algo". Lo mejor de utilizar PHP es su extrema simplicidad para el principiante, pero a su vez ofrece muchas características avanzadas para los programadores profesionales (The PHP Group, 2021).

C#

C# es un lenguaje de programación orientado a objetos diseñado por la conocida compañía Microsoft.

La programación orientada a objetos es una rama de la informática que usa como su propio nombre indica los objetos y las interacciones de estos para diseñar aplicaciones y programas informáticos. Cabe destacar que un objeto en programación es una entidad que combina el estado (los datos del objeto), comportamiento o método (definen qué operaciones puede hacer el objeto) e identidad (factor diferenciador de los otros objetos).

C# es considerado como una evolución por sus lenguajes antecesores que son el C y el C++. C Sharp presenta los atributos positivos de C++, Java y Visual Basic y los mejora otorgando un lenguaje fuerte y actualizado para los tiempos actuales (Jiménez Rivera, 2018).

Algunas de las características de C# son:

- Sintaxis sencilla
- Escritura: En C# tienes que declarar los tipos de datos con las variables, además que estas variables no pueden ser globales. De esta manera se reducen los errores de compilación.
- Orientación a componentes: Podemos definir propiedades sin necesidad de crear métodos, o usar eventos sin tratar con punteros a funciones. Escribir código en C# es mucho más sencillo y potente que en otros lenguajes de programación.

- CLR (Common Language Runtime): Es el núcleo de .NET, el motor que ejecuta las aplicaciones programadas en C#, lo que ayuda a la integración del sistema operativo o dlls externas.
- Espacio de nombres: Puedes agrupar o aislar código mediante *namespaces*.
- Amplia variedad de bibliotecas.
- Multiplataforma.
- Integración con otros lenguajes: Cualquier lenguaje que se compile con .NET, como la nueva versión de Visual Basic, puede aprovecharse para usar en tu proyecto.
- Mejora en la gestión de memoria: C# dispone de un recolector de basura que destruye los objetos que no se usan en memoria.
- Multihilo: Puedes dividir tu código en múltiples hilos de ejecución, trabajar en paralelo y sincronizándose al final.

(LenguajesDeProgramación.net, 2021)

Angular

Angular es un marco de trabajo de código abierto desarrollado por Google para facilitar la creación y programación de aplicaciones web de una sola página, las webs SPA (*Single Page Application*).

Angular separa completamente el *frontend* y el *backend* en la aplicación, evita escribir código repetitivo y mantiene todo más ordenado gracias a su patrón MVC (Modelo-Vista-Controlador) asegurando los desarrollos con rapidez, a la vez que posibilita modificaciones y actualizaciones (Quality Devs, 2019).

Laravel

Laravel es un popular *framework* de PHP. Permite el desarrollo de aplicaciones web totalmente personalizadas de elevada calidad.

Es un *framework* del tipo MVC, que resulta bastante moderno y ofrece muchas utilidades potentes a los desarrolladores, que permiten agilizar el desarrollo de las aplicaciones web.

Funciona por medio de línea de comandos, con Artisan, que es el nombre que le dan a esta interfaz por comandos para ejecutar muchas funcionalidades como ver todas las rutas de la aplicación disponible, o poner a correr la aplicación o pararla.

Laravel pone énfasis en la calidad del código, la facilidad de mantenimiento y escalabilidad, lo que permite realizar proyectos desde pequeños a grandes o muy grandes. Además, permite y facilita el trabajo en equipo y promueve las mejores prácticas (DesarrolloWeb, 2021).

Elección del lenguaje de programación

Tras este análisis, se eligió trabajar con C# ya que es el lenguaje por el cual su propietario, Microsoft, ha apostado para sus desarrollos oficiales, por lo cual existe un amplio soporte y documentación técnica; al ser de Microsoft es fácil de conectar con otros productos de la marca como ser bases de datos, librerías, framework;, es un lenguaje con una curva de aprendizaje baja; y por último, se cuenta con experiencia en la utilización de este lenguaje.

Además, se eligió como alternativa para desarrollar el *frontend* al *framework* Angular, ya que se contaba con conocimientos previos de la herramienta; es fácilmente adaptable a varios lenguajes de programación de *backend*, ya que se conecta a ellos mediante el estándar API REST; es uno de los mas usados en la actualidad por lo que existe una amplia comunidad que brinda soporte.

5.4.4. Editores de código

A continuación, se realiza un breve análisis de algunos de los editores de código más utilizados del mercado.

Sublime Text

Sublime Text es un editor de código multiplataforma. Es una herramienta concebida para programar sin distracciones. Su interfaz de color oscuro y la riqueza de coloreado de la sintaxis, centra la atención completamente.

El sistema de resaltado de sintaxis de Sublime Text soporta un gran número de lenguajes (C, C++, C#, CSS, D, Erlang, HTML, Groovy, Haskell, HTML, Java, JavaScript, LaTeX, Lisp, Lua, Markdown, Matlab, OCaml, Perl, PHP, Python, R, Ruby, SQL, TCL, Textile and XML).

El programa dispone de auto-guardado, muchas opciones de personalización, cuenta con un buen número de herramientas para la edición del código y automatización de tareas. Soporta macros, *Snippets* y auto completar, entre otras funcionalidades. Algunas de sus características son ampliables mediante *plugins*.

Sublime Text es un programa de pago, la licencia individual cuesta U\$S 59, aunque se puede descargar una versión de prueba, plenamente funcional y sin limitación de tiempo (Manuel, 2012).

Visual Studio Code

Es un editor de código fuente sofisticado, desarrollado por Microsoft, que admite muchas funcionalidades prácticas al momento de trabajar con el código.

La edición de código no está limitada para C# y VB (lenguajes propietarios de Microsoft) si no que de nueva cuenta el *Open Source* está en el paquete: Java, Go, C, C++, Ruby, Python, PHP, Perl, JavaScript, Groovy, Swift, PowerShell, Rust, DockerFile, CSS, HTML, XML, JSON, Lua, F#, Batch, SQL, Objective-C, etc.

Es un editor de texto gratuito y fue creado y diseñado para que funcione en los tres sistemas operativos mayormente utilizados: Windows, Linux y Mac OS (Blog IT Pro, 2016).

Elección de editores de código

El editor de código utilizado para el proyecto es Visual Studio Code, debido a su interfaz amigable y la experiencia en proyectos anteriores con el mismo.

5.4.5. Repositorios

A continuación, se realiza un breve análisis de las herramientas de control de versiones y desarrollo de software de código que se utilizarán.

GitLab

GitLab es un servicio web de control de versiones y desarrollo de software colaborativo que, además de funcionar como gestor de repositorios, ofrece también alojamiento de wikis y un sistema de seguimiento de errores, todo ello publicado bajo una licencia de código abierto.

GitLab es una suite completa que permite gestionar, administrar, crear y conectar los repositorios con diferentes aplicaciones y hacer todo tipo de integraciones con ellas (GitLab, 2020).

Sublime Merge

Es una poderosa interfaz gráfica de usuario para administrar GitLab, que permite gestionar los cambios en las distintas ramas de los proyectos informáticos de una manera intuitiva sin necesidad de abrir una consola para escribir comandos que ejecuten las acciones relativas al funcionamiento del repositorio. Fue desarrollada para ser operativa tanto en Windows como en Linux y MACos (Sublime Merge).

5.4.6. Bases de datos

A continuación, se realiza un breve análisis de algunos de los editores de código más utilizados del mercado.

Microsoft SQL Server

Microsoft SQL Server es el sistema gestor de base de datos relacional (RDBMS) clásico de Microsoft, y una de las bases de datos más utilizadas del mercado.

La base de datos funciona en modo de servidor, pero sólo puede instalarse sobre servidores Windows, proporcionando los servicios de acceso y manipulación de datos y estructuras, que se pueden utilizar desde aplicaciones o herramientas cliente como SQL Server Management Studio, SQLCmd, o herramientas de terceros que pueden utilizar conectores como ODBC, ADO.NET o OLE-DB para ejecutar comandos TSQL sobre SQL Server.

Para la manipulación de datos y estructuras de la base de datos, SQL Server utiliza el lenguaje Transact-SQL, o TSQL, derivado del SQL estándar.

Aparte de los servicios básicos de gestión de datos este RDBMS ha ido incorporando en sucesivas versiones nuevos servicios, como el de búsqueda textual avanzada y, sobre todo, servicios de *Business Intelligence*, de manera que este producto de Microsoft incluye también las herramientas necesarias para implementar un sistema de BI.

Estas herramientas son la ETL *SQL Server Integration Services* (SSIS), la herramienta para creación de cubos OLAP *SQL Server Analysis Services* (SSAS) y la herramienta para la creación y acceso a informes operacionales *SQL Server Reporting Services* (SSRS).

SQL Server también proporciona herramientas y utilidades bastante fáciles de utilizar para gestionar *backups*, aplicar compresión a los datos, servicios de replicación, programación y ejecución de tareas, envío de correos electrónicos, un *service broker*, y herramientas para mantenimiento, *profiling*, rastreo de actividad y optimización del rendimiento (Dataprix, 2019).

PostgreSQL

PostgreSQL, o también conocido como Postgres, es un sistema de gestión de bases de datos relacionales (RDBMS) libre y de código abierto (*Open Source*) que hace énfasis en la extensibilidad y el cumplimiento de SQL.

Es gratuito y libre, además de que hoy nos ofrece una gran cantidad de opciones avanzadas. De hecho, es considerado el motor de base de datos más avanzado en la actualidad.

En Postgres no se requiere usar bloqueos de lectura al realizar una transacción lo que nos brinda una mayor escalabilidad. También PostgreSQL tiene Hot-Standby. Este permite que los clientes hagan búsquedas (sólo de lectura) en los servidores mientras están en modo de recuperación o espera. Así podemos hacer tareas de mantenimiento o recuperación sin bloquear completamente el sistema.

PostgreSQL aporta mucha flexibilidad a nuestros proyectos. Por ejemplo, nos permite definir funciones personalizadas por medio de varios lenguajes como Java, Ruby, PHP, Python, etc.

Otra ventaja de PostgreSQL es que es multiplataforma muchas y ofrece el código fuente desde el sitio oficial. Existe también una interfaz gráfica que presenta una manera sencilla de trabajar con este motor de base de datos que es PgAdmin (Dorantes, 2015).

Elección del sistema de base datos para el proyecto

A la hora de seleccionar el motor de base de datos se optó por Microsoft SQL Server debido a que es fácilmente integrable con otras herramientas de Microsoft, como ser entornos de desarrollo o lenguajes de programación; soporta transacciones; es altamente escalable; de fácil mantenimiento; permite trabajar en modo cliente-servidor, donde la información y datos se alojan en el servidor y las terminales o clientes de la red solo acceden a la información; y además se tenía experiencia previa de uso de la herramienta.

5.5. Gestión de los costos del proyecto

En este apartado se detallan los costos asociados al desarrollo del proyecto.

5.5.1. Recursos humanos

En la Tabla 9 se detallan los costos asociados al recurso humano necesario para llevar a cabo el proyecto.

<i>Recurso humano</i>	<i>Precio por hora (\$) ¹</i>	<i>Horas asignadas</i>	<i>Total</i>
Director del proyecto	720	248	178.560
Analista funcional	480	344	165.120
Analista de datos	480	880	422.400
Desarrollador	320	240	76.800
Tester	240	80	19.200
Total (\$)			862.080

Tabla 9: Costos del recurso humano

5.5.2. Recursos software

Para el desarrollo de este proyecto, no existen costos asociados a algunas herramientas de software debido a que los desarrolladores de dichas soluciones tienen disponibles versiones con licencias de adquisición gratuita. En la Tabla 10 se detallan los costos asociados a los recursos software necesarios para llevar a cabo el proyecto.

<i>Recurso software</i>	<i>Precio (USD)</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Total (USD)</i>	<i>Total (\$) ²</i>
Rapidminer Studio	0	1	0	0
Licencia Windows 10 Professional	200	2	400	27.896
Licencia Microsoft Office 2019 Professional	440	1	440	30.616
Microsoft Visual Studio 2019	0	1	0	0
Microsoft SQL Server Express 2019	0	2	0	0
Visual Studio Code	0	1	0	0
Sublime Merge	0	1	0	0
GitLab	0	1	0	0
Total (\$)				58.512

Tabla 10: Costos del recurso software

¹ Los precios por hora fueron tomados de la página de COPAIPA a fecha 20/06/2020

² Los montos en dólares se convirtieron a pesos argentinos según la cotización del Banco Central de la República Argentina a fecha de 20/06/2020. 1 dólar = 69,74 pesos argentinos

5.5.3. Recursos tecnológicos

En la Tabla 11 se detallan los costos asociados a los recursos tecnológicos necesarios para llevar a cabo el proyecto.

<i>Recurso tecnológico</i>	<i>Precio (USD)</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Total (USD)</i>	<i>Total (\$) ³</i>
Notebook HP 15-AY138CL	1.200	1	1.200	83.688
Notebook ASUS ROG Strix Scar III	1.700	1	1.700	118.558
Impresora HP LaserJet P1102W	215	1	215	14.994
Total (\$)				217.240

Tabla 11: Costos del recurso tecnológico

5.5.4. Costo de implementación

En la Tabla 12 se detallan los costos asociados a la implementación de la solución dentro de la organización.

<i>Recurso de implementación</i>	<i>Precio (\$)</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Total (\$)</i>
Servidor Dell Poweredge T40 Xeon E3-2224 8gb 1tb Hd No T30	100.000	1	100.000
Licencia Windows Server 2012 R2	27.896	1	27.896
Rack Inglobar 30 unidades	65.000	1	65.000
Router MikroTik RouterBOARD RB2011UiAS-RM	17.000	1	17.000
Switch Cisco SG110D-08 serie 110	8.400	1	8.400
Firewall Cisco Rv160 Ethernet Rv	23.000	1	23.000
100 Metros Cable De Red Utp Lan Categoría 5e	2.750	2	5.500
Monitor Philips V 193V5LSB2 led 18.5	18.000	3	54.000
Pc Armada Dual Core 4 Gigas Ram Hd 320g + W10Home + Teclado + Mouse	20.000	3	60.000
Total (\$)			360.796

Tabla 12: Costos de implementación

³ Los montos en dólares se convirtieron a pesos argentinos según la cotización del Banco Central de la República Argentina a fecha de 20/06/2020. 1 dólar = 69,74 pesos argentinos

5.5.5. Papelería

En la Tabla 13 se detallan los costos de librería necesarios para llevar a cabo el proyecto.

<i>Recurso de papelería</i>	<i>Total (\$)</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Total (\$)</i>
Resma Autor A4 75mm	500	2	1.000
Toner CB345A	500	1	500
Lapiceras	70	50	3.500
Anotadores	100	20	2.000
Total (\$)			7.000

Tabla 13: Costos de papelería

5.5.6. Costo total del proyecto

En la Tabla 14 se detallan cada uno de los costos asociados al proyecto y el total necesario para llevarlo a cabo.

<i>Recurso</i>	<i>Total (\$)</i>
Recurso humano	862.080
Recurso software	58.512
Recurso tecnológico	217.240
Recurso de implementación	360.796
Papelería	7.000
Total (\$)	1.505.628

Tabla 14: Costo total del proyecto

5.6. Gestión de los recursos humanos del proyecto

En la Tabla 15 se detalla la asignación de los recursos al personal encargado de llevar a cabo el proyecto.

RRHH/Recursos	Anotadores	Lapiceras	Computadoras para desarrollo	Hardware para sucursales	Impresoras	Licencias de software para desarrollo	Licencias de Sistema Operativo
Director del proyecto	Si	Si			Si		
Analista funcional	Si	Si			Si		
Analista de datos			Si		Si	Si	Si
Desarrollador			Si		Si	Si	Si
Tester				Si			

Tabla 15: Gestión del recurso humano del proyecto

5.7. Gestión de los riesgos del proyecto

En la Tabla 16 se detalla la gestión de los riesgos asociados al proyecto.

N° de Riesgo	Tipo de Riesgo	Riesgo		Impacto	Probabilidad	Evaluación		Respuesta	Responsable de la acción de respuesta
		Fuente	Consecuencia			Valor	Nivel		
1	Externo	Demora de entrega de tecnologías	Extensión del tiempo y costo	A	M	6	Alto	Tener proveedores alternativos	Director de proyecto
2	Externo	Falla de tecnologías	Extensión del tiempo y costo	A	M	6	Alto	Tener proveedores alternativos	Director de proyecto
3	Técnico	Resultados inesperados de pruebas	Extensión del tiempo y costo	A	M	6	Alto	Realizar las correcciones correspondientes	Desarrollador
4	Técnico	Funcionamiento incorrecto del sistema	Extensión del tiempo y costo	A	M	6	Alto	Realizar los ajustes necesarios	Analistas y Desarrollador
5	Técnico	Modelos de predicción incorrectos	Información inconsistente en el sistema	A	B	3	Medio	Verificar y ajustar modelos	Analista de datos
6	Externo	Situación de pandemia	Disminución laboral	A	M	6	Alto	Revisar cronogramas y presupuestos	Director de proyecto

7	Técnico	Datos no informatizados	Extensión del tiempo y costo	M	A	4	Alto	Carga manual de datos	Analista funcional
8	Externo	Dispersión de los datos	Extensión del tiempo y costo	M	A	3	Medio	Búsqueda de planillas de egresos de stock	Personal de la organización
9	Técnico	Inconsistencia de los datos	Información inconsistente en el sistema	A	B	2	Medio	Correcciones en la base de datos	Analista de datos
10	Externo	Información ilegible	Demoras en carga de datos	M	M	2	Medio	Consulta a personal de la organización	Analista de datos

Tabla 16: Gestión de los riesgos del proyecto

5.8. Análisis de factibilidad

En la siguiente sección se presenta el análisis de factibilidad del proyecto, en sus aspectos técnicos, operativos, legales, ambientales y económicos.

5.8.1. Factibilidad técnica

Las tecnologías necesarias para la realización del proyecto, en sus etapas de minería de datos y desarrollo, existen y están a disposición del equipo de trabajo. La infraestructura informática propuesta en la sección 5.5.4 posee características que permitirán el funcionamiento del prototipo, siendo este escalable para agregarle mayor funcionalidad y así ofrecer respuestas adecuadas a los usuarios del mismo, por lo que el desarrollo del proyecto es técnicamente factible.

5.8.2. Factibilidad operativa

Una vez que el prototipo esté terminado y probado, este será instalado en la organización para empezar a trabajar. Si bien actualmente la organización no cuenta con el hardware necesario para llevar a cabo la implementación, en la sección 5.5.4 se propone la adquisición del mismo, el cual es adecuado para el funcionamiento del prototipo.

La organización apoya al equipo de trabajo para el desarrollo del proyecto brindando la información necesaria para someterla al proceso de minería de datos, la disposición para resolver dudas y presentar avances mediante reuniones con directivos y usuarios, por lo que, al hacer partícipes a estos últimos, se desarrolla el prototipo en base a su forma de trabajar.

Por todo esto se considera que el proyecto es factible operativamente.

5.8.3. Factibilidad legal

Consideramos que el proyecto es legalmente factible ya que los datos a analizar son propiedad de la organización, y a la hora de desarrollar el prototipo se seguirán las leyes de protección de datos personales y propiedad intelectual.

5.8.4. Factibilidad ambiental

El proyecto se considera factible ambientalmente ya que su realización no perjudica de ninguna manera a la conservación del medioambiente y tiende a la no utilización del papel. Actualmente las salidas de material se realizan en planillas impresas, mientras que con la

utilización del prototipo se almacenarán en una base de datos que podrá ser consultada cuando sea necesario.

Con el desarrollo del proyecto, se disminuirá el uso del papel y, por lo tanto, disminución en el consumo de la materia prima necesaria para su fabricación.

5.8.5. Factibilidad económica

Para realizar este análisis nos centramos netamente en el aspecto económico, sin tener en consideración factores financieros como ser depreciaciones, amortizaciones, fuentes de financiamiento, alternativas de inversión, entre otros.

En primer lugar, analizamos los datos relativos a entradas y salidas de materiales, como también el precio unitario de cada uno de ellos.

En la Tabla 17 se observa cada uno de los productos estudiados, con su precio unitario, la cantidad de entradas, la cantidad de salidas ocurridas y el costo como resultado de multiplicar la cantidad de entradas por el precio unitario.

<i>Producto</i>	<i>Precio unitario</i>	<i>Entradas totales</i>	<i>Salidas totales</i>	<i>Costo</i>
ANTIQUIEBRA	\$ 9.689,02	13	152	\$ 125.957,26
CORDON	\$ 6.016,39	12	33	\$ 72.196,68
FLUX	\$ 3.991,44	34	31	\$ 135.708,96
MB AC 220	\$ 4.113,46	26	23	\$ 106.949,96
MB AC 230	\$ 4.113,46	29	36	\$ 119.290,34
MB AC 240	\$ 4.113,46	29	28	\$ 119.290,34
MB AC 250	\$ 4.113,46	29	24	\$ 119.290,34
MB AC 265	\$ 4.113,46	28	16	\$ 115.176,88
RAC 10	\$ 761,63	444	130	\$ 338.163,72
RAC 12	\$ 595,85	560	57	\$ 333.676,00
RAC 14	\$ 626,58	400	60	\$ 250.632,00
RAC 20	\$ 750,41	420	51	\$ 315.172,20
RAC 22	\$ 864,16	1	14	\$ 864,16
RAC 25	\$ 1.010,86	200	32	\$ 202.172,00
RAC 35	\$ 1.458,11	100	30	\$ 145.811,00
RAC 40	\$ 1.336,97	142	41	\$ 189.849,74
RAC 42	\$ 2.011,43	30	35	\$ 60.342,90

RAC 44	\$ 2.392,84	48	37	\$ 114.856,32
RAC 45	\$ 1.269,65	128	17	\$ 162.515,20
RAC 46	\$ 2.159,37	48	19	\$ 103.649,76
RDY 230	\$ 324,23	15	53	\$ 4.863,45
REL 230	\$ 324,23	16	42	\$ 5.187,68
REL 240	\$ 324,23	17	54	\$ 5.511,91
REL B 230	\$ 324,23	8	39	\$ 2.593,84
RZL 115L 226	\$ 324,23	14	49	\$ 4.539,22
RZL 115L 234	\$ 324,23	12	42	\$ 3.890,76
RZL 115L 242	\$ 324,23	13	34	\$ 4.214,99
RZY 219	\$ 324,23	11	33	\$ 3.566,53
RZY 225	\$ 324,23	18	51	\$ 5.836,14
RZY 235	\$ 324,23	17	57	\$ 5.511,91
VD 04	\$ 713,27	108	29	\$ 77.033,16
VD 06	\$ 2.667,38	25	14	\$ 66.684,50
VD02	\$ 464,31	192	23	\$ 89.147,52
VF08	\$ 587,24	34	135	\$ 19.966,16
Totales cuatrimestrales		3.221	1.521	\$ 3.430.113,53
Totales promedio mensuales		806	381	\$857.528,38

Tabla 17: Estudio de factibilidad económica

Como se detalló en la sección 5.5.6, el costo total del proyecto es de \$1.505.628; a esto llamaremos inversión inicial.

Para realizar este análisis, se fija como horizonte temporal 1 año dividido en periodos mensuales. Así mismo, se trabajará con cantidades promedio tanto de unidades físicas como monetarias.

Para obtener el costo total mensual promedio debemos sumar los costos de cada producto y dividir el resultado por 4, ya que los datos estudiados corresponden a un periodo cuatrimestral. Como resultado obtenemos que el costo mensual es de \$857.528,38.

$$\text{Costo mensual promedio} = \frac{\sum \text{costo por producto}}{4}$$

Para obtener la cantidad de unidades mensuales promedio que se almacenan en el stock y no se utilizan en el proceso productivo, se restan las entradas y salidas mensuales. Por ello, la cantidad de unidades inmovilizadas es 425 unidades.

Además, debemos obtener el costo unitario promedio, el cual se obtiene dividiendo el costo total sobre la cantidad de entradas.

$$\text{Costo unitario} = \frac{\text{Costo total}}{\text{Cantidad entradas}} = \frac{857.528,38}{806} = 1.063,93$$

Con estos datos podemos calcular cuanto es el dinero que se invirtió en productos que no se utilizaron en el proceso productivo, para ello:

$$\text{Dinero inmovilizado} = \text{Costo unitario} * \text{Cantidad inmovilizada} = 1.063,93 * 425$$

$$\text{Dinero inmovilizado} = \$452.170,67$$

Por otro lado, si estimamos que el sistema predecirá con una desviación de hasta el 20% de la cantidad de salidas reales, según el factor crítico de éxito número 1; que en este caso es de 381 unidades, obtenemos que la cantidad de salidas rondará aproximadamente las 458 unidades.

Este dato, puede ser tenido en cuenta como la cantidad promedio de compras que deberían hacerse de manera mensual, es decir, se pueden interpretar como las futuras entradas que deberían ocurrir. Si las tomamos como tal, la cantidad de unidades inmovilizadas en promedio será de 77 unidades; y el dinero que se tendría inmovilizado de manera mensual con esa cantidad sería de \$81.922,69.

Una vez obtenidos el dinero inmovilizado tanto actual como esperado, estamos en condiciones de calcular el ahorro mensual que tendría la organización como resultado de esta inversión:

$$\text{Ahorro mensual} = \text{Dinero inmovilizado actual} - \text{Dinero inmovilizado esperado}$$

$$\text{Ahorro mensual} = 452.170,67 - 81.922,69 = 370.247,99$$

A este valor lo llamaremos beneficio mensual. Si se genera este ahorro de manera promedio a lo largo de todo el horizonte temporal, obtendríamos un beneficio anual total de \$4.442.975,84.

Para evaluar la factibilidad económica del proyecto se utiliza el índice de Retorno de la Inversión (ROI), el cual indica si una inversión se recupera en función de un beneficio obtenido dentro de un determinado periodo de tiempo; y viene dado por:

$$ROI = \frac{\text{Beneficio} - \text{Inversión}}{\text{Inversión}} * 100$$

$$ROI = \frac{4.442.975,84 - 1.505.628}{1.505.628} * 100$$

$$ROI = 195\%$$

Este método de evaluación nos dice que un proyecto es económicamente rentable cuando el valor de ROI es positivo.

Además, se puede determinar cuánto tiempo se necesitará para recuperar dicha inversión, mediante la formula de Periodo de Recupero:

$$\text{Periodo de recupero} = \frac{\text{Inversión}}{\text{Beneficio}}$$

$$\text{Periodo de recupero (Años)} = \frac{1.505.628}{4.442.975,84} = 0,34 \text{ años}$$

$$\text{Periodo de recupero (Meses)} = \frac{1.505.628}{370.247,99} = 4,02 \text{ meses}$$

Esto nos indica que la inversión inicial se recuperará en 0,34 años o, lo que es lo mismo, en 4,02 meses.

Según los métodos utilizados, se considera factible económicamente al proyecto dado que se recupera la inversión dentro del periodo de estudio.

6. Desarrollo de la solución

En este capítulo, se describe el desarrollo de la solución propuesta, dividiéndose en dos grandes etapas, la aplicación de minería de datos y el desarrollo del prototipo.

6.1. Aplicación de minería de datos

En este apartado, se describe la aplicación de minería de datos siguiendo la metodología CRISP-DM.

6.1.1. Comprensión del negocio

Como se comentó anteriormente en la introducción del trabajo, la empresa “San José Precurados” se encarga a brindar el servicio de precurado de neumáticos a vehículos pesados.

El proceso de precurado consiste en la recuperación estructural de neumáticos para su reutilización. Consta de 9 etapas que se desarrollan de manera consecutiva y se detallan a continuación:

- *Examen preliminar:* Se realiza una revisión visual de las propiedades del neumático: fecha de fabricación, estructura, en qué estado está el casco y qué desgaste tuvo, cómo están los talones, si tuvo alguna pinchadura, etc.
Este es el paso clave para determinar si el neumático está apto o no para ser reconstruido, y de estarlo, que materiales serán necesarios y en qué cantidad para llevar a cabo la reconstrucción. Una vez identificados los materiales y sus cantidades son retirados del depósito, es decir, aquí es donde se produce la salida de materiales.
- *Raspado:* El neumático ya habilitado para ser renovado ingresa a máquina que tornea el perímetro del neumático con un primer raspado, retirando el excedente de caucho. En ese punto también puede detectarse la necesidad de alguna reparación que a simple vista no se observó en la Inspección Inicial.
- *Escareado:* En esta instancia se define si continuará el proceso de renovado hasta el final, ya que está apto para ser recapado o no.
- *Aplicación de parches:* De ser necesario, se colocan parches internos para permitir que el neumático siga su proceso de renovado. El parche sirve para darle fortaleza al sector donde el neumático fue dañado. De no ser necesario un parche, este paso puede saltarse y continuar directamente con el siguiente.

- *Aplicación de flux:* Se coloca Flux al neumático sobre la superficie raspada, un antioxidante y adherente, preparándolo para recibir luego el caucho.
- *Preparación de bandas:* Se coloca cojín, es decir caucho crudo con acelerantes, para que luego se vulcanice y la banda de rodamiento se adhiera a la carcasa.
- *Relleno y embandado:* En este punto, se coloca la banda de rodamiento en función del requerimiento del cliente
- *Vulcanizado autoclave:* El neumático ingresa al autoclave, que es un "horno" donde se vulcaniza el neumático, que ya queda con la banda totalmente adherida. Este proceso se realiza por tiempo, temperatura y presión de aire comprimido.
- *Examen final:* Se controla el producto final, que todo esté en condiciones. En este punto el proceso está finalizado. El producto final son neumáticos aptos para su reutilización, extendiendo así su vida útil.

A continuación, en las Figuras 8.1 y 8.2 se observan las distintas etapas del proceso:

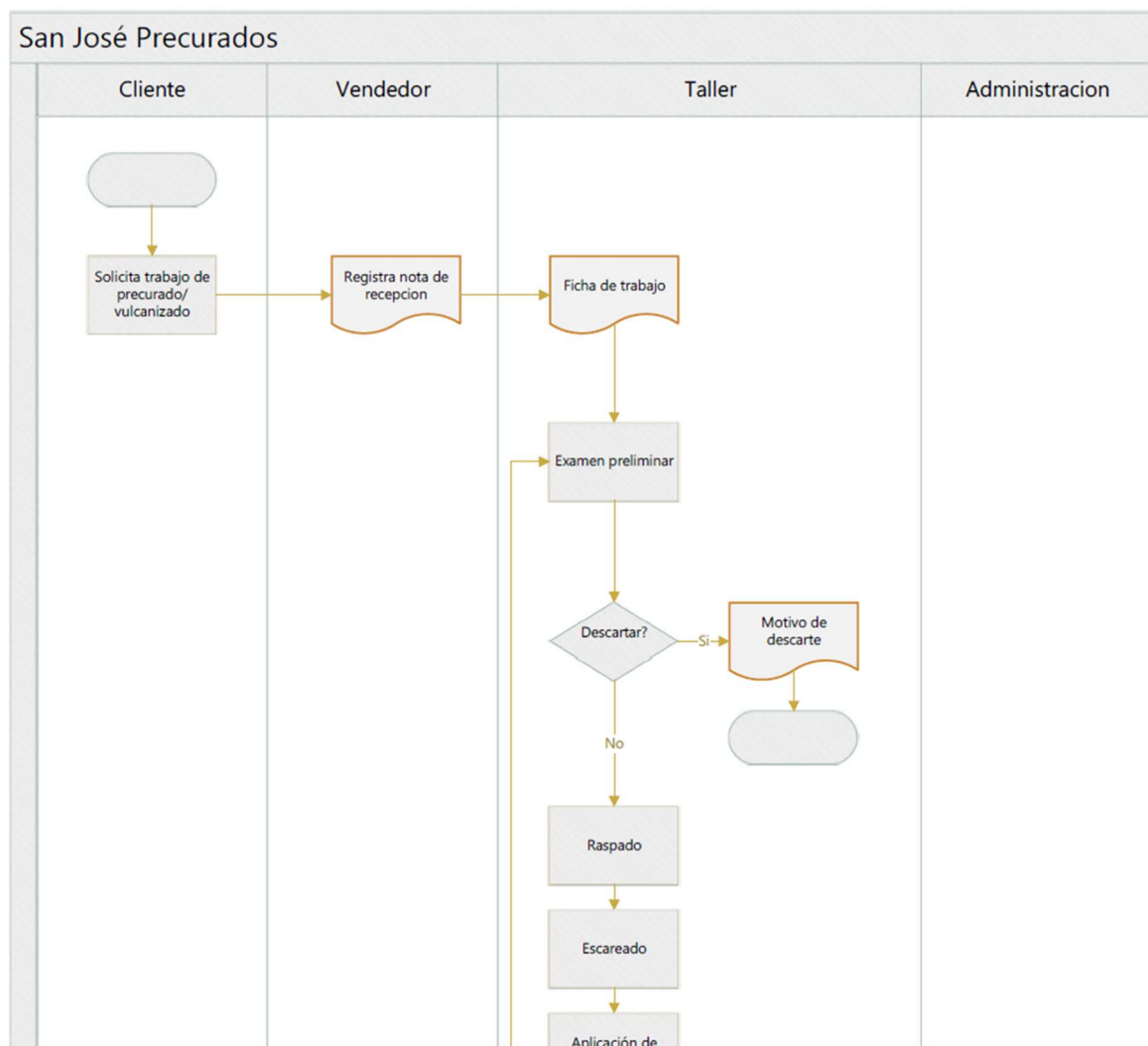


Figura 8.1: Actividades del proceso de precurado (Primera parte)

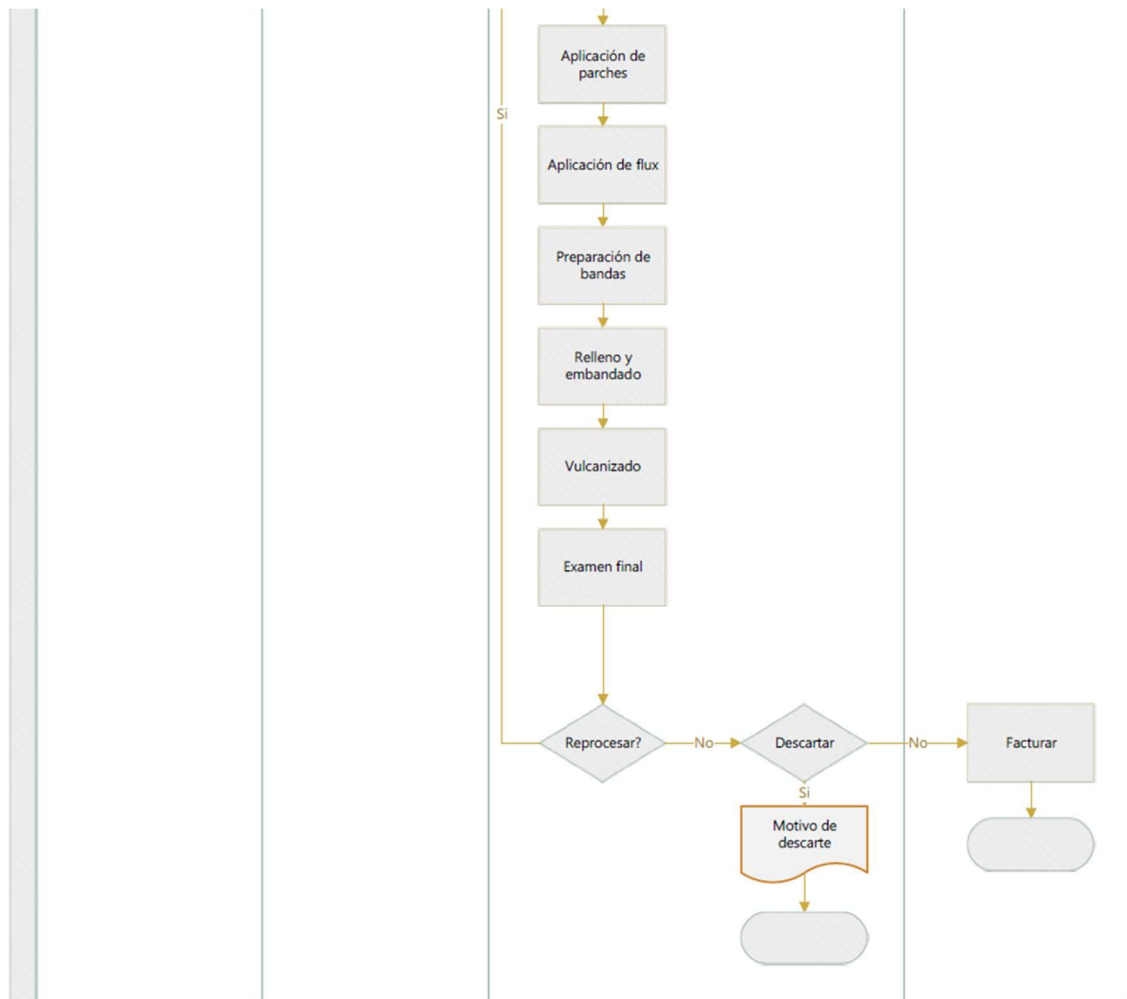


Figura 8.2: Actividades del proceso de precurado (Segunda parte)

6.1.2. Comprensión de los datos

En un principio, la organización no contaba con un soporte de almacenamiento digital que registrase los movimientos de sus materiales, en su lugar, las entradas de insumos quedaban registradas con los remitos de los proveedores, mientras que, para las salidas de productos del depósito, se utilizaba una planilla que los operarios completaban de forma manual, registrando el código, nombre, cantidad de cada producto y la fecha de ocurrencia.

La información de estas planillas se cargó a un medio digital, en este caso un archivo Microsoft Excel con dos hojas, una donde se cargaron los datos de los remitos, es decir asociados a las entradas de *stock*, y otra donde se cargaron las salidas de material. Cada una de las hojas tenía las siguientes columnas:

- Código: identificador de cada artículo.

- Nombre: nombre distintivo de cada artículo.
- Cantidad: cantidad de entradas o salidas de material según corresponda.
- Fecha: fecha en la que ocurre la entrada o salida de material.

Se recolectaron datos de 95 productos, los cuales son:

- Parches: aquellos cuya denominación sea RAC, VD o VF
- Cojín: aquellos cuya denominación sea MB/AC
- Bandas precuradas: aquellos cuya denominación sea RDY, REL, REL B, RZY, RZL, RCT, RDE, RZT, RDA, RHW, RZH, RZAB, R o RDT.
- Antiquiebra.
- Cordon.
- Flux.

Se recolectaron datos de 1377 salidas de *stock* correspondientes a los meses de agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre del año 2020.

Además, se obtuvieron datos de 220 entradas de *stock* comprendidas en los meses de julio, agosto, septiembre y octubre del año 2020.

6.1.3. Preparación de los datos

Como una primera hipótesis, consideramos que los datos asociados a las entradas no eran relevantes a la hora de determinar el *stock*, ya que, habiendo conversado con el representante de la organización, informó que en función de la cantidad de material que sale del depósito, es como se prevé cuanta cantidad se debe reponer.

Es por esto que, si entendemos cómo será el patrón de salidas de un producto en particular, se podrá ajustar la cantidad necesaria para hacer frente a la demanda dentro de un periodo determinado. Llegamos entonces a la conclusión de que sería conveniente quitar las entradas del modelo de predicción.

Para aplicar series de tiempo, primeramente, necesitamos realizar unas modificaciones en el conjunto de datos de manera que este sea adecuado a la técnica.

El horizonte en el que los valores se predicen es de 15 días hábiles (tres semanas), intervalo de tiempo en el cual la organización realiza el aprovisionamiento y recibe la mercadería.

Para esto, la reestructuración consistió en tomar cada artículo y realizar un seguimiento de este por semanas, sumando la cantidad de movimientos que hubo a lo largo de la semana en cuestión y donde no hubo movimientos, completar con el valor 0.

Esto permitió que todos los productos contaran con la misma cantidad de instancias, dentro del mismo intervalo de tiempo de trabajo, en nuestro caso, semanas.

Se creó la Tabla 18 donde se define la semana correspondiente a la fecha en la que se produjo la salida de la siguiente manera:

Fecha Inicio	Fecha Fin	Semana
2020-08-01	2020-08-08	1
2020-08-09	2020-08-15	2
...	...	...
2020-11-29	2020-12-05	18
2020-12-06	2020-12-12	19

Tabla 18: Productos agrupados por semanas

Las salidas que se tomaron para el estudio de los datos están comprendidas entre la semana 1 y la semana 19, las cuales van desde el día 1/8/2020 al día 12/12/2020.

Habiendo definido esto, se generó un nuevo archivo de Microsoft Excel con las salidas de los productos y las siguientes columnas:

- Código: identificador de cada artículo.
- Nombre: nombre distintivo de cada artículo.
- Cantidad: cantidad de salidas de material.
- Semana: semana asociada a la fecha de salida de cada artículo.

A continuación, en la Figura 9 se observa el archivo generado para el estudio de los datos:

Codigo	Nombre	Cantidad	Semana
303845	RAC 45	0	19
303903	VD03	0	19
402358	MB AC 265	0	19
N403135	REL 230	0	19
N403195	RZY 219	0	19
N403196	RZY 225	0	19
N403143	REL B 220	1	19
N403144	REL B 230	1	19
303842	RAC 42	4	19
N403410	RZL 115L 226	3	19
401608	CORDON	1	19
303840	RAC 40	2	19
303918	VF08	1	19
303835	RAC 35	1	19
N403412	RZL 115L 242	1	19
N403413	RZL 115L 250	3	19
303814	RAC 14	2	19
303810	RAC 10	1	19
303844	RAC 44	8	19
303840	RAC 40	2	19
303824	RAC 24	1	19
N403136	REL 240	3	19
303846	RAC 46	1	19
303825	RAC 25	2	19

Figura 9: Ejemplo de archivo Excel con salidas utilizadas en el modelo de predicción

A partir de este punto comenzamos a utilizar la herramienta RapidMiner para el estudio de los datos y la generación del modelo. En primer lugar, en función del archivo Excel, se generó un repositorio local para poder acceder y trabajar con los datos de manera más sencilla.

Se comenzó por utilizar el operador “Retrieve Datos para modelo de predicción” para recuperar los datos. Luego se asignó el rol de “id” al atributo “Código” en el operador “Set Role”, para definir al atributo como el identificador inequívoco de cada uno de los productos.

Para llevar a cabo el análisis, fue necesario determinar cuáles productos contaban con más de una determinada cantidad de salidas para ser tenidas en cuenta en el estudio. Debido a que anteriormente se generaron salidas con cantidades en 0 para evitar inconsistencias en los resultados del modelo, y dado que las mismas no deben ser tenidas en cuenta a la hora de determinar la cantidad de ocurrencias de salidas para un producto, ya que lo que realmente representan es que el producto permaneció en el depósito y que no salió de este; es por esto que debían ser separadas en un primer momento.

Esta tarea es llevada a cabo mediante el operador “Filter Examples(2)”, el cual elimina esas instancias.

Luego se agruparon las instancias restantes, en función del código del producto con el operador "*Aggregate*", y se contó la cantidad de salidas asociadas a cada uno de los productos.

En el siguiente bloque "*Filter Examples*", analizamos la cantidad de salidas que determinaban si un producto era susceptible a ser estudiado o no, definiendo que un artículo sería interesante si poseía al menos 11 salidas registradas. Se eligió la cantidad de 11, debido a que de 2 a 3 salidas mensuales es lo que la empresa considera como un movimiento significativo del producto, y dado a que se cuentan con datos de 4 meses y medio, si obtenemos el promedio de salidas para ese tiempo el resultado es 11.25, y redondeando obtenemos el valor de 11.

Como resultado de este operador, se obtuvieron los códigos de aquellos productos que cumplían con la condición para ser estudiados.

Este conjunto de datos se unió nuevamente mediante el operador "*Join*" con el conjunto inicial de datos, en base al atributo común "Código" para que, como resultado, solo queden aquellos productos con más de 11 ocurrencias reales, pero recuperando todas las instancias asociadas a cada uno de esos productos.

Los productos que cumplieron con las condiciones de estudio fueron los siguientes:

- Parches: RAC 10, RAC 12, RAC 14, RAC 20, RAC 22, RAC 25, RAC 35, RAC 40, RAC 42, RAC 44, RAC 45, RAC 46, VD 02, VD 04, VD 06, VF 08.
- Antiquiebra.
- Cordon.
- Flux.
- Cojines: MB/AC 220, MB/AC 230, MB/AC 240, MB/AC 250, MB/AC 265.
- Bandas precuradas: RDY 230, REL 230, REL 240, REL B 230, RZY 219, RZY 225, RZY 235, RZL 115L 226, RZL 115L 234, RZL 115L 242.

Finalmente, con "*Select Attributes*" se eliminaron los atributos adicionales y auxiliares generados por los procesos anteriores y con "*Aggregate*" se agruparon los resultados en función del código y la semana donde ocurrieron las salidas, y se sumaron las cantidades de dichas semanas.

En la Figura 10 se observa el proceso completo:

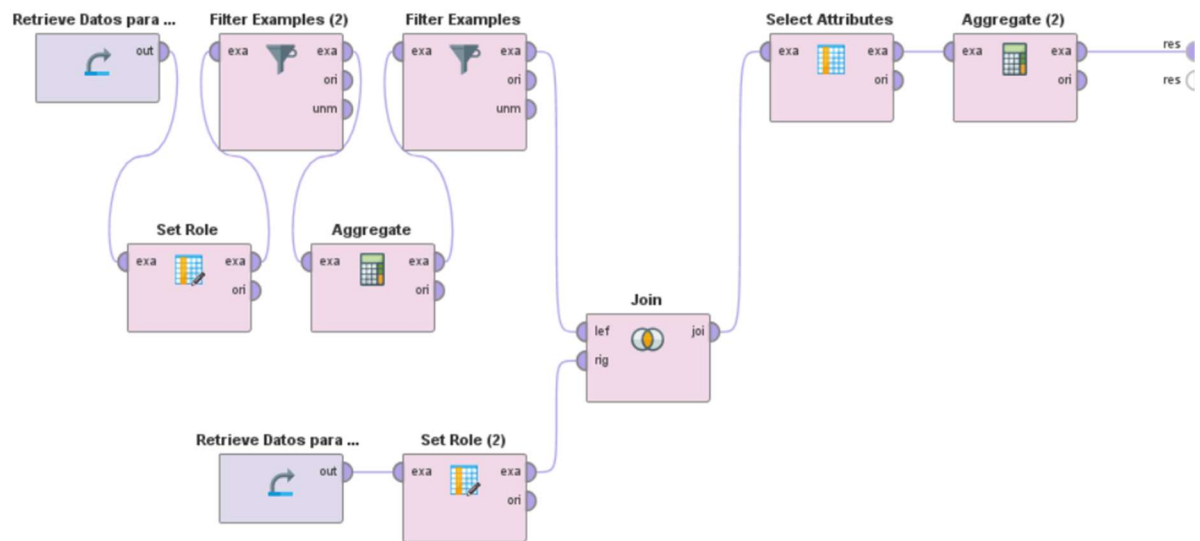


Figura 10: Limpieza de datos para aplicar series de tiempo

En la Figura 11 se observan los resultados del proceso anterior:

Row No.	Codigo	Semana	sum(Cantid...
1	303810	1	10
2	303810	2	8
3	303810	3	5
4	303810	4	25
5	303810	5	13
6	303810	6	11
7	303810	7	0
8	303810	8	4
9	303810	9	6
10	303810	10	6
11	303810	11	2
12	303810	12	6
13	303810	13	5
14	303810	14	0
15	303810	15	1
16	303810	16	4
17	303810	17	4
18	303810	18	10

Figura 11: Resultados del proceso de limpieza de datos

6.1.4. Modelización

Etapa 1. Encontrar PDQ

Una vez obtenidos aquellos productos que se someterían a análisis, se comenzó a aplicar series de tiempo para predecir las salidas futuras. El objetivo de esta etapa fue encontrar la mejor combinación de parámetros que produzcan los menores índices de error.

Así, seleccionamos los artículos interesantes mediante el operador "*Filter Examples*". Dado que era necesario trabajar con el método estadístico de series de tiempo, se debió establecer como identificador al atributo temporal, en este caso al atributo "Semana", tarea que se realiza en el operador "*Set Role*".

Mediante la utilización del operador de series de tiempo "ARIMA" se realizó la predicción de las salidas en base a los parámetros "P", "D" y "Q", los cuales fueron establecidos en este mismo operador. La definición teórica de los parámetros P, D y Q se encuentra detallada en el marco teórico del proyecto (4.3.1).

Se repitió el proceso hasta encontrar aquella combinación que proporcione los índices de información más bajos y una predicción razonable, para cada uno de los artículos en estudio.

Los datos que se utilizaron para entrenar al modelo están comprendidos entre la semana 1 y la semana 19.

Las pruebas del modelo realizadas corresponden al intervalo de tiempo de 3 semanas, por lo que se indicó este parámetro en el operador "*Apply Forecast(2)*". Como resultado, este operador devolvió la predicción de las salidas para la semana 20, 21 y 22, las cuales están comprendidas entre los días 13/12/2020 al 2/1/2021, para cada uno de los productos en estudio.

Para trabajar en la presentación de los resultados, luego de la predicción fue necesario volver a definir a "Semana" como atributo "regular" en el bloque "*Set Role(2)*".

Además, se creó un nuevo atributo llamado "Cantidad" que representa la cantidad predicha para las siguientes 3 semanas de un determinado artículo, redondeada hacia arriba; ya que, al tratarse de artículos, estos se representan mediante números enteros.

Por último, mediante un operador "*Select Attributes*", se eliminaron los atributos adicionales generados por los operadores anteriores.

En la Figura 12 se observa el proceso completo:

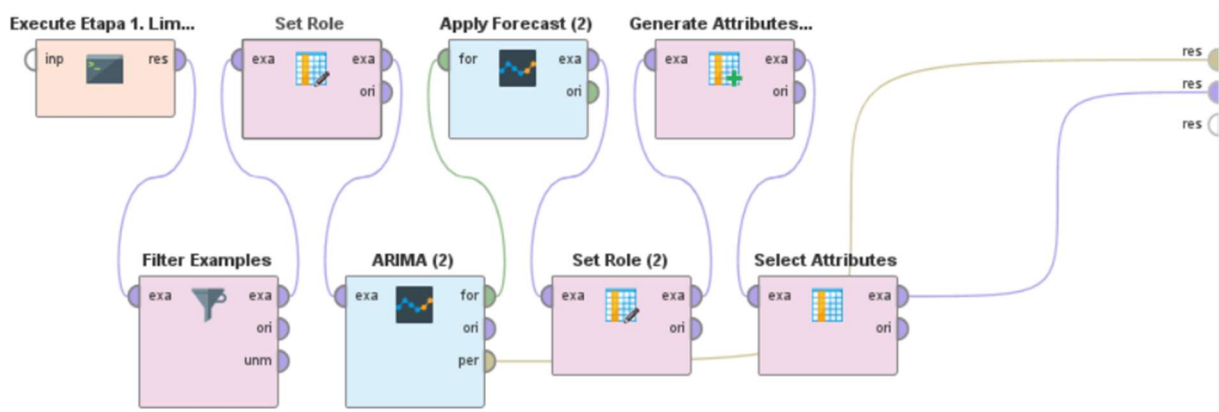


Figura 12: Obtención valores PDQ para series de tiempo

Etapa 2. Guardar PDQ

El objetivo de esta etapa fue guardar en base de datos la mejor combinación de “P”, “D” y “Q” para cada uno de los productos, encontrada en la etapa anterior.

En primer lugar, se seleccionó el producto de interés mediante el operador “*Filter Examples*” y se captura únicamente su código en el bloque “*Remove Duplicates*”.

Por último, se almacenó ese código en la macro “cod” definido en “*Extract Macro*”. Una macro es un par clave-valor que solo está disponible durante la ejecución del proceso. Las macros predefinidas contienen información relacionada con el contexto.

El objetivo de la utilización de macros es contar con una variable que tome el atributo código de un artículo determinado, y pueda ser utilizado por otro operador, sin la necesidad de estar conectado a él.

Luego se consultó de la base de datos el artículo filtrado mediante la macro “cod” y se generaron 3 atributos que representan los valores de “P”, “D” y “Q”.

Finalmente, con los operadores “*Select Attributes*” y “*Rename*”, se creó la estructura necesaria para hacer actualizaciones en la base de datos. Dicho proceso se lleva a cabo mediante el operador “*Update DB*”. La estructura de cada tabla de la base de datos se detalla en la sección 6.2.4.

En la Figura 13 se observa el proceso completo:

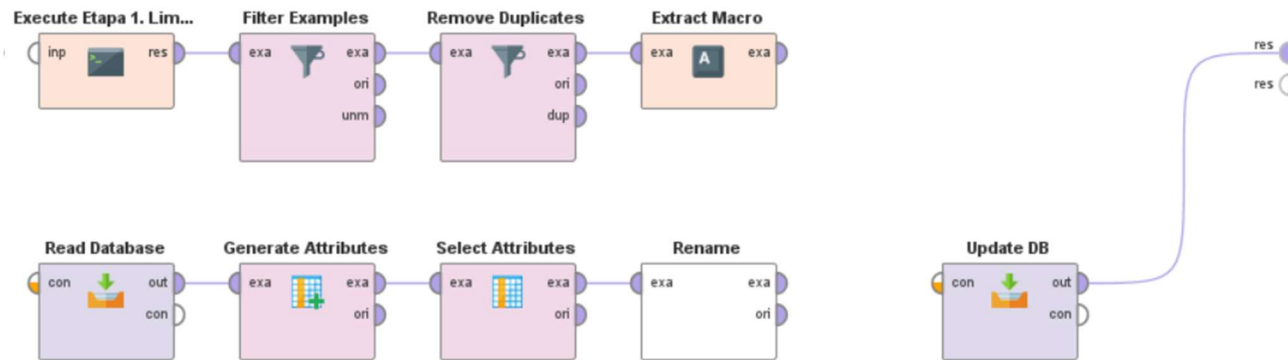


Figura 13: Guardado de valores PDQ

Etapa 3. ARIMA

El objetivo de esta etapa fue aplicar el modelo y guardar en base de datos los valores de predicción para un producto, utilizando los mejores valores de “P”, “D” y “Q” encontrados en etapas anteriores.

En primer lugar, este proceso se encuentra conectado a cada artículo en estudio. Utilizamos el operador “*Multiply*” para generar dos canales de trabajo que utilicen dicho artículo.

Por un lado, utilizamos los operadores “*Remove Duplicates*”, “*Select Attributes(3)*” y “*Extract Macro*” para generar la macro “cod” que contiene el código de dicho artículo.

Por otro lado, realizamos una consulta a la base de datos mediante el operador “*Read Database (4)*” para generar 3 macros asociados a los valores de “P”, “D” y “Q”, definidos en “*Extract Macro (2)*”.

Luego realizamos el “Proceso ARIMA” ya definido en “Etapa 1. Encontrar PDQ”, con la diferencia de que ahora se conocen de antemano cuales son los mejores valores para los parámetros “P”, “D” y “Q”, los cuales se capturaron dentro del subproceso “Proceso ARIMA”, mediante el operador “*Extract Macro (3)*”.

Retomando el proceso “Etapa 3. ARIMA”, los resultados del subproceso se unen junto con el identificador del producto mediante el operador “*Cartesian*”. Este operador agrega a cada instancia el identificador de la base de datos del producto en cuestión, ya que, para hacer referencia al producto en la base de datos, es conveniente utilizarlo en lugar del código o el nombre del producto para mantener así la base normalizada.

Luego se generó un atributo “Fecha” con la fecha tomada del sistema, para finalmente, con esta estructura, realizar una inserción en la base de datos, puntualmente en la tabla de predicciones, llevado a cabo mediante el operador “*Write Database*”.

En la Figura 14 se observa el proceso completo, mientras que en la Figura 15 se observa el subproceso “ARIMA”:

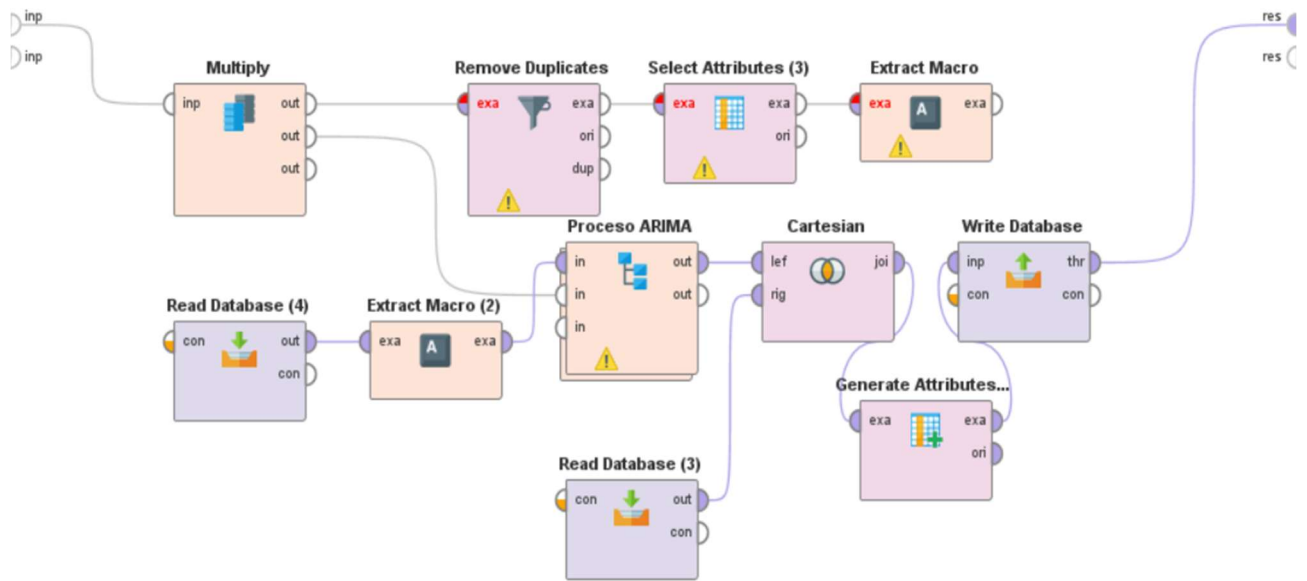


Figura 14: Proceso ARIMA

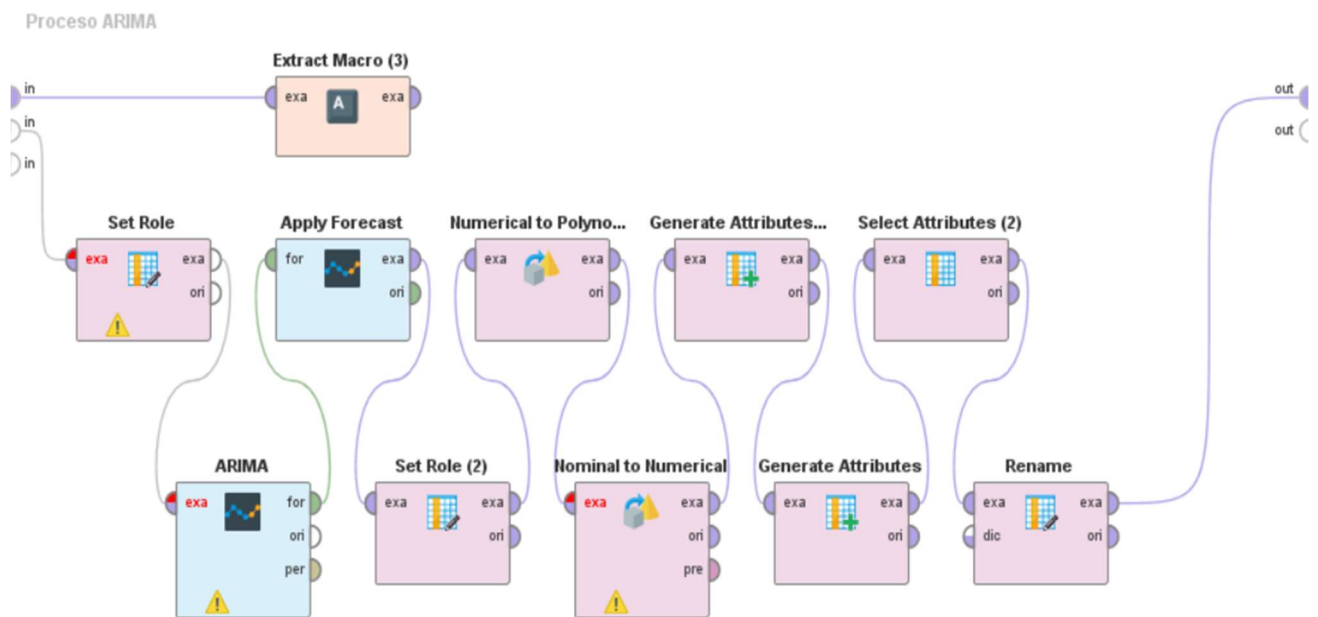


Figura 15: Subproceso ARIMA

Etap 4. Múltiple ARIMA

El objetivo de esta etapa es ejecutar la etapa anterior para cada uno de los productos. En este proceso contamos con un operador “*Multiply*” el cual recibe como entrada los resultados de “Etapa 1. Limpieza de datos” y genera tantas salidas como productos. Dichas salidas se conectan a un subproceso, el cual, por cada entrada, filtra cada producto mediante un operador

"Filter Examples" y conecta estos resultados con un bloque "Etapa 3. ARIMA", para realizar el proceso descrito anteriormente.

Finalmente, los resultados se muestran en pantalla agrupados por cada uno de los productos.

En la Figura 16 se observa el proceso completo, mientras que en la Figura 17 se observa el subproceso:

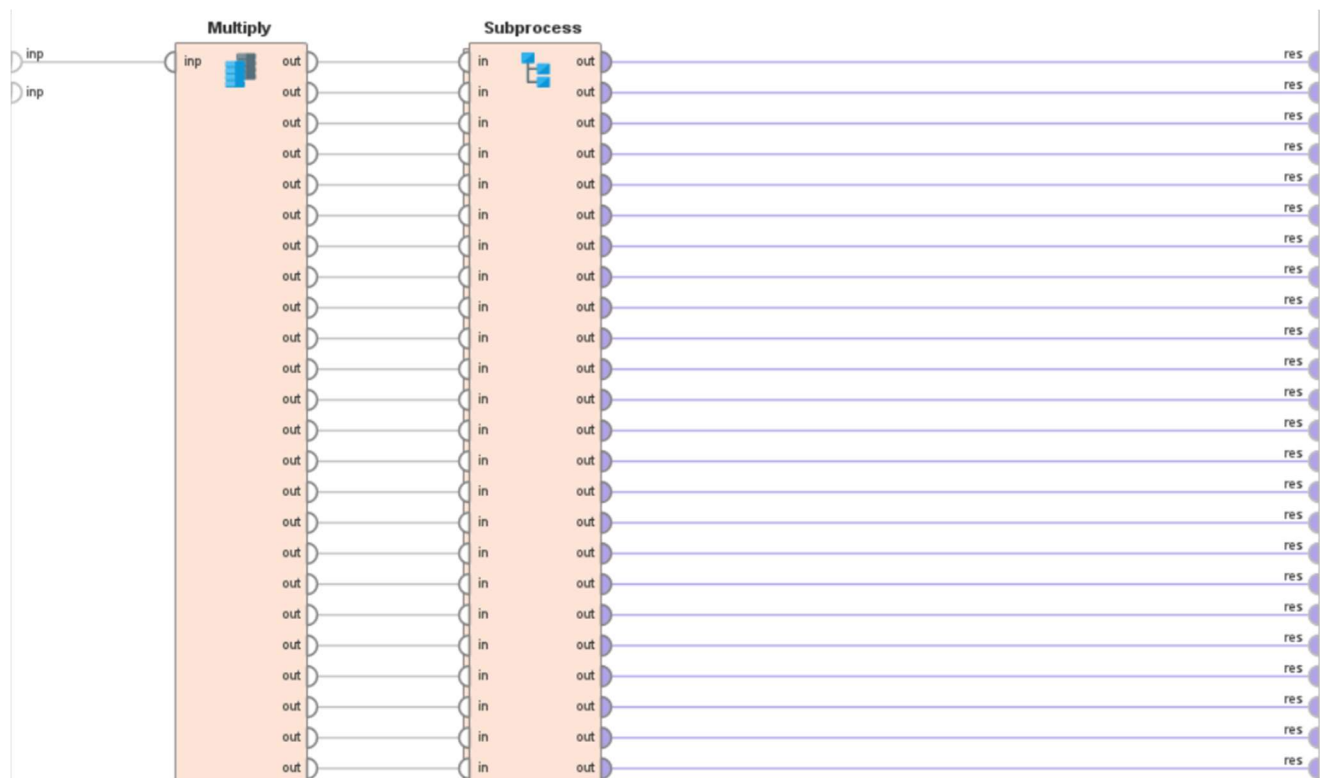


Figura 16: Múltiple ARIMA

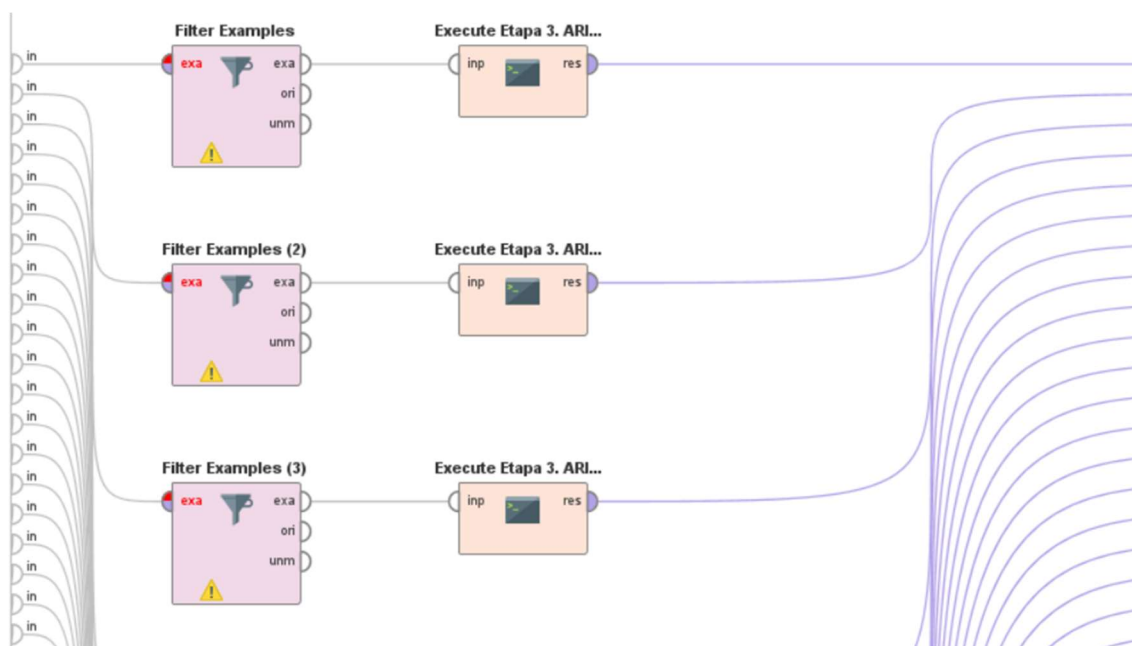


Figura 17: Subproceso Múltiple ARIMA

La Figura 18 muestra el resultado del proceso múltiple ARIMA, donde la columna Semana indica a cuál de las siguientes 3 semanas corresponde el valor predicho; Cantidad indica cuanto se necesitará del artículo para las siguientes semanas, es decir, es el valor obtenido mediante la predicción; ProductoId muestra el identificador único del producto a nivel base de datos, que se comporta como clave foránea en la tabla Predicciones referenciando a la tabla Productos; y Fecha corresponde a cuando se realizó la predicción.

Como se expresó en "Etapa 3. ARIMA", cada una de estas instancias se insertan dentro de la base de datos, puntualmente en la tabla Predicciones. La estructura de cada tabla de la base de datos se detalla en la sección 6.2.4.

Cabe aclarar que, en este ejemplo, las semanas 1, 2 y 3 hacen referencia a las semanas número 20, 21 y 22.

Row No.	Semana	Cantidad	Productoid	Fecha
1	1	9	1	2021/05/11
2	2	6	1	2021/05/11
3	3	6	1	2021/05/11

Figura 18: Ejemplo resultados múltiple ARIMA

Por ejemplo, si utilizamos el producto con código 303820, los mejores valores para los criterios AIC, BIC y AICC se producen con la combinación de parámetros $P = 4$, $D = 0$, $Q = 1$.

Para las 3 semanas siguientes, los resultados en cuestión son 4, 4 y 4, lo que da un total de 12 salidas para las próximas 3 semanas.

En la Figura 19 se observan los resultados para este ejemplo. Gráficamente la línea celeste representa las salidas del producto ocurridas entre las semanas 1 y 19, mientras que la línea verde representa las salidas predichas para las semanas 20, 21 y 22.

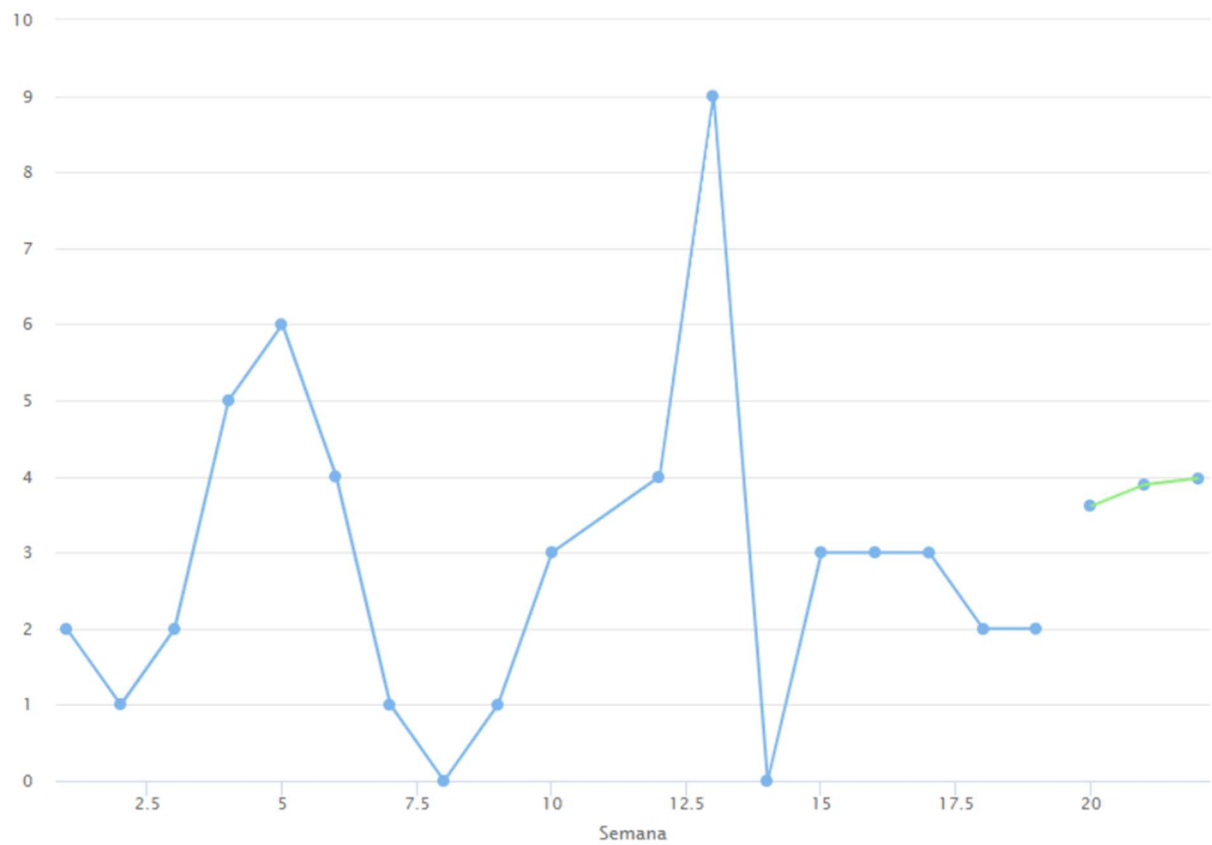


Figura 19: Ejemplo grafica predicción salidas

A continuación, en la Tabla 19 se encuentran los valores de los parámetros P, D, Q, AIC, BIC, AICC, y los valores de predicción para las semanas 20, 21 y 22 para cada uno de los artículos:

Código	Nombre	P	D	Q	AIC	BIC	AICC	Valor 1	Valor 2	Valor 3	Total 3 semanas
303810	RAC 10	4	0	1	83,419	90,03	95,601	9	6	6	21
303812	RAC 12	4	0	1	48,889	54,722	63,334	4	3	2	9
303814	RAC 14	4	0	3	56,542	58,56	75,046	5	6	5	16
303820	RAC 20	4	0	1	57,669	63,901	70,869	4	4	4	12
303822	RAC 22	3	0	3	7,73	13,911	30,302	4	1	0	5
303825	RAC 25	4	1	2	10,609	16,789	33,18	1	1	3	5
303835	RAC 35	4	0	2	26,527	33,65	44,527	0	3	2	5
303840	RAC 40	1	0	4	50,209	55,617	66,219	5	4	3	12
303842	RAC 42	2	0	4	32,391	39,056	52,391	0	2	3	5
303844	RAC 44	4	1	2	54,796	59,908	85,596	3	4	2	9
303845	RAC 45	1	0	3	3,723	7,972	16,93	1	2	2	5
303846	RAC 46	0	0	4	33,901	38,149	46,401	2	4	1	7
303902	VD02	3	1	2	7,209	12,166	25,209	2	3	3	8
303904	VD04	1	0	3	49,438	53,687	61,938	1	3	2	6
303906	VD06	3	0	4	3,711	9,463	50,711	1	2	1	4
303918	VF08	2	1	1	84,951	88,814	92,951	6	6	5	17
400212	ANTIQUIEBRA	3	1	2	78,239	84,472	91,439	13	15	20	48

401608	CORDON	4	0	2	18,583	25,25	38,583	1	1	4	6
402351	MB AC 220	3	0	3	29,218	35,398	51,789	2	1	2	5
402352	MB AC 230	3	0	2	49,871	55,279	65,871	4	4	4	12
402353	MB AC 240	2	0	2	18,098	22,734	29,432	2	4	1	7
402356	MB AC 250	1	0	2	5,329	9,192	13,329	3	3	3	9
402358	MB AC 265	4	0	1	10,898	16,306	26,898	1	1	1	3
475204	FLUX	4	0	2	8,177	15,733	24,577	2	1	3	6
N403125	RDY 230	2	0	4	54,697	60,878	78,278	3	4	3	10
N403135	REL 230	4	0	3	32,999	39,372	70,999	1	2	3	6
N403136	REL 240	4	0	2	58,012	64,135	76,012	3	4	2	9
N403144	REL B 230	4	0	4	10,997	18,078	67,997	5	4	1	10
N403195	RZY 219	2	0	3	16,666	24,622	37,666	2	2	2	6
N403196	RZY 225	4	0	1	59,921	65,753	74,365	2	2	3	7
N403197	RZY 235	4	0	4	42,723	51,056	81,39	4	1	0	5
N403410	RZL 115L 226	2	0	3	11,677	16,634	29,677	5	3	2	10
N403411	RZL 115L 234	3	0	2	29,608	35,016	45,608	4	4	4	12
N403412	RZL 115L 242	3	0	2	23,914	29,322	39,914	2	1	2	5

Tabla 19: Valores de predicción ARIMA

6.1.5. Evaluación

En función de los datos obtenidos anteriormente, se compararon los resultados de las predicciones de las salidas para las siguientes 3 semanas contra las reales que se produjeron en dichas semanas para cada uno de los productos.

En el caso de las salidas reales, se corresponden a la semana 20, que abarca desde el día 13/12/2020 al 19/12/2020; a la semana 21, que abarca desde el día 20/12/2020 al 26/12/2020; y finalmente la semana 22, que abarca del día 27/12/2020 al 2/1/2021.

Con estos datos se generó la Tabla 20, donde se observa cómo fueron las salidas reales para las 3 semanas en estudio, mediante las columnas R1, R2 y R3, seguidas de un total que muestra la suma de ellas; además muestra cómo fueron las predicciones para las semanas en estudio, mediante las columnas P1, P2 y P3, seguidas de un total que muestra la suma de ellas; y finalmente una diferencia entre ambos totales, que representa que tan bien ajusta el modelo a las salidas reales, es decir el error de pronóstico.

Mientras más cercana sea esa diferencia a 0, mejor se predicen las salidas para cada uno de los artículos.

En la sección Anexo IV: “Resultados de pruebas”, se encuentran todas las pruebas realizadas para cada uno de los productos en estudio con cada combinación de parámetros y sus resultados.

Nombre	Presentación	R1	R2	R3	Total	P1	P2	P3	Total	Error de pronóstico
RAC 10	Cajas x 20 unidades	5	4	5	14	9	6	6	21	-7
RAC 12	Cajas x 10 unidades	6	5	2	13	4	3	2	9	4
RAC 14	Cajas x 10 unidades	10	1	2	13	5	6	5	16	-3
RAC 20	Cajas x 10 unidades	5	4	1	10	4	4	4	12	-2
RAC 22	Cajas x 10 unidades	2	2	0	4	4	1	0	5	-1
RAC 25	Cajas x 10 unidades	1	0	0	1	1	1	3	5	-4
RAC 35	Cajas x 10 unidades	4	2	5	11	0	3	2	5	6
RAC 40	Cajas x 10 unidades	5	5	0	10	5	4	3	12	-2
RAC 42	Cajas x 10 unidades	2	2	3	7	0	2	3	5	2
RAC 44	Cajas x 10 unidades	4	0	0	4	3	4	2	9	-5
RAC 45	Cajas x 10 unidades	3	1	0	4	1	2	2	5	-1
RAC 46	Cajas x 5 unidades	2	0	0	2	2	4	1	7	-5
VD02	Cajas x 20 unidades	2	3	2	7	2	3	3	8	-1
VD04	Cajas x 10 unidades	0	2	0	2	1	3	2	6	-4
VD06	Cajas x 10 unidades	1	0	0	1	1	2	1	4	-3
VF08	Cajas x 50 unidades	19	8	3	30	6	6	5	17	13
ANTIQUIEBRA	Cajas x 14 unidades	14	9	2	25	13	15	20	48	-23

CORDON	Cajas x 2 unidades	1	1	0	2	1	1	4	6	-4
MB AC 220	Cajas x 1 unidad	1	2	1	4	2	1	2	5	-1
MB AC 230	Cajas x 1 unidad	3	0	0	3	4	4	4	12	-9
MB AC 240	Cajas x 1 unidad	2	0	0	2	2	4	1	7	-5
MB AC 250	Cajas x 1 unidad	5	0	0	5	3	3	3	9	-4
MB AC 265	Cajas x 1 unidad	0	1	2	3	1	1	1	3	0
FLUX	Baldes	3	2	0	5	2	1	3	6	-1
RDY 230	Rollos	0	6	0	6	3	4	3	10	-4
REL 230	Rollos	2	1	2	5	1	2	3	6	-1
REL 240	Rollos	0	0	0	0	3	4	2	9	-9
REL B 230	Rollos	0	0	1	1	5	4	1	10	-9
RZY 219	Rollos	3	0	0	3	2	2	2	6	-3
RZY 225	Rollos	7	0	0	7	2	2	3	7	0
RZY 235	Rollos	5	0	0	5	4	1	0	5	0
RZL 115L 226	Rollos	6	3	0	9	5	3	2	10	-1
RZL 115L 234	Rollos	3	0	0	3	4	4	4	12	-9
RZL 115L 242	Rollos	1	0	0	1	2	1	2	5	-4

Tabla 20: Errores de pronóstico

Analizando la Tabla 19, podemos resaltar los siguientes puntos:

- Se encuentran dos tipos de errores de pronóstico, el primero en el cual la cantidad total que el modelo predijo para las tres semanas fue mayor a la cantidad total y real ocurrida, es decir que el modelo predice “de más”, en este caso el error de pronóstico será negativo; y el segundo en el cual la cantidad total que el modelo predijo para las tres semanas fue menor a la cantidad total y real ocurrida, es decir que el modelo predice “de menos”, en este caso el error de pronóstico será positivo.
- La organización considera que es menos perjudicial para la predicción un error que predice “de más”, ya que permitirá hacer frente a la demanda con un sobrante, como es el caso del artículo “FLUX”, el cual puede hacer frente a la demanda y tiene un sobrante de una unidad; a diferencia de un error que predice “de menos”, ya que directamente no se podrá hacer frente a la demanda, como es el caso del producto “RAC 42”, el cual tiene un faltante de dos unidades para poder cumplir con la demanda.
- A su vez dentro de cada uno de esos errores, la organización considera que son graves aquellos errores con una diferencia mayor a 5 unidades, es decir, para el caso de los errores que predicen “de más”, si la diferencia es mayor a 5 negativo, es un error grave; mientras que para los errores que predicen “de menos”, si la diferencia es de 5 positivo, es un error grave.
- En función de estas observaciones, la organización considera como valores aceptables a aquellos que aciertan exactamente a la cantidad de salidas y a aquellos que predicen de más sin ser graves. Para todos los demás casos, es decir, si el error es grave prediciendo de más o si es prediciendo de menos, sin importar su gravedad; serán considerados valores no aceptables.

En la Figura 20 observamos gráficamente las salidas totales para las 3 semanas de estudio, tanto reales como predichas, y los errores prediciendo la cantidad de más o de menos respecto a las reales, para cada uno de los artículos:

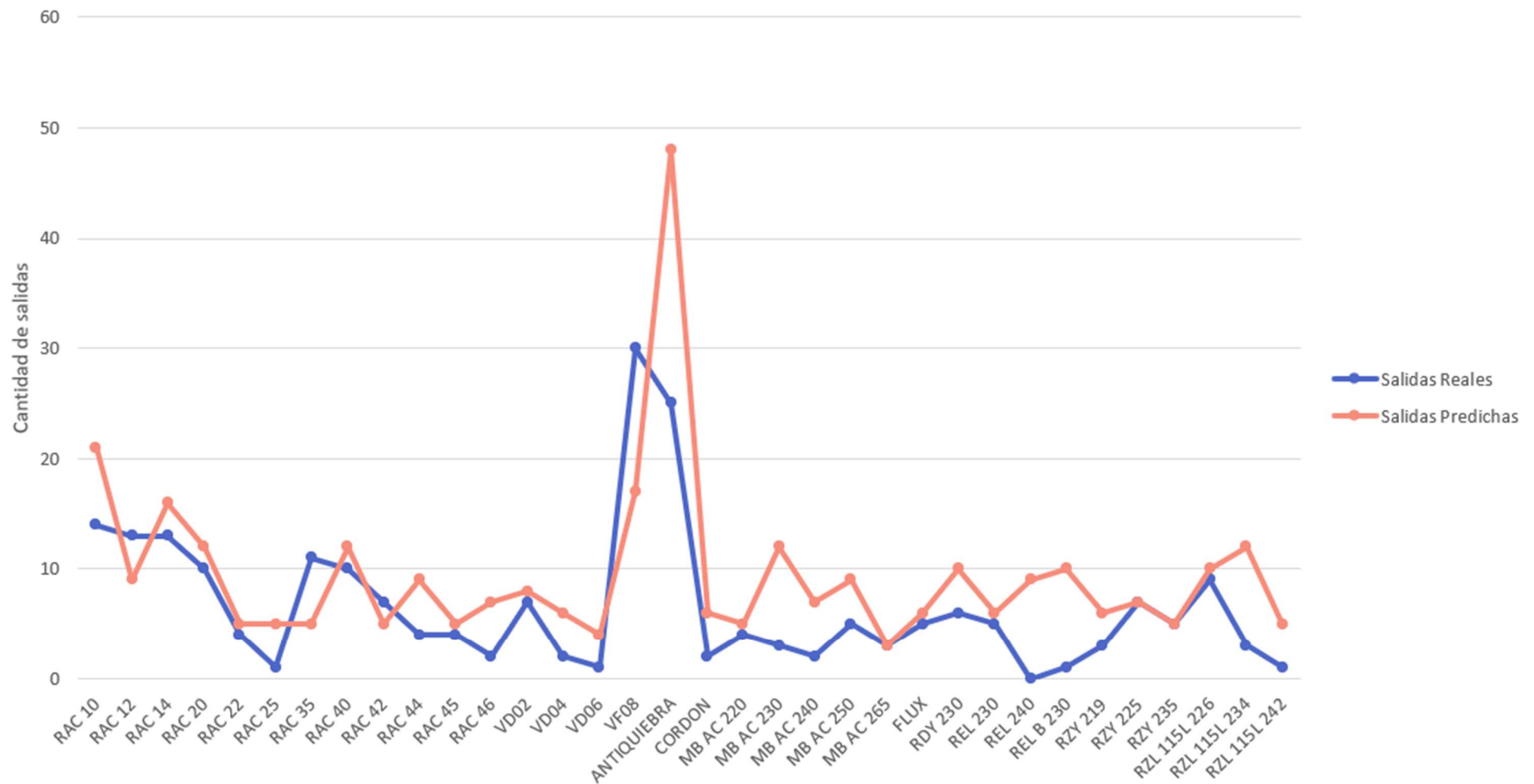


Figura 20: Gráfica de salidas reales versus salidas predichas

De estas observaciones, se puede concluir que:

- El porcentaje de pronósticos sin error es del 9%
- El porcentaje de error de pronóstico al predecir de más, sin ser grave, es del 62%
- El porcentaje de error de pronóstico grave al predecir de más es del 18%
- El porcentaje de error de pronóstico al predecir de menos, sin ser grave, es del 6%
- El porcentaje de error de pronóstico grave al predecir de menos es del 6%
- El porcentaje de valores aceptables es del 71% mientras que el porcentaje de valores no aceptables es del 29%

A continuación, en las Figuras 21 y 22, se observan gráficamente estas conclusiones para un mejor entendimiento:

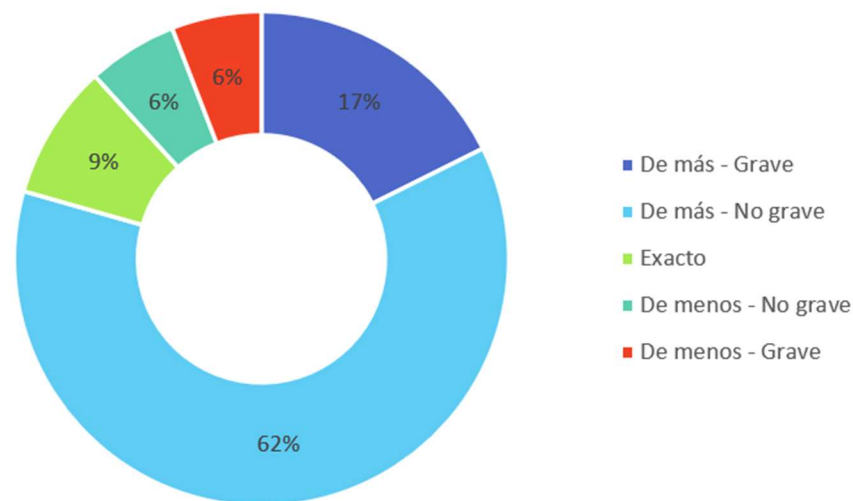


Figura 21: Porcentajes de tipos de errores

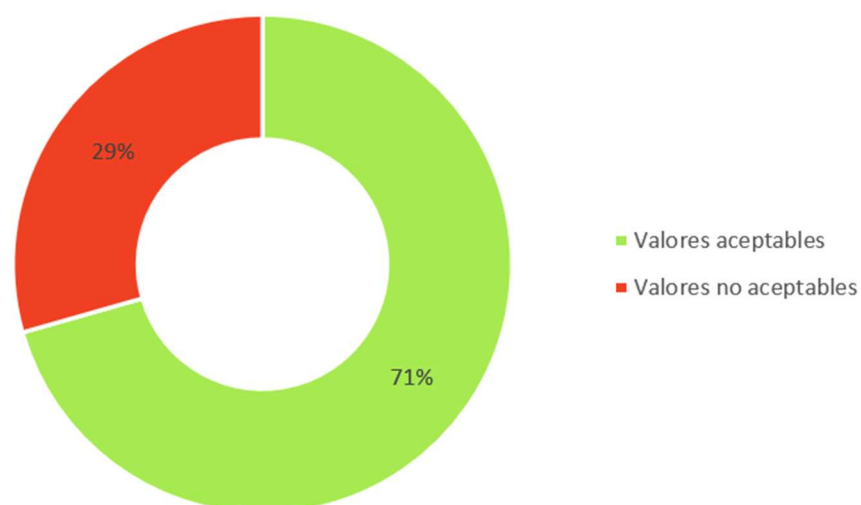


Figura 22: Porcentaje de valores aceptables

Por otro lado, en la Tabla 21, podemos observar el error total de pronóstico, la desviación absoluta media y la señal de rastreo para la predicción de cada uno de los productos:

Nombre	Error total de pronóstico (CFE)	Desviación absoluta media (MAD)	Señal de rastreo
RAC 10	-7	2,33	-3
RAC 12	4	1,33	3
RAC 14	-3	4,33	-0,69
RAC 20	-2	1,33	-1,5
RAC 22	-1	1	-1
RAC 25	-4	1,33	-3
RAC 35	6	2,67	2,25
RAC 40	-2	1,33	-1,5
RAC 42	2	0,67	3
RAC 44	-5	2,33	-2,14
RAC 45	-1	1,67	-0,66
RAC 46	-5	1,67	-3
VD02	-1	0,33	-3
VD04	-4	1,33	-3
VD06	-3	1	-3
VF08	13	5,67	2,29
ANTIQUIEBRA	-23	8,33	-2,76
CORDON	-4	1,33	-3
MB AC 220	-1	1	-1
MB AC 230	-9	3	-3
MB AC 240	-5	1,67	-3
MB AC 250	-4	2,67	-1,5
MB AC 265	0	0,67	0
FLUX	-1	1,67	-0,60
RDY 230	-4	2,67	-1,5
REL 230	-1	1	-1
REL 240	-9	3	-3

REL B 230	-9	3	-3
RZY 219	-3	1,67	-1,8
RZY 225	0	3,33	0
RZY 235	0	0,67	0
RZL 115L 226	-1	1	-1
RZL 115L 234	-9	3	-3
RZL 115L 242	-4	1,33	-3

Tabla 21: Métricas de error

Como se dijo anteriormente en el marco teórico, una señal de rastreo dentro de un intervalo de $[-4,4]$ se considera aceptable, mientras que para el caso de la desviación absoluta media se considera aceptable dentro del rango $[0,4]$.

Analizando esta tabla, observamos que la totalidad de los pronósticos se encuentran dentro del rango de señal de rastreo aceptable y que la mayoría de ellos se encuentran dentro del rango de desviación absoluta media aceptable.

A continuación, en la Figura 23 se observa gráficamente que el 91% de los pronósticos se encuentran dentro del rango aceptable de desviación absoluta media, mientras que el 9% restante no lo hace.

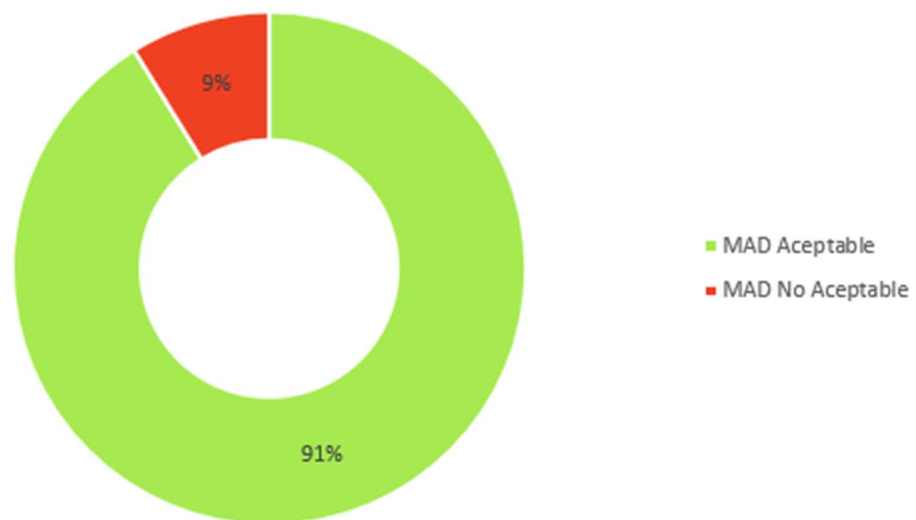


Figura 23: Porcentaje de desviación absoluta media aceptable

Finalmente, dado que se fijó como criterios de éxito que el porcentaje de valores aceptables sea de al menos del 70%, que el porcentaje de desviación absoluta media aceptable sea de al menos del 80% y que el porcentaje de señal de rastreo aceptable sea de al menos del 80%; se puede concluir que el modelo de predicción cumple de manera satisfactoria con su cometido, y puede ser utilizado para predecir los movimientos del *stock* de manera confiable, debido a que el porcentaje de valores aceptables es del 71%, el porcentaje de desviación absoluta media aceptable es del 91% y el porcentaje de señal de rastreo aceptable es del 100%.

6.1.6. Implementación

Una vez determinado que el modelo es confiable, se procedió a exportarlo para su posterior implementación en la organización.

En primer lugar, se intentó exportar el modelo mediante la herramienta de Rapidminer, pero se encontró un problema con la versión que se estaba utilizando. Dicha versión es la estudiantil, y no permite exportar los modelos de series de tiempo.

Frente a esta situación, se debió a tomar otra alternativa, y la más viable fue almacenar los resultados del modelo en una tabla de la base de datos.

Se decidió por esta alternativa, ya que, esta tabla se puede consultar desde el prototipo que se desarrolló sin necesidad de alterar el modelo, y para poder actualizar dicho modelo, se generó una funcionalidad desde el prototipo, la cual genera un archivo Microsoft Excel, el cual funciona como conjunto de datos de entrada para todo el proceso de minería de datos descrito anteriormente.

Con tan solo insertar el archivo y correr el proceso, se generarán nuevas predicciones las cuales pueden ser consultadas desde el prototipo.

6.2. Desarrollo del prototipo

Para desarrollar el prototipo, se utilizó la arquitectura de software “Modelo-Vista-Controlador” que separa los datos de una aplicación, la interfaz de usuario, y la lógica de control en tres componentes distintos.

Se trata de un modelo muy maduro que ha demostrado su validez a lo largo de los años en todo tipo de aplicaciones, y sobre multitud de lenguajes y plataformas de desarrollo (Universidad de Alicante).

- El modelo contiene una representación de los datos que maneja el sistema, su lógica de negocio, y sus mecanismos de persistencia.
- La vista, o interfaz de usuario, compone la información que se envía al cliente y los mecanismos interacción con éste.
- El controlador, actúa como intermediario entre el modelo y la vista, gestionando el flujo de información entre ellos y las transformaciones para adaptar los datos a las necesidades de cada uno.

Para el desarrollo de las vistas se utilizó Angular 11. Para cada una de las vistas se creó un componente que contiene los siguientes archivos:

- Archivo HTML para definir la estructura del componente.
- Archivo SCSS para definir los estilos del componente.
- Archivo TS (*TypeScript*) para programar la lógica de interacción entre los distintos elementos del componente.

Además, se crearon distintos modelos que representan nuestras entidades de estudio:

- Entrada
- Predicción
- Producto
- *RapidMinerExport*
- Salida

6.2.1. Vistas

A continuación, se detallan cada una de las vistas desarrolladas:

- **Inicio:** Este componente se presenta como pantalla de inicio del sistema, y contiene el logotipo de la organización. Se redirige a este componente si se quiere acceder a un componente inexistente.



Figura 24: Vista: Inicio

- **Consultar productos:** Tiene como función la presentación de información de los distintos productos, mostrando su nombre, presentación, y la última predicción asociada si es que hubiere.



Figura 25: Vista: Consultar producto

- Registrar producto: Brinda la posibilidad de cargar en el sistema un nuevo producto solicitando su código, nombre, presentación y stock inicial. Como uno de los objetivos del proyecto consiste en el desarrollo de un prototipo funcional y no un sistema de gestión, se cargan únicamente estos datos básicos.

The screenshot shows a web application interface for 'San José - Administración de Depósito'. On the left is a sidebar menu with options: Inicio, Productos (expanded), Consultar Producto, Registrar Producto, Modificar Producto, Consultar Stock Crítico, Consultar Predicciones, Actualizar Modelo, Entradas, and Salidas. The main area is titled 'Registrar Producto' and contains four input fields: 'Código:' with a placeholder 'Ej: N403122' and value 'N177897', 'Nombre:' with a placeholder 'Ej: RDT 194' and value 'Artículo de prueba', 'Presentación:' with a placeholder 'Ej: Rollos' and value 'Caja x 1 unidad', and 'Stock Inicial:' with a placeholder 'Ej: 5' and value '10'. To the right of these fields are two buttons: 'Aceptar' (disabled) and 'Limpiar' (active). At the bottom, a green message box states 'Se ha registrado con exito el nuevo producto'.

Figura 26: Vista: Registrar producto

- Modificar producto: Permite modificar información relativa a los productos como su nombre, código y presentación.

The screenshot shows the 'Modificar Producto' form in the same system. The sidebar menu is identical. The main area is titled 'Modificar Producto' and includes a 'Productos:' dropdown menu with the placeholder 'Seleccione un producto' and the selected value 'Artículo de prueba'. Below this are the same four input fields as in Figure 26: 'Código:' (N177897), 'Nombre:' (Artículo de prueba modificado), 'Presentación:' (Caja x 1 unidad), and 'Stock Inicial:' (10). The 'Aceptar' and 'Limpiar' buttons are also present. A green message box at the bottom states 'Se ha modificado con exito el producto'.

Figura 27: Vista: Modificar producto

- Consultar stock crítico: Presenta una tabla con los artículos que se encuentran con stock crítico, indicando que cantidad le haría falta a la organización para afrontar la demanda en función de la última predicción. La relación que existe entre stock crítico y predicción es que, si el stock de un artículo es menor a la suma de las cantidades predichas a través del modelo, entonces este valor de stock es crítico, ya que con el mismo no sería posible hacer frente a la demanda, por lo que sería necesario realizar un reaprovisionamiento. También permite descargar un archivo Excel donde se listan estos artículos, su cantidad actual y su predicción.

San José - Administración de Deposito

Consultar Stock Crítico

Nombre	Código	Stock	Predicción
ANTIQUIEBRA	400212	1	24
CORDON	401608	0	6
FLUX	475204	0	6
MB AC 220	402351	0	5
MB AC 230	402352	0	9
MB AC 240	402353	0	6
MB AC 250	402356	0	5
RAC 22	303822	0	4
RAC 42	303842	0	11
RAC 44	303844	7	10

Items per page: 10 1 - 10 of 21 |< < > >|

Descargar

Figura 28: Vista: Consultar stock crítico

- Consultar predicciones: Permite consultar las distintas predicciones de salidas de material para cada uno de los productos, que registren al menos una predicción, ordenadas descendientemente por fecha si existiera más de una.

San José - Administración de Deposito

Consultar Predicciones

Seleccione un producto
Productos: RAC 22

Nombre: RAC 22

Código: 303822

Presentación: Cajas x 10 unidades

Fecha	1er Semana	2da Semana	3ra Semana
20/03/2021	1	0	3
11/02/2021	1	0	3
20/01/2021	1	1	2

Items per page: 6 1 - 3 of 3 |< < > >|

Figura 29: Vista: Consultar predicciones

- **Actualizar modelo:** En este componente se presentan dos botones para la actualización del modelo de predicción, una es la opción de actualizarlo manualmente, que, al presionarlo, descarga un archivo Excel que se llena con el código, nombre, cantidad y semana de las distintas salidas tomadas de la base de datos, para luego insertar en el modelo y reentrenarlo. La otra opción es la de la actualización automática que queda deshabilitada como un aspecto de mejora dadas las restricciones de la herramienta utilizada, ya que no permite exportar el modelo para luego integrarlo al prototipo, debido a la versión estudiantil utilizada.

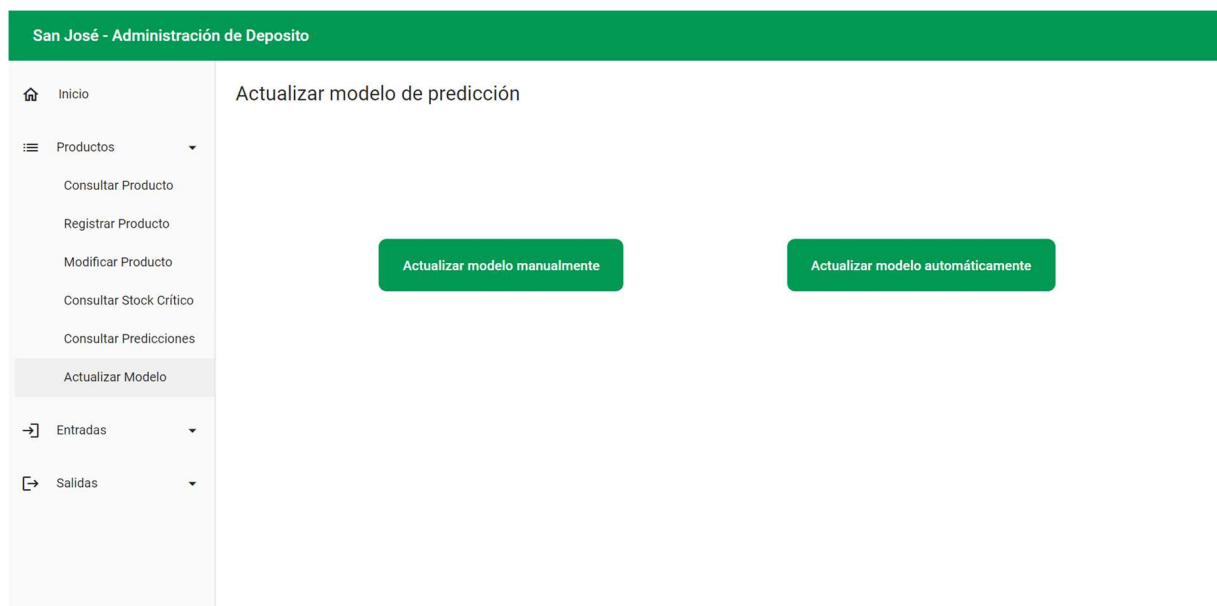


Figura 30: Vista: Actualizar modelo

- **Consultar entrada:** Este componente brinda la posibilidad de consultar las entradas de material, pudiendo filtrar por fecha, artículo o la combinación de ambos criterios.

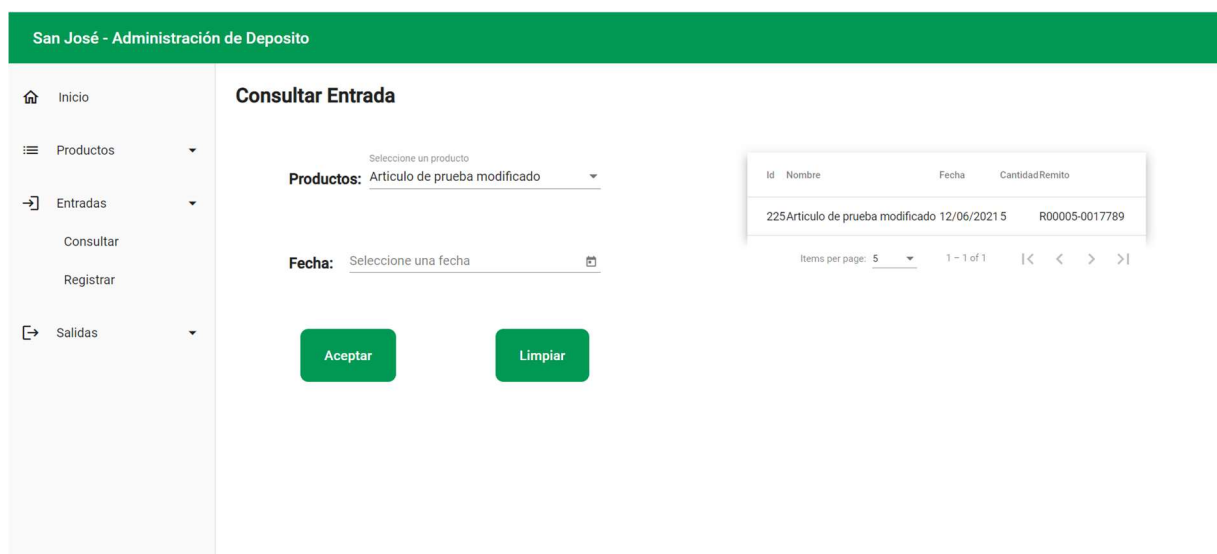


Figura 31: Vista: Consultar entrada

- Registrar entrada: La funcionalidad de este componente es la registración de una nueva entrada con los artículos adquiridos, la fecha y el número de remito asociado.

San José - Administración de Deposito

Registrar Entrada

Seleccione un producto

Productos: Artículo de prueba modificado

Ej: 5

Cantidad: 5

Ej: R0005-00011654

N° Remito: R00005-0017789

Aceptar Limpiar

Se ha registrado con exito la entrada de material

Figura 32: Vista: Registrar entrada

- Consultar salida: Este componente permite consultar las salidas de material, pudiendo filtrar por fecha, artículo o la combinación de ambos criterios.

San José - Administración de Deposito

Consultar Salida

Seleccione un producto

Productos: Artículo de prueba modificado

Fecha: Seleccione una fecha

Aceptar Limpiar

Id	Nombre	Fecha	Cantidad
3156	Artículo de prueba modificado	12/06/2021	5

Items per page: 5 1 - 1 of 1 |< < > >|

Figura 33: Vista: Consultar salida

- Registrar salida: La funcionalidad de este componente es la registración de las distintas salidas de materiales, que luego servirán para actualizar el modelo de predicción.

The screenshot shows a web application titled "San José - Administración de Deposito". On the left is a sidebar menu with options: Inicio, Productos, Entradas, Salidas (with sub-options Consultar and Registrar), and a search icon. The main content area is titled "Registrar Salida". It contains a form with a dropdown menu for "Productos" (labeled "Seleccione un producto") with the selected value "Artículo de prueba modificado". Below this is a "Cantidad:" label followed by a text input field containing the value "5". To the right of the input field is a small label "Ej: 5". There are two buttons: a grey "Aceptar" button and a green "Limpiar" button. At the bottom of the form, a green message box states "Se ha registrado con éxito la salida de material".

Figura 34: Vista: Registrar salida

6.2.2. Controladores

Para el desarrollo del *backend* se utilizó C# con el objetivo de crear una Web API, que contuviese tanto a los controladores como al modelo.

En primer lugar, se desarrollaron distintas clases, las cuales permiten instanciar a las entidades de interés:

- Entradas
- Productos
- Predicciones
- Salidas
- Semanas

Luego, dado que se utilizó modelo-vista-controlador como arquitectura de software, se crearon aquellos controladores que contienen los distintos métodos que se encargan de dar una respuesta a las peticiones de los usuarios:

- EntradasController
- PrediccionesController
- ProductosController
- SalidasController

También, se utilizó objetos de transferencia de datos (DTOs) que son patrones de diseño cuya finalidad es la creación de objetos planos, para transportar datos desde los distintos procesos, sin contener ninguna lógica de negocios.

- PrediccionesTablaDto
- RapidminerExportDto

6.2.3. Modelo

Para la creación del modelo, se trabajó con Entity Framework Core, que es una tecnología de acceso a datos que sirve como interprete entre el lenguaje de programación y las bases de datos relacionales y no relacionales. Permite controlar la base de datos en el mismo lenguaje de programación en lugar de SQL estándar o alguno de sus dialectos (Camacho, 2018).

Al utilizar Entity Framework Core, se creó el contexto de base de datos, donde se define la misma estructura que la base de datos relacional, a partir de la creación de modelos que contienen las entidades de interés, sus atributos y sus relaciones, para que esta sea controlada desde el lenguaje de programación.

También se creó un servicio que se encarga de recibir peticiones desde los controladores, de la obtención y/o manipulación de datos y, por último, de enviar una respuesta al controlador que origino la petición.

A continuación, en la Figura 35, se ilustra la arquitectura del prototipo desarrollado:

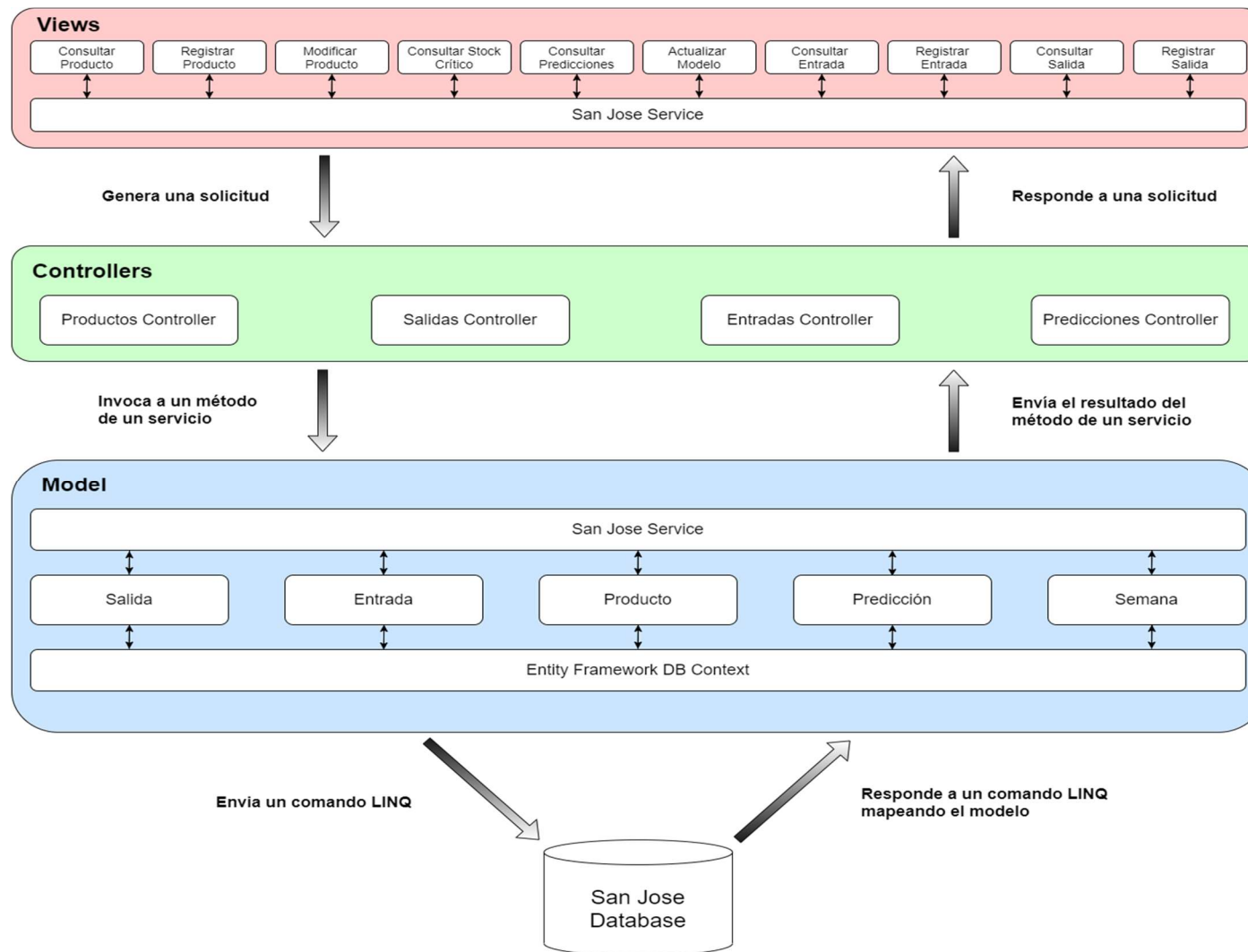


Figura 35: Diagrama arquitectónico del prototipo

6.2.4. Base de datos

Para la creación de la base de datos, se optó por utilizar el modelo relacional con la herramienta Microsoft SQL Server.

Una base de datos relacional es un tipo de base de datos que almacena y proporciona acceso a puntos de datos relacionados entre sí. Las bases de datos relacionales se basan en el modelo relacional, una forma intuitiva y directa de representar datos en tablas. En una base de datos relacional, cada fila de la tabla es un registro con un ID único llamado clave. Las columnas de la tabla contienen atributos de los datos, y cada registro generalmente tiene un valor para cada atributo, lo que facilita el establecimiento de las relaciones entre los puntos de datos (Oracle, 2021).

Las tablas que se crearon para ser utilizadas tanto por el prototipo como por el sistema de minería de datos son las siguientes:

Productos

- ProductoId: Identificador único a nivel base de datos de tipo entero y auto incremental.
- Código: Identificador de producto impuesto por el proveedor de tipo varchar.
- Nombre: Nombre del producto, de tipo varchar.
- Presentación: Presentación del producto, de tipo varchar.
- Stock: Cantidad de existencias en un momento determinado de cada producto, de tipo entero.
- P: Orden del modelo autorregresivo, de tipo entero.
- D: Grado de diferenciación del modelo ARIMA, de tipo entero.
- Q: Orden del modelo de la media móvil, de tipo entero.

Entradas

- EntradaId: Identificador único a nivel base de datos de tipo entero y auto incremental.
- ProductoId: Identificador del producto asociado a la entrada y clave foránea de la relación de tipo entero.
- Fecha: Fecha en que ocurrió la entrada de material, de tipo date.
- Cantidad: Cantidad de material que ingreso, de tipo entero.
- Remito: Numero de remito al que corresponde el ingreso de material, de tipo varchar.

Salidas

- SalidaId: Identificador único a nivel base de datos de tipo entero y auto incremental.
- ProductoId: Identificador del producto asociado a la salida y clave foránea de la relación de tipo entero.
- Fecha: Fecha en que ocurrió la salida de un artículo, de tipo date.
- Cantidad: Cantidad de artículos que se utilizaron, de tipo entero.

Predicciones

- PrediccionId: Identificador único a nivel base de datos de tipo entero y auto incremental.
- ProductoId: Identificador del producto asociado a la predicción y clave foránea de la relación de tipo entero.
- Semana: Numero de semana para la que se predice una cantidad determinada de salidas de *stock*, de tipo entero.
- Cantidad: Numero predicho de artículos necesarios para cubrir la demanda en una semana determinada, de tipo entero.
- Fecha: Fecha asociada a la realización de la última predicción, de tipo date.

Semanas

- NumeroSemana: Identificador único a nivel base de datos de tipo entero.
- FechaInicio: Fecha de inicio de cada semana, de tipo date.
- FechaFin: Fecha de finalización de cada semana, de tipo date.

A continuación, en la Figura 36 se ilustra el diagrama de entidad-relación (DER) de la base de datos:

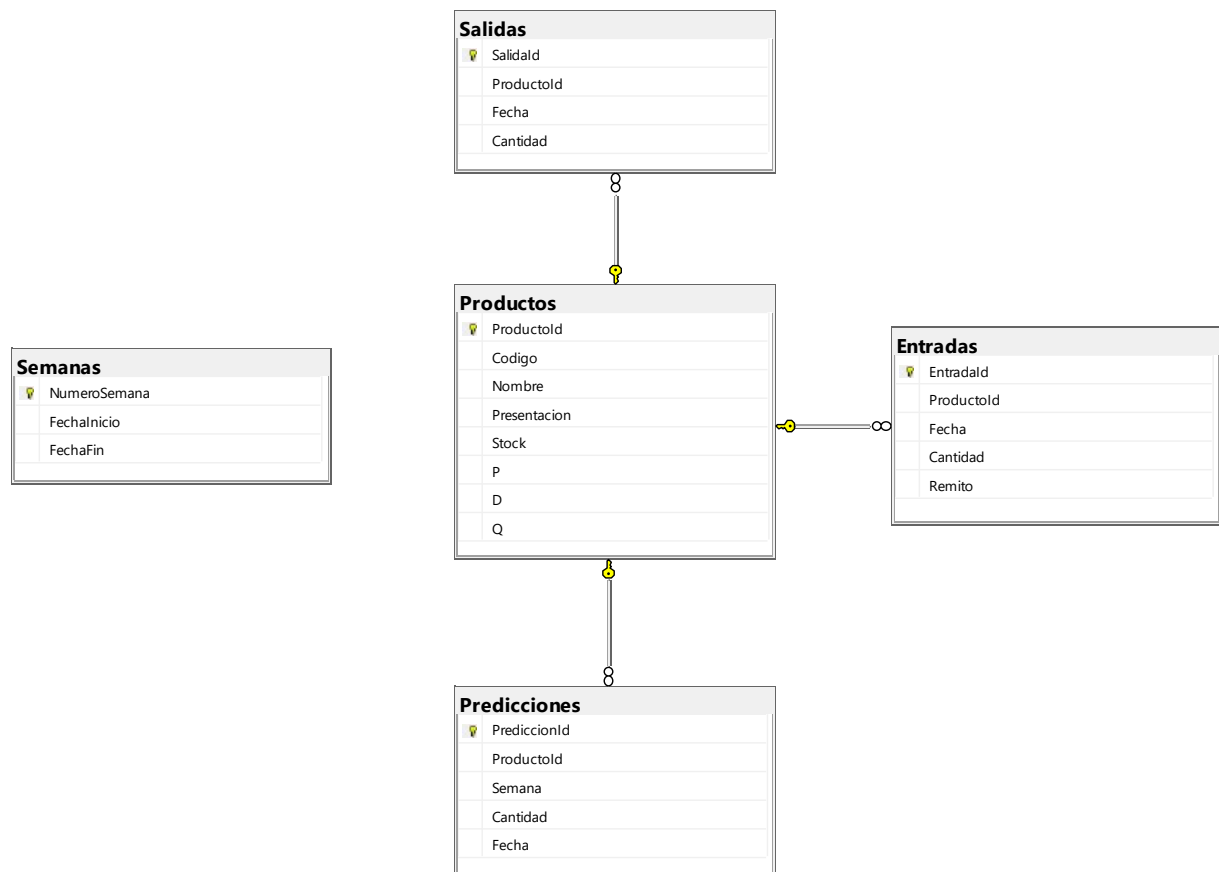


Figura 36: Diagrama entidad-relación de la base de datos

Como se mencionó anteriormente, al estudiar el armado del modelo de predicción se notó que existía un problema con aquellos productos que no registraban salidas dentro de intervalos regulares de tiempo, en este caso cada semana.

El problema se presentaba porque al analizar las salidas previas no se estaban contemplando aquellas semanas en las cuales la cantidad de salidas era cero, es decir, en las cuales no se producía una salida.

Esto generaba inconsistencias en el modelo, por lo cual se optó por crear una tarea programada en el motor de base de datos que se ejecute una vez por semana y realice una consulta que permita insertar una salida con cantidad 0 para aquellos artículos en los que no se registren salidas en los últimos 7 días.

En la Figura 37, se observa la tarea programada creada:

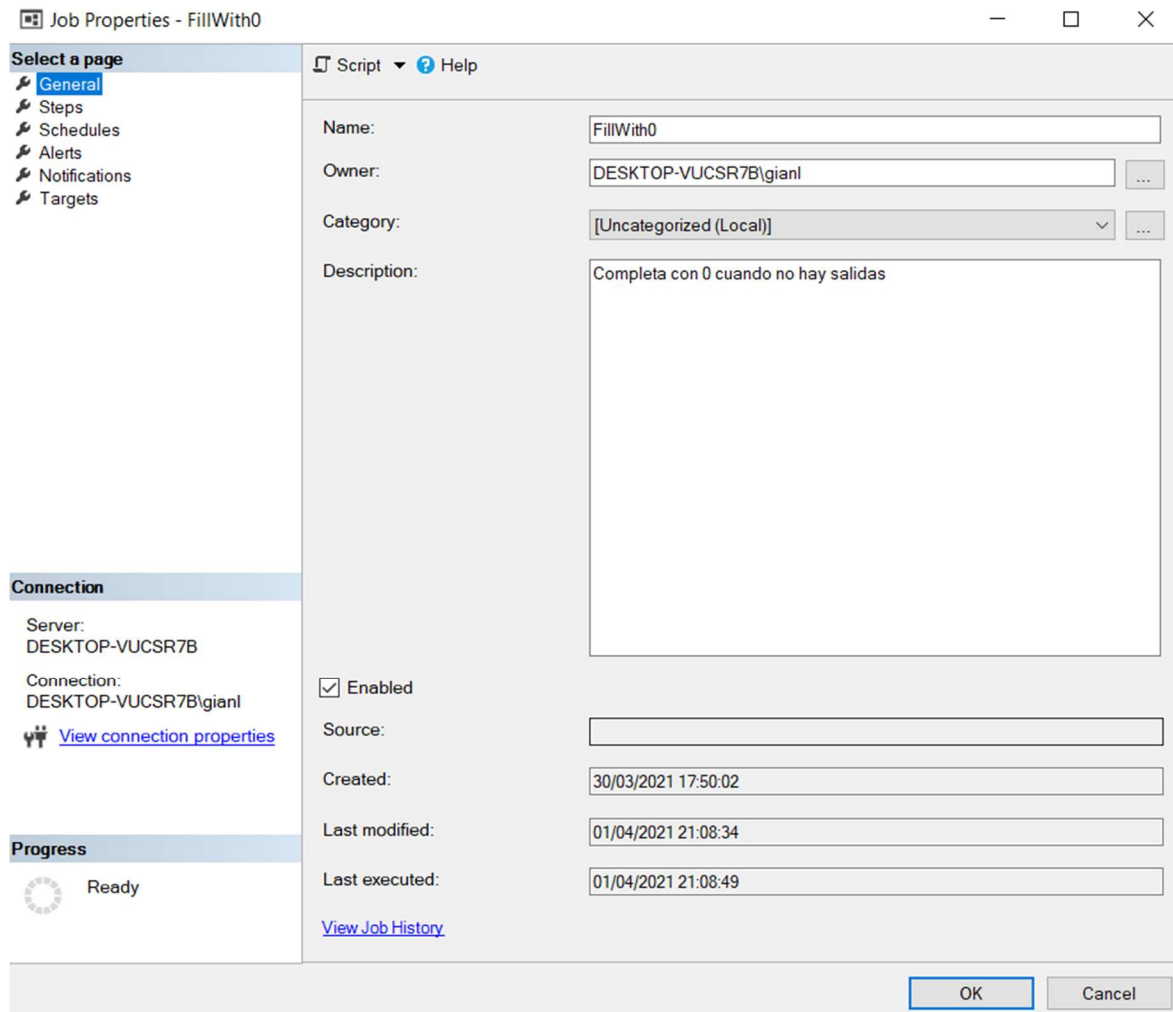


Figura 37: Tarea programada de base de datos

En la Figura 38, se observa la lógica asociada a la tarea programada creada:

```
DECLARE @total INT = (select top 1 ProductoId from Productos order by 1 desc);
DECLARE @start int = 1

WHILE @start <= @total
BEGIN
    IF ((select 1 from Salidas where ProductoId = @start and Fecha < getdate() and Fecha > (getdate()-7)) IS NULL
    AND (select 1 from Productos where ProductoId = @start) IS NOT NULL)
    BEGIN
        INSERT INTO Salidas VALUES(@start, getdate(), 0)
    END
    SET @start = @start + 1;
END;
GO
```

Figura 38: Lógica de inserción de la tarea programada

En la Figura 39, se observa la recurrencia semanal de la tarea programada creada:

Name: Jobs in Schedule

Schedule type: Recurring ☒ Enabled

One-time occurrence

Date: Time:

Frequency

Occurs: Weekly

Recurs every: week(s) on

☐ Monday ☐ Wednesday ☐ Friday ☒ Saturday

☐ Tuesday ☐ Thursday ☒ Sunday

Daily frequency

☒ Occurs once at:

☐ Occurs every: hour(s) Starting at: Ending at:

Duration

Start date: ☐ End date: ☒ No end date:

Summary

Description:

OK Cancel Help

Figura 39: Recurrencia de la tarea programada

6.2.5. Resguardo de la información

Para garantizar el resguardo de la información se requerirán copias de seguridad diarias de la información operativa de la empresa con el fin tener un respaldo actualizado en casos de caídas del sistema.

Parar ello, se creó una tarea programada la cual genera una copia de seguridad completa de la base de datos, tanto de sus estructuras, tablas, datos, objetos, configuraciones, etc. una vez al día a las 23 horas, de manera que este no afecte la normal operación del sistema. De esta manera se cuenta con información para recuperar la base en caso de fallas o perdidas..

Para contar con un respaldo actualizado de emergencia, será necesario almacenar el/los dispositivos que contengan las copias de seguridad en un lugar de contingencia, el cual está definido formalmente por la organización, con el objetivo de ser eficientes ante un desastre o hecho que pueda dañar la infraestructura informática y/o sistemas de información/tecnológicos.

El encargado tendrá la responsabilidad de transportar y dejar los mismos en un lugar de contingencia. Una vez entregado el dispositivo se firmará una constancia indicando fecha y hora de la entrega y observaciones en caso de corresponder las mismas.

En la Figura 40 se observa la tarea de *backup* creada.

The screenshot shows the 'Script' window in SQL Server Enterprise Manager. On the left, a 'Select a page' pane lists 'General', 'Steps', 'Schedules', 'Alerts', 'Notifications', and 'Targets'. Below this, the 'Connection' section shows 'Server: DESKTOP-VUCSR7B' and 'Connection: DESKTOP-VUCSR7B\gianl', with a 'View connection properties' link. The 'Progress' section shows a 'Ready' status with a circular progress indicator. The main area displays the configuration for a backup job named 'BackUp San Jose'. Fields include 'Name' (BackUp San Jose), 'Owner' (DESKTOP-VUCSR7B\gianl), 'Category' ([Uncategorized (Local)]), and 'Description' (BackUp Diario). A 'Script' dropdown and 'Help' icon are at the top left of the main area. Below the description, there is a 'View Job History' link. At the bottom right, 'OK' and 'Cancel' buttons are present.

Figura 40: Tarea programada de backup

En la Figura 41 se observa la lógica de la tarea de backup programada.

```
DECLARE @FILENAME NVARCHAR(max)
DECLARE @FILEDATE NVARCHAR(max)

SET @FILEDATE = CONVERT(nvarchar(max), GETDATE(), 112)
SET @FILENAME = 'C:\Users\gianl\Desktop\Proyecto de Grado\SanJoseBackup' + '_' + @FILEDATE + '.bak'

BACKUP DATABASE SAN_JOSE
TO DISK = @filename
```

Figura 41: Lógica de backup

En la Figura 42 se observa la recursividad de la tarea de backup.

Name: Backup Diario

Jobs in Schedule

Schedule type: Recurring

Enabled

One-time occurrence

Date: 14/10/2021

Time: 11:59:52

Frequency

Occurs: Daily

Recurs every: 1 day(s)

Daily frequency

Occurs once at: 23:00:00

Occurs every: 1 hour(s)

Starting at: 23:00:00

Ending at: 23:59:59

Duration

Start date: 14/10/2021

End date: 14/10/2021

No end date

Summary

Description: Occurs every day at 23:00:00. Schedule will be used starting on 14/10/2021

OK Cancel Help

Figura 42: Recurrencia del backup

7. Conclusiones

Como resultado de la ejecución de este proyecto se obtuvieron predicciones sobre la cantidad de material que la organización necesitará para cubrir la demanda de trabajo en un horizonte temporal de 3 semanas, ya que es el tiempo promedio en el cual la empresa realiza un nuevo pedido y recibe los insumos, para un conjunto determinado de artículos que resultan ser susceptibles de estudio.

Para llegar a estos resultados, se utilizó series de tiempo, lo cual resultó ser conveniente, aplicando el modelo ARIMA, para predecir con una precisión aceptable los niveles de existencias necesarios que permitan cumplir con el trabajo pendiente.

Los objetivos del proyecto se cumplen de manera satisfactoria ya que se pudo crear un modelo de predicción que genere resultados confiables para la organización y desarrollar un prototipo que permita al usuario conocer estos resultados y así tomar decisiones en base a información certera.

Respecto de los factores críticos de éxito, podemos concluir lo siguiente:

- En el modelo de predicción desarrollado, la precisión con la que este trabaja es de un 71%, interpretándose como "Bueno" según el indicador "Porcentaje de precisión mayor o igual que el 80%" descrito en la Tabla 2. Si bien este indicador puntualmente no se alcanza, ya que se había fijado como objetivo un 80%, entendemos que a medida que el prototipo se utilice en la organización, se generará más información que alimente al modelo, tanto de los productos estudiados como de nuevos productos, lo que hará que el porcentaje obtenido sea mayor.

Además, al solo haber trabajado con pocos productos, cuando uno de ellos predice de manera errónea castiga en mayor medida al promedio, a diferencia de si se tuviera información de la totalidad de los productos, donde la variación del porcentaje sería menor.

Es por esto que, si bien no se alcanza el porcentaje esperado, la diferencia es baja, fue evaluada por la organización y se la considera tolerable, ya que como se dijo anteriormente, a medida que el prototipo se utilice se mejorarán los resultados, consideramos que es un índice muy alentador.

Por otro lado, el porcentaje de señal de rastreo aceptable con la que se trabaja es del 100%, interpretándose como "Excelente" según el indicador "Porcentaje de señal de rastreo aceptable mayor o igual al 80%" descrito en la Tabla 3.

Finalmente, el porcentaje de desviación absoluta media aceptable con la que se trabaja es del 91%, interpretándose como "Excelente" según el indicador "Porcentaje de desviación absoluta media aceptable mayor o igual al 80%" descrito en la Tabla 4.

- En el desarrollo del prototipo, la disponibilidad del mismo se valora como "Aceptable" según el indicador "Disponibilidad del sistema", descrito en la Tabla 5, ya que, si bien aún no está implementado en la organización, este fue aprobado por los representantes de la misma.
- En la disponibilidad de información, a la hora de realizar el análisis de datos, se contaba con información de salidas stock relativas a 22 semanas de trabajo, donde se utilizaron las semanas 1 a la 19, correspondientes a los meses de agosto, setiembre, octubre y noviembre de 2020 para entrenar el modelo, y las semanas 20, 21, y 22, correspondientes al mes de diciembre de 2020 para la evaluación. Concluimos entonces que el indicador "Porcentaje de información actualizada de salidas" tiene una valoración del 100%, descrito en la Tabla 6, ya que se utilizaron la totalidad de los datos, lo cual permite alcanzar perfectamente el factor crítico de éxito "Disposición de información relativa a salidas de material en un periodo de tiempo determinado".

A pesar de que hay un factor crítico de éxito que no es alcanzado, su precisión es buena y arroja resultados confiables para el proyecto en general, ya que los resultados obtenidos mejorarán si se cuenta con más información para refinar el modelo, lo cual sucederá indefectiblemente cuando el sistema se empiece a utilizar a diario en la organización y la base de datos se alimente continuamente con las salidas de stock.

La utilización del prototipo incrementará la cantidad de datos de entrenamiento del modelo, y dado que este es un modelo de predicción semiautomático, es capaz de reentrenarse con dichos datos para generar nuevas predicciones y así mantener actualizada la información en la cual la organización se basa para tomar decisiones relacionadas al reaprovisionamiento.

Dado que, actualmente, la organización no cuenta con un sistema informático donde se lleve registro de las entradas y salidas de stock, pero se propuso la instalación de la infraestructura informática necesaria para alojar al prototipo realizado, para que la organización gestione su aprovisionamiento basándose en él y esto permita generar beneficios y asegurar el constante recambio en los depósitos.

7.1. Futuras líneas de investigación

El presente trabajo presenta temas que quedan pendientes de ser cubiertos sobre la predicción de stock, a saber:

- Permitir el reentrenamiento automático del modelo de predicción, a partir de la posibilidad de exportar el modelo de la herramienta RapidMiner mediante la utilización de una licencia paga.
- Realizar el trabajo de minería de datos en otra herramienta distinta a RapidMiner que arroje resultados contrastables.
- Utilización de la totalidad de los artículos para el entrenamiento del modelo, donde a su vez puedan estudiarse características no tenidas en cuenta en este trabajo, como ser la presentación de los insumos.
- Suma de mayores funcionalidades al prototipo relativas a seguridad como ser permisos, roles, usuarios y contraseñas.

8. Bibliografía

- Aggarwal, C. C. (2015). Data Mining: The textbook. En C. C. Aggarwal, *Data Mining: The textbook* (págs. 22-25). New York: Springer.
- Algevsa LOGISTICS. (28 de Mayo de 2015). *La importancia de una buena gestión de stocks*. Obtenido de Algevsa LOGISTICS: <https://www.algevsa.com/importancia-de-una-buena-gestion-de-stocks>
- Anderson, S. W. (2011). *Metodos cuantitativos para los negocios*. Mexico: Cengage Learnings.
- Apple. (2021). *Apple*. Obtenido de www.apple.com/la/mac
- Be Software. (2020). *¿Qué es C# y para qué sirve?* Obtenido de Be Software: <https://bsw.es/que-es-c/>
- Berney, J. B. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage, vol. 17. En J. B. Berney, *Firm resources and sustained competitive advantage, vol. 17* (págs. 99-120). Journal of Management.
- Betancourt, D. F. (2016). *Medición del error en pronósticos de demanda*. Obtenido de Ingenio Empresa: www.ingenioempresa.com/medicion-error-pronostico
- Blog IT Pro. (2016). *Visual Studio Code ¿Qué es? y ¿Qué no es?* Obtenido de Blog IT Pro: <https://blogs.itpro.es/eduardocloud/2016/08/22/visual-studio-code-que-es-y-que-no-es/>
- Blog Quonext. (2014). Obtenido de Quonext: <https://www.quonext.com/blog/erp-ii-extendido/>
- Bramer, M. (2016). Principles of data mining. En M. Bramer, *Principles of data mining* (págs. 1-3). Portsmouth: Springer.
- Burnham, K. P., & Anderson, D. R. (2002). *Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach*. Springer-Verlag.
- Camacho, B. (2018). *ASP.NET Core Master*. Obtenido de Introducción a Entity Framework Core: <https://aspnetcoremaster.com/c%23/entityframeworkcore/dotnet/ef/2018/08/07/introduccion-entityframeworkcore.html>
- Chapman, P., Clinton, J., Kerber, R., Khabanza, T., Reinartz, T., Wirth, R., & H. Shearer, C. (2000). *CRISP-DM 1.0: Step by Step Data Mining Guide*.

- Chasco, C. (22 de Enero de 2017). *Modelos Arima Parte A*. Obtenido de YouTube: https://www.youtube.com/watch?v=nHtLwXNSs40&list=PLMJxk5Z9eeXQMJJLiZgeTI_txMHJVpzqO
- Chasco, C. (22 de Enero de 2017). *Modelos ARIMA Parte B*. Obtenido de YouTube: https://www.youtube.com/watch?v=ixVpyH1BRJI&list=PLMJxk5Z9eeXQMJJLiZgeTI_txMHJVpzqO&index=2
- Daibes, F. (2020). *Resumen Produccion II Resumen completo modulo 2*. Obtenido de Filadd: <https://filadd.com/doc/resumen-produccion-ii-resumen-completo-modulo-2>
- Dataprix. (2019). *Microsoft SQL Server*. Obtenido de Dataprix: <https://www.dataprix.com/es/software-it/microsoft-sql-server>
- DesarrolloWeb. (2021). *Laravel es un popular framework de PHP. Permite el desarrollo de aplicaciones web totalmente personalizadas de elevada calidad*. Obtenido de DesarrolloWeb: <https://desarrolloweb.com/home/laravel>
- Dorantes, C. A. (2015). *Qué es PostgreSQL y cuáles son sus ventajas*. Obtenido de Platzi: <https://platzi.com/blog/que-es-postgresql/>
- Gallardo Arancibia, J. A. (2000). *Metodología para el desarrollo de proyectos en minería de datos. CRISP-DM*. Obtenido de http://www.oldemarrodriguez.com/yahoo_site_admin/assets/docs/Documento_CRISP-DM.2385037
- GEO Tutoriales. (2015). *Interpretación de la Señal de Rastreo de un Pronóstico de Demanda*. Obtenido de Gestión de Operaciones: <https://www.gestiondeoperaciones.net/proyeccion-de-demanda/interpretacion-de-la-senal-de-rastreo-de-un-pronostico-de-demanda/>
- GitLab. (2020). *GitLab*. Obtenido de Wikipedia: <https://es.wikipedia.org/wiki/GitLab>
- Gonzalez Casimiro, M. P. (2009). *Análisis de series temporales: Modelos ARIMA*. Obtenido de <https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/12492/04-09gon.pdf>
- Govantec. (2019). *Govantec*. Obtenido de <https://entrenamiento-python-basico.readthedocs.io/es/latest/leccion1/caracteristicas.html>
- Jiménez Rivera, J. (2018). *C#. Qué es y para qué se utiliza*. Obtenido de Negocios y Estrategia: <https://negociosyestrategia.com/blog/que-es-csharp/>

- Lalopg. (2015). *Métodos predictivos y Descriptivos - MINERÍA DE DATOS*. Obtenido de Slideshare: <https://es.slideshare.net/lalopg/mtodos-predictivos-y-descriptivos-minera-de-datos>
- LenguajesDeProgramación.net. (2021). *LenguajesDeProgramación.net*. Obtenido de <https://lenguajesdeprogramacion.net/c-sharp/>
- Linux. (2021). *Linux*. Obtenido de www.linux.org
- Logicalis. (7 de Noviembre de 2014). *Minería de datos: aplicaciones más populares a día de hoy*. Obtenido de Logicalis: <https://blog.es.logicalis.com/analytics/mineria-de-datos-aplicaciones-que-ya-son-una-realidad>
- López Dumrauf, G. (2013). *Finanzas corporativas - Enfoque Latinoamericano 3ra ed*. Buenos Aires: Alfaomega.
- Lopez Saez, J. I. (2018). *Analisis de series de tiempo. Pronostico de la demanda de uso de aeropuertos en Argentina para 2022*. Obtenido de https://ri.itba.edu.ar/bitstream/handle/123456789/1230/TFI%20-%20Jose_%20Ignacio%20Lo_pez%20Sa_ez.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Manuel, F. (2012). *Sublime Text, un sofisticado editor de código multiplataforma*. Obtenido de Genbeta: <https://www.genbeta.com/herramientas/sublime-text-un-sofisticado-editor-de-codigo-multiplataforma>
- Martinez, J. M. (1 de Febrero de 2018). *¿Qué es la gestión de stock y por qué es importante para tu empresa?* Obtenido de Clavei: <https://www.clavei.es/blog/la-importancia-del-control-de-stock>
- Mauricio, J. A. (2007). *Introducción al analisis de series temporales*. Madrid.
- Microsoft. (2021). *Microsoft*. Obtenido de <https://www.microsoft.com/es-ar/windows/>
- Oracle. (2021). *¿Qué es una base de datos relacional?* Obtenido de Oracle: <https://www.oracle.com/ar/database/what-is-a-relational-database/>
- Piatetsky, G. (2019). *Top Software for Analytics, Data Science, Machine Learning in 2019: Trends and Analysis*. Obtenido de KDnuggets: <https://www.kdnuggets.com/2019/05/poll-top-data-science-machine-learning-platforms.html>

- Pressman, R. S. (2010). *Ingeniería de software, un enfoque práctico 7ma ed.* Mexico: McGraw Hill.
- Quality Devs. (2019). *Quality Devs.* Obtenido de <https://www.qualitydevs.com/2019/09/16/que-es-angular-y-para-que-sirve/>
- Quonext. (s.f.). *Software de gestión ERP: hacia una nueva era de eficiencia en su negocio o empresa.* Obtenido de Quonext: <https://www.quonext.com/software-erp>
- Ramirez Fominaya, P. (2018). *¿Cuál es el ROI de una implementación ERP?* Obtenido de Datadec: <https://www.datadec.es/blog/cual-es-el-roi-de-implantar-un-erp>
- Rapidminer. (2021). *Rapidminer.* Obtenido de <https://rapidminer.com/>
- Red Hat. (s.f.). *Qué son las API y para qué sirven.* Obtenido de Red Hat: <https://www.redhat.com/es/topics/api/what-are-application-programming-interfaces>
- Ribas, E. (2019). *¿Qué es el Data Mining o minería de datos?* Obtenido de IEBS: <https://www.iebschool.com/blog/data-mining-mineria-datos-big-data/>
- Rock Content. (2019). *Rock Content.* Obtenido de <https://rockcontent.com/es/blog/que-es-java/>
- RStudio. (2021). *RStudio.* Obtenido de https://www.r-studio.com/es/Unformat_Help/systemrequirements.html
- Rubalcaba, J. G. (2016). *Modelización y Estadística en Biología.* Obtenido de Wordpress: <https://jgrubalcaba.wordpress.com/2016/02/21/cosas-que-conviene-saber-al-usar-aic-dic-y-otros-criterios-de-informacion/>
- Sarmiento, E. (2008). *Predicción con series de tiempo y regresión.* Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4780125>
- Sitio Big Data. (2020). *Sitio Big Data.* Obtenido de <https://sitiobigdata.com/2020/01/16/python-para-ciencia-de-datos/#>
- Sublime Merge. (s.f.). *Sublime Merge.* Obtenido de <https://www.sublimemerge.com/>
- Tecnologías-Información. (2018). *Minería de datos.* Obtenido de Tecnologías-Información: <https://www.tecnologias-informacion.com/mineria-de-datos.html>
- The PHP Group. (2021). *PHP.* Obtenido de <https://www.php.net/manual/es/intro-what-is.php>

Universidad de Alicante. (s.f.). *Universidad de Alicante*. Obtenido de <https://si.ua.es/es/documentacion/asp-net-mvc-3/1-dia/modelo-vista-controlador-mvc.html>

Vara, D. (25 de Mayo de 2017). *La importancia de gestionar correctamente el stock de nuestro negocio*. Obtenido de Blueindic: <https://www.blueindic.com/blog/la-importancia-de-gestionar-correctamente-el-stock-de-nuestro-negocio>

Vargas Govea, B. (2014). *Introducción a R con fundamentos de minería de datos*. Obtenido de Slideshare: <https://es.slideshare.net/blancavg/introduccion-a-r-con-minera-de-datos>

9. Anexos

Anexo I: Video explicativo del proyecto

En el siguiente video se explica el funcionamiento del prototipo, de cada una de sus vistas y se genera un archivo de entrada para reentrenar el modelo. También se muestra el modelo de predicción desarrollado, la estructura de la base de datos y la tarea programada creada en la misma:

https://youtu.be/Oncb_ItSAbQ

Anexo II: Repositorio de código

El siguiente enlace nos dirige al repositorio donde se encuentra alojado el código fuente mediante el cual se desarrolló el prototipo y además se incluyen los archivos de los procesos realizados en RapidMiner y los scripts utilizados para las tareas de bases de datos.

Al ingresar al repositorio existe una única carpeta llamada “Proyecto de Grado”, la cual a su vez contiene las siguientes carpetas:

- Base de Datos: se encuentran los scripts necesarios para la creación de la base de datos, la inserción de los datos utilizados y la creación de la tarea programada desarrollada.
- RapidMiner: se encuentran los procesos de minería de datos detallados a lo largo del proyecto, utilizados para generar el modelo de predicción.
- San Jose: esta carpeta contiene todo el código fuente desarrollado para el prototipo, a su vez ésta se subdivide en dos carpetas más:
 - API: la cual contiene el código fuente asociado al *backend* y a su vez se subdivide en *Classes*, *Controllers*, *DTOs*, *Resources* y archivos de configuración de la solución.
 - SanJose: la cual contiene el código fuente asociado al *frontend*. Ésta posee una carpeta llamada *src*, dentro de ella existe otra llamada *app*, y finalmente dentro de ésta última se encuentran las carpetas de cada uno de los componentes desarrollados, los archivos de servicios de comunicación con el backend y de ruteo dentro del prototipo.

<https://gitlab.com/riveroma095/proyecto-de-grado>

Anexo III: Glosario de siglas

- AFIP: Administración Federal de Ingresos Públicos
- AIC: Criterio de Información de Akaike
- AICC: Criterio de Información de Akaike Corregido
- API: Interfaz de Programación de Aplicaciones
- AR: Modelo Autoregresivo
- ARFF/XRFF: Formato de archivos Weka
- ARIMA: Modelo Autoregresivo Integrado de Medias Móviles
- ARMA: Modelo Autoregresivo de Medias Móviles
- BI: Inteligencia de Negocios
- BIC: Criterio de Información Bayesiano
- CFE: Suma Acumulada de Errores de Pronostico
- CLR: Entorno en Tiempo de Ejecución de Lenguaje Común
- COPAIPA: Consejo Profesional de Agrimensores, Ingenieros y Profesiones Afines
- CRIPS-DM: Cross Industry Standard Process for Data Mining
- CSV: Valor Separado por Coma
- DB: Base de Datos
- DBF: Formato de archivo dBASE
- DGR: Dirección General de Rentas
- DLL: Librerías de Enlace Dinámico
- DM: Minería de Datos
- DTO: Objeto de Transferencia de Datos
- DVD: Disco Versátil Digital
- EDT: Estructura de Desglose de Trabajo
- EOQ: Cantidad económica de pedido
- ERP: Planificación de Recursos Empresariales
- GB: Gigabyte
- GHz: Gigahercio
- HTML: Lenguaje de Marcas de Hipertexto
- JIT: Just in Time
- JSON: Notación de Objetos de JavaScript
- LINQ: Consulta Integrada en el Lenguaje
- MA: Modelo de Medias Móviles
- MACos: Sistema Operativo Macintosh

- MAD: Desviación Media Absoluta
- MDB/ACCDB: Base de Datos Microsoft Access
- MVC: Modelo-Vista-Controlador
- PDF: Formato de Documentos Portátil
- QVX: QlikView data eXchange
- RAM: Memoria de Solo Lectura
- RDBMS: Sistema de Gestión de Bases de Datos Relacionales
- ROI: Índice de Retorno de la Inversión
- SAR: Modelo Autoregresivo Estacional
- SAS: Formato de archivo SAS
- SASS: Syntactically Awesome Style Sheets
- SAV: Formato de archivo IBM SPSS
- SCSS: SASS Cascading Style Sheet
- SPA: Aplicación de Pagina Única
- SQL: Lenguaje de Consulta Estructurada
- SSAS: SQL Server Analysis Services
- SSIS: SQL Server Integration Services
- SSRS: SQL Server Reporting Services
- TS: TypeScript
- TSQL: Lenguaje de Consulta Estructurada Transaccional
- TSV: Valor Separado por Tabulación
- USB: Bus Universal en Serie
- VB: Visual Basic
- WBS: Work Breakdown Structure
- XLS/XLSX: Hoja de cálculo Microsoft Excel
- XML: Lenguaje de Marcado Extensible
- ZIP: Formato de compresión sin pérdida

Anexo IV: Resultados de pruebas

RAC 10

P	D	Q	AIC	BIC	AICC	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Total
0	0	1	123,942	126,775	127,542	8	7	7	22
0	0	2	125,175	128,953	130,032	9	8	8	25
0	0	3	127,043	131,765	133,659	9	8	8	25
0	0	4	129,042	134,708	138,042	9	8	8	25
1	0	0	123,186	126,019	126,786	8	8	7	23
1	0	1	125,160	128,938	130,017	8	8	7	23
1	0	2	125,969	130,691	132,585	10	8	7	25
1	0	3	117,362	123,028	126,362	10	9	9	28
1	0	4	112,587	119,198	124,769	7	7	7	21
1	1	1	105,238	108,800	110,315	18	28	41	87
2	0	0	125,140	128,918	129,998	8	8	7	23
2	0	1	122,935	127,657	129,55	7	6	7	20
2	0	2	124,336	130,002	133,336	7	7	7	21
2	0	3	123,768	130,389	135,96	10	9	9	28
2	0	4	124,658	132,214	141,058	6	9	8	23
2	1	1	116,274	120,726	123,274	-21	-10	47	16
2	1	2	120,710	126,052	130,346	-1	0	6	5
2	1	3	98,802	105,035	112,002	-30	-27	76	19
2	1	4	384,664	391,787	402,664	-12.041	186.452	563.557	737.968
3	0	0	126,592	131,315	133,208	9	8	7	24
3	0	1	120,041	125,708	129,041	9	8	9	26
3	0	2	121,436	128,147	133,617	10	7	10	27
3	0	3	122,610	130,166	139,01	7	9	5	21
3	0	4	114,585	123,085	136,585	-10	10	4	4
3	1	1	91,458	96,800	101,095	-16	-28	3	-41
3	1	2	216,786	223,018	229,986	753	500	-227	1.026
3	1	3	101,775	108,898	119,775	13	-2	3	14

3	1	4	63,426	71,439	87,926	-7	-19	-11	-37
4	0	0	98,880	104,546	107,88	8	5	5	18
4	0	1	83,419	90,030	95,601	9	6	6	21
4	0	2	99,864	107,420	116,264	8	6	6	20
4	0	3	90,741	99,241	112,741	8	8	8	24
4	0	4	85,874	85,319	115,374	6	7	8	21
4	1	1	91,737	97,969	104,937	23	43	83	149
4	1	2	93,561	100,684	111,651	33	83	205	321
4	1	3	2.437,895	2.445,908	2.462,395	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
4	1	4	84,516	93,419	117,944	17	31	49	97

RAC 12

P	D	Q	AIC	BIC	AICC	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Total
1	0	0	87,056	89,556	90,903	4	4	4	12
2	0	0	87,987	91,320	93,321	5	4	4	13
3	0	0	88,166	92,232	95,620	5	4	4	13
4	0	0	69,302	74,302	79,702	4	4	3	11
1	0	1	88,878	92,210	94,211	4	4	4	12
2	0	1	89,743	93,909	97,198	5	4	4	13
3	0	1	69,384	74,384	79,384	6	6	5	17
4	0	1	48,889	54,722	63,334	4	3	2	9
1	0	2	90,385	94,552	97,840	5	5	4	14
2	0	2	62,260	67,259	72,660	4	3	5	12
3	0	2	90,426	96,259	104,871	7	4	1	12
4	0	2	59,802	66,467	79,802	4	5	3	12
1	0	3	134,186	139,185	144,586	-107	56	-65	-116
2	0	3	359,130	364,963	373,575	-30.073	-433.009	-939.817	-1.402.899
3	0	3	371,123	377,789	391,123	-634.173	-162.662	562.379	-234.456
4	0	3	118,422	125,920	146,136	-14	28	-12	2
1	0	4	74,332	80,164	88,776	6	7	8	21

2	0	4	316,764	323,440	336,774	76.669	21.157	546.520	644.346
3	0	4	58,074	65,572	85,888	1	1	11	13
4	0	4	36,311	44,643	74,978	3	1	-1	3
1	1	1	89,048	92,138	94,684	1	-1	0	0
2	1	1	85,807	89,670	93,807	3	2	2	7
2	1	2	56,047	60,683	67,381	6	2	-5	3
2	1	3	66,610	71,518	82,110	6	4	1	11
2	1	4	80,559	86,740	103,131	8	8	8	24
3	1	1	56,535	61,171	67,869	-5	-5	6	-4
3	1	2	36,873	42,281	52,873	-5	-9	0	-14
3	1	3	40,881	47,061	63,452	-6	-10	1	-15
3	1	4	42,975	49,928	74,975	-8	-11	4	-15
4	1	1	64,883	70,291	80,883	8	12	18	38
4	1	2	51,439	57,620	74,011	10	17	26	53
4	1	3	47,419	54,372	79,419	7	11	14	32
4	1	4	46,110	53,836	92,110	10	18	28	56
0	0	1	87,423	89,923	91,269	4	4	4	12
0	0	2	88,931	92,263	94,264	4	4	4	12
0	0	3	90,741	94,907	98,195	5	4	4	13
0	0	4	77,797	82,796	88,197	5	4	3	12

RAC 14

P	D	Q	AIC	BIC	AICC	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Total
1	0	0	90,367	93,038	94,082	5	5	4	14
2	0	0	92,192	95,754	97,269	5	5	4	14
3	0	0	86,316	90,768	93,316	5	5	4	14
4	0	0	85,481	90,824	95,118	7	7	6	20
1	0	1	92,355	95,917	97,432	5	5	4	14
2	0	1	92,967	97,419	99,967	9	12	14	35
3	0	1	74,642	79,984	84,278	4	4	4	12

4	0	1	65,994	72,226	79,194	7	7	6	20
1	0	2	94,173	98,625	101,173	6	5	5	16
2	0	2	2.149,032	2.154,374	2.158,668	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
3	0	2	90,741	96,774	103,941	4	4	5	13
4	0	2	62,239	69,362	80,239	6	7	6	19
1	0	3	95,822	101,164	105,458	5	5	5	15
2	0	3	3.003,285	3.009,517	3.016,485	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
3	0	3	363,822	370,945	381,822	-93.786	900.803	-6.347.622	-5.540.605
4	0	3	56,542	58,560	75,046	5	6	5	16
1	0	4	98,556	104,789	111,756	8	10	7	25
2	0	4	4.318,395	4.325,518	4.336,395	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
3	0	4	2.372,653	2.380,667	2.397,153	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
4	0	4	344,007	356,911	377,435	-85.989	92.324	-1.529.969	-1.523.634
1	1	1	86,933	90,266	92,267	13	26	52	91
2	1	1	72,948	77,115	80,403	-1	-11	-7	-19
2	1	2	83,606	88,606	94,006	2	-2	-2	-2
2	1	3	131,340	137,172	145,784	-4	-66	-74	-144
2	1	4	372,102	378,768	392,102	-21.274	-274.559	-510.605	-806.438
3	1	1	64,005	69,004	74,405	7	5	1	13
3	1	2	86,102	91,934	100,546	6	5	5	16
3	1	3	73,723	80,388	93,723	7	15	26	48
3	1	4	179,294	186,793	207,009	-201	-50	204	-47
4	1	1	75,852	81,685	90,297	4	-3	-13	-12
4	1	2	65,020	71,686	85,020	-1	-26	-37	-64
4	1	3	60,680	68,179	88,394	-80	-27	-9	-116
4	1	4	54,288	62,620	92,955	3	-3	-12	-12
0	0	1	90,753	93,424	93,467	5	4	4	13
0	0	2	92,749	96,311	97,826	5	4	4	13
0	0	3	93,518	97,969	100,518	5	5	5	15
0	0	4	95,152	100,395	104,789	5	5	4	14

RAC 20

P	D	Q	AIC	BIC	AICC	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Total
1	0	0	84,513	87,184	88,226	3	3	3	9
2	0	0	85,134	88,696	90,211	4	4	4	12
3	0	0	82,518	86,969	89,518	4	4	4	12
4	0	0	81,180	86,522	90,816	4	4	4	12
1	0	1	74,310	77,871	79,387	2	2	2	6
2	0	1	73,613	78,065	80,613	4	6	6	16
3	0	1	76,033	81,376	85,670	4	5	5	14
4	0	1	57,669	63,901	70,869	4	4	4	12
1	0	2	2.153,899	2.158,351	2.160,899	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
2	0	2	65,402	70,744	75,038	5	6	5	16
3	0	2	76,894	83,127	90,094	5	6	5	16
4	0	2	62,950	70,073	80,950	5	5	5	15
1	0	3	3.378,610	3.383,952	3.388,246	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
2	0	3	218,782	225,015	231,982	656	-1.182	-12.547	-13.073
3	0	3	105,779	112,902	123,779	-4	6	3	5
4	0	3	77,344	85,358	101,844	4	5	4	13
1	0	4	4.559,586	4.565,819	4.572,786	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
2	0	4	619,830	626,953	637,830	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
3	0	4	341,404	349,417	365,904	156.577	-116.225	-175.136	-134.784
4	0	4	53,397	63,301	86,826	2	2	4	8
1	1	1	83,316	86,649	88,049	6	9	12	27
2	1	1	80,342	84,508	87,796	4	7	12	23
2	1	2	80,921	85,920	91,321	6	11	22	39
2	1	3	61,703	67,535	76,147	1	2	1	4
2	1	4	58,583	65,249	78,583	0	-3	-10	-13
3	1	1	63,434	68,433	73,834	-2	-6	-8	-16
3	1	2	64,399	70,232	78,844	0	-2	-3	-5
3	1	3	72,242	78,908	92,242	-3	-6	-15	-24

3	1	4	155,126	162,625	182,840	-86	316	-73	157
4	1	1	72,889	78,722	87,334	-7	-14	-17	-38
4	1	2	64,986	71,651	84,986	-9	-21	-21	-51
4	1	3	62,751	72,250	90,465	5	13	33	51
4	1	4	84,992	93,324	123,659	9	14	18	41
0	0	1	84,600	87,271	88,314	3	3	3	9
0	0	2	75,439	79,001	89,516	2	3	3	8
0	0	3	84,638	89,090	91,638	4	3	3	10
0	0	4	77,178	82,520	86,814	3	3	3	9

RAC 22

P	D	Q	AIC	BIC	AICC	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Total
1	0	0	54,166	56,483	58,166	3	2	2	7
2	0	0	49,561	52,741	55,287	3	0	-1	2
3	0	0	50,671	54,534	58,671	3	0	-1	2
4	0	0	48,084	52,719	59,417	2	0	-1	1
1	0	1	52,124	55,214	57,76	4	2	2	8
2	0	1	25,243	29,16	33,243	4	0	-3	1
3	0	1	29,282	33,918	40,616	4	1	-3	2
4	0	1	49,546	54,954	65,546	2	-1	0	1
1	0	2	50,15	54,012	58,15	2	-1	1	2
2	0	2	35,647	40,283	46,98	5	3	1	9
3	0	2	47,249	52,657	63,249	3	-1	3	5
4	0	2	38,668	44,849	61,239	1	-4	10	7
1	0	3	44,824	49,459	56,157	4	1	1	6
2	0	3	34,885	40,294	50,885	5	3	0	8
3	0	3	7,73	13,911	30,302	4	1	0	5
4	0	3	13,15	20,103	45,15	1	-1	3	3
1	0	4	39,277	44,685	55,277	3	2	1	6
2	0	4	25,665	31,846	48,237	4	-1	-1	2

3	0	4	22,976	29,929	54,976	4	-3	-5	-4
4	0	4	14,582	22,308	60,582	1	-2	1	0
1	1	1	39,34	42,173	45,34	8	14	26	48
2	1	1	40,751	44,291	49,417	8	16	30	54
2	1	2	51,611	55,859	64,111	6	11	18	35
2	1	3	64,014	68,97	82,014	-1	-36	1	-36
2	1	4	292,064	297,728	318,064	-180.774	872.782	2.331.866	3.023.874
3	1	1	42,738	46,986	55,238	9	21	47	77
3	1	2	43,191	48,147	61,191	2	-6	-13	-17
3	1	3	23,559	29,223	49,559	9	12	17	38
3	1	4	92,905	99,277	130,905	9	-22	-7	-20
4	1	1	39,514	44,47	57,514	3	0	-3	0
4	1	2	32,756	38,421	58,756	5	3	-3	5
4	1	3	52,483	58,855	90,483	3	-1	-6	-4
4	1	4	25,557	32,638	82,557	5	5	8	18
0	0	1	52,379	54,697	56,379	3	1	1	5
0	0	2	38,029	41,12	43,666	1	0	1	2
0	0	3	27,874	31,737	35,874	4	1	0	5
0	0	4	43,166	47,801	54,499	5	3	-1	7

RAC 25

P	D	Q	AIC	BIC	AICC	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Total
1	0	0	46,819	49,319	50,665	2	2	2	6
2	0	0	48,569	51,901	53,902	2	2	2	6
3	0	0	49,517	53,683	59,972	2	2	2	6
4	0	0	48,547	53,547	58,947	2	2	2	6
1	0	1	869,01	872,343	874,344	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
2	0	1	835,923	840,089	843,378	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
3	0	1	38,441	43,44	48,841	3	3	3	9
4	0	1	643,254	549,086	657,698	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR

1	0	2	35,723	39,889	43,177	29	10	3	42
2	0	2	136,795	141,794	147,195	341	-529	52	-136
3	0	2	19,396	25,179	33,791	11	5	4	20
4	0	2	138,55	145,215	158,55	-579	-24	90	-513
1	0	3	266,577	271,577	276,977	-4.744	-19.211	-2.861	-26.816
2	0	3	966,504	972,336	980,948	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
3	0	3	249,959	256,625	269,959	5.744	15.618	9.307	30.669
4	0	3	225,857	233,356	253,571	-1.720	-4.652	2.625	-3.747
1	0	4	358,823	364,656	373,268	-266.317	92.063	-4.007	-178.261
2	0	4	797,276	803,941	817,276	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
3	0	4	619,392	626,891	647,106	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
4	0	4	65,498	73,831	104,165	-1	5	0	4
1	1	1	32,815	35,906	38,452	3	3	4	10
2	1	1	37,541	41,404	45,541	1	0	-1	0
2	1	2	39,741	44,376	51,704	-3	-4	6	-1
2	1	3	44,741	50,149	60,741	-3	-4	6	-1
2	1	4	41,963	48,143	64,534	3	-4	4	3
3	1	1	35,159	39,794	46,492	-4	-4	9	1
3	1	2	37,958	43,366	53,958	-11	-2	30	17
3	1	3	47,764	53,944	70,335	-4	-5	5	-4
3	1	4	38,076	45,029	70,076	-5	-5	8	-2
4	1	1	48,675	54,083	64,675	-1	-2	2	-1
4	1	2	10,609	16,789	33,18	1	1	3	5
4	1	3	9,135	16,088	41,135	-4	-4	10	2
4	1	4	67,614	75,34	113,614	14	31	75	120
0	0	1	52,944	55,444	56,791	2	2	2	6
0	0	2	54,941	58,274	60,274	2	2	2	6
0	0	3	54,199	58,365	61,654	3	3	3	9
0	0	4	54,766	59,766	65,166	3	3	3	9

RAC 35

P	D	Q	AIC	BIC	AICC	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Total
1	0	0	65,038	68,509	69,552	1	2	2	5
2	0	0	67,793	71,354	72,87	1	2	2	5
3	0	0	63,915	68,367	70,915	1	2	3	6
4	0	0	59,514	64,856	69,15	1	2	2	5
1	0	1	54,813	58,375	59,89	1	1	1	3
2	0	1	52,323	56,775	59,323	1	3	2	6
3	0	1	65,649	70,991	75,286	1	2	3	6
4	0	1	50,829	57,062	64,029	0	2	2	4
1	0	2	67,404	71,856	74,404	0	3	2	5
2	0	2	37,131	43,473	46,767	1	2	4	7
3	0	2	66,383	72,616	79,583	2	2	3	7
4	0	2	26,527	33,65	44,527	0	3	2	5
1	0	3	68,429	73,771	78,065	1	3	2	6
2	0	3	51,648	57,88	64,848	2	0	4	6
3	0	3	30,961	38,084	48,961	0	-1	3	2
4	0	3	58,238	66,251	82,738	2	2	5	9
1	0	4	70,375	76,608	83,575	1	3	2	6
2	0	4	30,412	37,544	48,412	2	0	4	6
3	0	4	53,191	61,204	77,691	1	2	4	7
4	0	4	30,333	39,237	63,762	1	2	2	5
1	1	1	52,879	59,211	58,212	3	3	3	9
2	1	1	63,707	67,873	71,162	-1	-7	2	-6
2	1	2	64,863	69,863	75,263	-1	-5	-1	-7
2	1	3	768,569	784,401	793,013	ERROR	ERROR	ERROR	0
2	1	4	249,696	256,362	269,996	-882	-3.165	1.496	-2.551
3	1	1	61,568	66,567	71,968	-5	-9	14	0
3	1	2	19,556	25,389	34,001	-1	-4	-2	-7
3	1	3	128,279	134,945	148,279	240	83	-63	260

3	1	4	150,356	157,855	178,071	-141	-209	1.282	932
4	1	1	62,938	68,77	76,382	0	-5	1	-4
4	1	2	55,951	62,617	75,951	3	-2	1	2
4	1	3	28,812	28,311	48,527	-6	-11	2	-15
4	1	4	51,794	60,127	90,461	7	2	2	11
0	0	1	69,473	72,144	73,188	2	2	2	6
0	0	2	67,305	70,867	72,382	1	3	2	6
0	0	3	63,225	67,677	70,225	2	2	3	7
0	0	4	63,496	68,839	73,133	2	2	3	7

RAC 40

P	D	Q	AIC	BIC	AICC	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Total
1	0	0	78,556	80,874	82,556	3	3	3	9
2	0	0	79,321	82,411	84,957	4	2	3	9
3	0	0	80,477	84,31	88,447	4	2	4	10
4	0	0	81,68	86,316	93,013	2	1	3	6
1	0	1	80,128	83,218	85,764	4	3	3	10
2	0	1	80,948	94,811	88,948	4	2	3	9
3	0	1	82,443	87,078	93,776	4	2	4	10
4	0	1	66,62	72,028	82,62	3	1	7	11
1	0	2	81,574	85,437	89,574	4	2	3	9
2	0	2	65,639	70,274	76,972	-1	8	-1	6
3	0	2	58,881	64,289	74,881	9	-1	-4	4
4	0	2	56,757	62,938	79,329	6	-1	0	5
1	0	3	63,536	68,171	74,869	5	4	5	14
2	0	3	50,845	56,253	66,845	1	6	3	10
3	0	3	82,796	88,977	105,367	1	2	6	9
4	0	3	57,789	64,742	89,789	11	2	-12	1
1	0	4	50,209	55,617	66,209	5	4	3	12
2	0	4	50,488	56,669	73,06	3	6	3	12

3	0	4	62,501	69,454	94,501	0	-2	13	11
4	0	4	60,034	67,76	106,034	3	-6	14	11
1	1	1	66,886	69,718	72,886	1	2	1	4
2	1	1	79,488	83,028	88,154	1	-5	-7	-11
2	1	2	76,661	80,91	89,161	-3	-17	10	-10
2	1	3	82,527	87,484	100,527	0	5	8	13
2	1	4	51,385	57,049	77,385	6	6	10	22
3	1	1	62,214	66,463	74,714	7	11	14	32
3	1	2	50,51	55,466	68,51	1	-6	-15	-20
3	1	3	41,3	46,964	67,3	-3	-7	-2	-12
3	1	4	62,587	68,959	100,587	2	-8	-16	-22
4	1	1	70,862	75,818	88,862	-1	-14	-6	-21
4	1	2	1.282,688	1.288,353	1.308,688	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
4	1	3	44,754	51,126	82,754	-4	-16	1	-19
4	1	4	44,524	51,605	101,524	-3	-17	-10	-30
0	0	1	79,019	81,337	83,019	3	3	3	9
0	0	2	80,223	83,314	85,86	4	2	3	9
0	0	3	78,439	82,302	86,439	3	0	6	9
0	0	4	80,218	84,854	91,551	2	1	3	6

RAC 42

P	D	Q	AIC	BIC	AICC	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Total
1	0	0	82,245	84,744	86,091	5	3	3	11
2	0	0	83,219	86,552	88,553	6	2	1	9
3	0	0	81,628	85,794	89,082	7	5	-1	11
4	0	0	80,771	85,77	81,171	6	5	1	12
1	0	1	84,106	87,439	89,439	5	3	3	11
2	0	1	66,311	70,477	73,765	11	10	6	27
3	0	1	81,676	86,675	92,076	8	6	0	14
4	0	1	667,478	673,311	681,923	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR

1	0	2	85,948	90,114	93,403	6	5	3	14
2	0	2	58,601	63,6	69,001	4	0	-1	3
3	0	2	69,542	75,374	83,986	-1	6	-7	-2
4	0	2	746,706	753,371	766,706	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
1	0	3	74,596	79,595	84,996	7	4	-1	10
2	0	3	1.030,358	1.036,191	1.044,803	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
3	0	3	59,194	65,86	79,194	-6	36	-77	-47
4	0	3	81,124	88,623	108,839	-3	37	-83	-49
1	0	4	2.605,552	2.611,385	2.619,997	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
2	0	4	32,391	39,056	52,391	0	2	3	5
3	0	4	63,741	71,24	91,455	7	8	4	19
4	0	4	81,845	90,177	120,512	14	14	2	30
1	1	1	62,967	66,058	68,604	16	41	97	154
2	1	1	84,572	88,435	92,572	10	12	16	38
2	1	2	74,034	78,669	85,367	1	-5	5	1
2	1	3	72,676	78,085	88,676	8	12	12	32
2	1	4	134,876	141,057	157,448	85	763	6.952	7.800
3	1	1	70,267	74,902	81,6	16	44	108	168
3	1	2	68,234	73,642	84,234	-2	-6	5	-3
3	1	3	60,128	66,309	82,7	1	2	4	7
3	1	4	127,338	134,291	159,338	87	864	8.620	9.571
4	1	1	87,074	92,482	103,074	10	14	14	38
4	1	2	65,447	71,628	88,018	5	-1	-2	2
4	1	3	74,893	81,846	106,893	3	-1	-5	-3
4	1	4	120,228	127,954	166,228	98	1.065	11.593	12.756
0	0	1	82,703	85,202	86,549	5	3	3	11
0	0	2	84,379	87,711	89,712	7	5	3	15
0	0	3	66,594	70,761	74,049	5	8	1	14
0	0	4	67,014	72,014	77,414	5	5	4	14

RAC 44

P	D	Q	AIC	BIC	AICC	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Total
1	0	0	75,387	77,511	79,569	4	3	3	10
2	0	0	76,309	79,141	82,309	5	1	2	8
3	0	0	78,252	81,792	86,918	5	1	2	8
4	0	0	70,422	74,67	72,922	10	7	4	21
1	0	1	1.578,894	1.581,726	1.584,894	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
2	0	1	1.323,176	1.326,716	1.331,842	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
3	0	1	1.271,415	1.275,663	1.283,915	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
4	0	1	900,227	905,184	918,227	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
1	0	2	1.739,716	1.743,256	1.748,383	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
2	0	2	1.471,332	1.475,58	1.483,832	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
3	0	2	1.325,021	1.329,977	1.343,021	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
4	0	2	1.764,073	1.769,737	1.790,073	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
1	0	3	1.659,065	1.663,313	1.671,565	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
2	0	3	2.089,532	2.094,488	2.107,532	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
3	0	3	1.555,989	1.561,653	1.581,989	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
4	0	3	98,713	105,086	136,713	38	33	35	106
1	0	4	2.043,579	2.048,535	2.061,579	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
2	0	4	268,401	274,065	294,401	-255.243	-540.291	-622.166	-1.417.700
3	0	4	311,055	317,428	349,055	181.956	501.545	1.086.044	1.769.545
4	0	4	54,105	61,186	111,105	16	20	21	57
1	1	1	61,711	64,267	68,155	8	10	11	29
2	1	1	64,541	67,737	74,041	8	6	-1	13
2	1	2	57,551	61,386	71,551	3	0	-4	-1
2	1	3	60,427	64,9	81,093	9	11	14	34
2	1	4	60,518	65,63	91,318	11	23	36	70
3	1	1	64,076	67,91	78,076	3	-5	-7	-9
3	1	2	45,765	50,239	66,432	-1	-14	2	-13
3	1	3	73,41	78,522	104,21	10	2	5	17

3	1	4	77,86	83,612	124,86	6	16	40	62
4	1	1	63,514	67,987	84,181	7	0	-20	-13
4	1	2	54,796	59,908	85,596	3	4	2	9
4	1	3	84,609	90,36	131,609	12	17	23	52
4	1	4	51,291	57,681	126,624	10	11	14	35
0	0	1	64,071	66,195	68,253	4	0	0	4
0	0	2	53,171	56,003	59,171	4	-1	2	5
0	0	3	58,033	61,573	66,7	7	0	1	8
0	0	4	65,253	69,501	77,753	2	5	4	11

RAC 45

P	D	Q	AIC	BIC	AICC	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Total
1	0	0	39,686	41,81	43,868	1	1	1	3
2	0	0	40,729	43,561	46,729	1	1	1	3
3	0	0	32,655	36,195	41,322	1	1	1	3
4	0	0	34,565	38,813	47,065	1	2	1	4
1	0	1	24,905	27,737	30,905	1	1	1	3
2	0	1	19,664	23,205	28,331	1	1	1	3
3	0	1	12,524	16,772	25,024	0	0	0	0
4	0	1	19,258	24,214	37,258	1	0	0	1
1	0	2	16,4	19,941	25,067	0	1	1	2
2	0	2	68,666	72,915	81,166	-3	-15	-64	-82
3	0	2	32,114	37,07	50,114	0	0	0	0
4	0	2	23,521	29,185	49,521	0	1	1	2
1	0	3	3,723	7,972	16,223	1	2	2	5
2	0	3	1.623,002	1.627,958	1.641,002	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
3	0	3	96,634	102,298	122,634	-5	17	51	63
4	0	3	24,084	30,456	62,084	0	0	1	1
1	0	4	1927,392	1932,349	1945,392	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
2	0	4	89,394	95,058	115,394	-15	-181	-2017	-2.213

3	0	4	377,642	384,015	415,642	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
4	0	4	106,794	113,874	163,794	44	71	81	196
1	1	1	41,645	44,201	48,089	0	-1	-1	-2
2	1	1	24,205	27,4	33,705	0	0	0	0
2	1	2	11,512	15,347	25,512	0	0	0	0
2	1	3	17,223	21,697	37,89	0	0	0	0
2	1	4	13,281	18,393	44,081	0	-1	-1	-2
3	1	1	33,745	37,58	47,745	1	2	2	5
3	1	2	22,313	26,786	42,98	-1	0	0	-1
3	1	3	16,849	21,962	47,649	0	0	0	0
3	1	4	19,479	25,32	66,479	1	2	3	6
4	1	1	18,978	23,452	39,645	0	0	0	0
4	1	2	17,657	22,77	48,457	2	3	3	8
4	1	3	22,449	28,2	49,449	-2	0	4	2
4	1	4	29,145	35,536	104,479	-1	-1	0	-2
0	0	1	50,58	52,704	54,762	1	2	2	5
0	0	2	52,577	55,409	58,577	1	2	2	5
0	0	3	54,527	58,067	63,194	1	2	2	5
0	0	4	56,508	60,756	69,008	1	2	2	5

RAC 46

P	D	Q	AIC	BIC	AICC	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Total
1	0	0	57,82	59,944	62,002	4	3	2	9
2	0	0	58,702	61,532	64,702	3	1	1	5
3	0	0	60,404	63,945	69,071	3	1	2	6
4	0	0	54,531	58,779	67,031	5	5	2	12
1	0	1	37,831	40,663	43,831	3	2	2	7
2	0	1	57,931	61,471	66,598	1	-1	0	0
3	0	1	45,32	49,569	57,82	8	12	16	36
4	0	1	33,658	38,614	51,658	5	8	7	20

1	0	2	35,678	39,219	44,345	4	2	2	8
2	0	2	46,022	50,27	58,522	4	2	1	7
3	0	2	43,062	48,019	61,062	2	2	3	7
4	0	2	37,272	42,937	63,272	10	16	18	44
1	0	3	49,726	53,974	62,226	3	2	2	7
2	0	3	45,897	50,854	63,897	1	-1	0	0
3	0	3	38,868	44,533	64,868	3	3	4	10
4	0	3	33,409	39,782	71,409	6	9	9	24
1	0	4	177,768	182,742	195,768	-894	830	1.097	1.033
2	0	4	43,439	49,104	69,439	2	-1	1	2
3	0	4	38,68	45,052	76,68	1	3	4	8
4	0	4	183,305	190,386	240,305	-8	470	150	612
1	1	1	58,971	61,527	65,415	5	4	3	12
2	1	1	58,59	61,785	68,09	0	-7	-4	-11
2	1	2	39,116	42,95	53,116	-1	-8	-3	-12
2	1	3	30,321	34,795	50,988	4	8	15	27
2	1	4	57,202	62,315	88,002	-1	-16	-21	-38
3	1	1	57,645	61,479	71,645	7	12	21	40
3	1	2	47,015	51,489	67,682	3	4	11	18
3	1	3	46,727	51,84	77,527	-14	-35	29	-20
3	1	4	44,823	50,575	91,823	-2	0	16	14
4	1	1	44,808	49,281	65,474	-2	-7	4	-5
4	1	2	51,508	56,62	82,308	2	2	10	14
4	1	3	117,549	123,301	164,549	-31	-114	287	142
4	1	4	77,096	83,487	152,429	-16	-56	22	-50
0	0	1	47,36	49,484	51,541	3	1	1	5
0	0	2	41,569	44,401	47,569	3	1	1	5
0	0	3	59,634	63,174	68,301	2	1	2	5
0	0	4	33,901	38,149	46,401	2	4	1	7

VD02

P	D	Q	AIC	BIC	AICC	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Total
1	0	0	53,583	55,901	57,583	1	1	1	3
2	0	0	49,679	52,769	55,315	2	2	1	5
3	0	0	39,774	43,637	47,774	2	1	1	4
4	0	0	39,625	44,261	50,958	1	0	1	2
1	0	1	49,002	52,092	54,638	2	1	1	4
2	0	1	50,155	54,018	58,155	2	2	2	6
3	0	1	26,154	30,79	37,487	0	1	1	2
4	0	1	37,544	42,952	53,544	-2	0	2	0
1	0	2	32,271	36,134	40,271	3	2	1	6
2	0	2	44,878	49,513	56,211	1	1	1	3
3	0	2	33,719	39,127	49,719	1	2	2	5
4	0	2	11,828	18,008	34,399	0	1	2	3
1	0	3	34,036	38,671	45,369	2	1	1	4
2	0	3	35,828	41,236	51,828	5	5	5	15
3	0	3	11,479	17,659	34,05	0	0	0	0
4	0	3	10,32	17,273	42,32	1	1	1	3
1	0	4	46,359	51,767	62,359	3	1	2	6
2	0	4	37,77	43,951	69,342	2	1	1	4
3	0	4	9,033	15,986	41,033	2	0	1	3
4	0	4	32,027	39,753	78,027	-1	3	-3	-1
1	1	1	32,472	34,304	38,472	1	1	0	2
2	1	1	49,581	53,121	58,248	3	0	-1	2
2	1	2	51,301	55,549	63,801	2	0	-1	1
2	1	3	34,895	39,852	52,895	1	5	9	15
2	1	4	22,116	27,78	48,116	1	-4	-4	-7
3	1	1	26,568	30,816	39,068	2	3	5	10
3	1	2	7,209	12,166	25,209	2	3	3	8
3	1	3	20,239	26,023	46,359	5	10	19	34

3	1	4	38,717	45,09	76,717	2	-1	-4	-3
4	1	1	35,022	39,978	53,022	5	14	39	58
4	1	2	30,443	36,107	56,443	4	11	28	43
4	1	3	19,446	25,819	57,446	2	3	2	7
4	1	4	20,205	27,285	77,205	1	0	2	3
0	0	1	83,088	85,406	87,088	2	2	2	6
0	0	2	84,572	87,662	90,208	2	2	2	6
0	0	3	85,428	89,291	93,428	2	2	2	6
0	0	4	87,424	92,06	98,758	2	2	2	6

VD04

P	D	Q	AIC	BIC	AICC	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Total
1	0	0	75,352	77,476	79,534	2	2	3	7
2	0	0	73,571	76,403	79,571	2	4	3	9
3	0	0	75,065	78,605	83,731	3	4	3	10
4	0	0	76,276	80,524	88,776	1	4	4	9
1	0	1	56,623	59,455	62,623	2	2	1	5
2	0	1	75,545	79,085	84,211	2	4	3	9
3	0	1	55,817	60,065	68,317	4	5	3	12
4	0	1	78,271	83,228	96,261	2	4	4	10
1	0	2	58,312	61,852	66,979	0	0	1	1
2	0	2	56,863	61,11	69,363	2	3	1	6
3	0	2	74,941	79,897	92,941	1	4	2	7
4	0	2	36,911	42,576	62,911	-5	6	4	5
1	0	3	49,438	53,687	61,938	1	3	2	6
2	0	3	72,389	77,345	90,389	0	4	5	9
3	0	3	38,73	44,394	64,73	7	7	-1	13
4	0	3	34,349	40,721	72,249	-2	3	3	4
1	0	4	49,177	54,133	67,177	0	3	4	7
2	0	4	58,245	63,909	84,245	-2	1	3	2

3	0	4	57,329	63,701	95,329	3	2	3	8
4	0	4	45,158	52,239	102,158	9	5	-8	6
1	1	1	56,852	59,408	63,297	2	4	8	14
2	1	1	75,846	79,042	85,346	-5	-6	-5	-16
2	1	2	69,63	73,465	83,63	0	0	0	0
2	1	3	62,03	66,504	82,697	-2	1	0	-1
2	1	4	62,278	67,39	93,078	-3	1	6	4
3	1	1	76,16	79,994	90,16	-7	-9	0	-16
3	1	2	30,78	35,253	51,446	-12	-19	-7	-38
3	1	3	51,803	56,916	82,603	-14	-9	19	-4
3	1	4	55,797	61,548	102,797	-12	-12	20	-4
4	1	1	55,093	59,566	75,66	-14	-14	25	-3
4	1	2	70,37	75,483	101,17	-26	-3	73	44
4	1	3	55,245	60,997	102,245	-13	-9	26	4
4	1	4	48,777	55,168	124,111	-25	-1	75	49
0	0	1	74,326	76,45	78,508	2	2	2	6
0	0	2	75,158	77,99	81,158	3	2	2	7
0	0	3	52,846	56,386	61,512	1	1	1	3
0	0	4	49,28	53,528	61,78	2	4	2	8

VD06

P	D	Q	AIC	BIC	AICC	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Total
1	0	0	46,696	48,613	51,096	2	2	2	6
2	0	0	47,379	49,935	53,823	1	2	2	5
3	0	0	35,442	38,637	44,942	0	1	2	3
4	0	0	35,208	39,042	49,208	0	1	2	3
1	0	1	37,121	39,677	43,565	1	1	1	3
2	0	1	48,418	51,613	57,918	1	1	2	4
3	0	1	37,44	41,275	51,44	0	1	2	3
4	0	1	28,781	33,254	49,447	0	1	2	3

1	0	2	43,58	46,775	53,08	1	1	1	3
2	0	2	19,675	23,51	33,675	3	2	4	9
3	0	2	36,996	41,47	57,663	0	1	2	3
4	0	2	10,988	16,101	41,788	1	0	2	3
1	0	3	39,48	43,315	53,48	1	1	2	4
2	0	3	30,763	35,236	51,429	1	2	2	5
3	0	3	32,92	38,033	63,72	0	2	3	5
4	0	3	26,577	32,328	73,577	1	1	2	4
1	0	4	33,751	38,224	54,417	1	1	2	4
2	0	4	13,098	18,21	43,898	1	2	1	4
3	0	4	3,711	9,463	50,711	1	2	1	4
4	0	4	-10,96	-4,569	64,373	0	2	3	5
1	1	1	41,071	43,331	48,071	3	3	2	8
2	1	1	52,291	55,116	62,282	-1	-1	0	-2
2	1	2	11,513	14,903	27,513	-2	-2	3	-1
2	1	3	57,024	60,979	81,424	-2	-3	-1	-6
2	1	4	39,711	44,231	77,711	1	1	1	3
3	1	1	35,219	38,608	51,219	-9	-9	-14	-32
3	1	2	30,352	34,306	54,752	2	3	4	9
3	1	3	38,543	43,063	76,543	3	4	6	13
3	1	4	27,62	35,345	89,26	-1	-4	-5	-10
4	1	1	37,497	35,452	55,897	-7	-14	-7	-28
4	1	2	33,18	37,699	71,18	-5	-15	-12	-32
4	1	3	27,404	35,488	89,404	-5	-10	-1	-16
4	1	4	30,152	35,802	142,152	-4	-9	-5	-18
0	0	1	30,458	32,376	34,858	1	1	1	3
0	0	2	36,959	39,515	43,404	1	1	1	3
0	0	3	35,465	38,66	44,965	1	1	2	4
0	0	4	36,616	40,151	50,316	1	1	1	3

VF08

P	D	Q	AIC	BIC	AICC	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Total
1	0	0	107,855	110,355	111,702	9	9	9	27
2	0	0	101,588	104,921	106,922	13	10	7	30
3	0	0	102,809	106,975	110,264	12	11	17	40
4	0	0	104,155	109,154	114,555	12	10	8	30
1	0	1	785,264	788,597	790,597	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
2	0	1	940,769	944,935	948,224	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
3	0	1	850,459	855,459	860,859	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
4	0	1	103,924	109,756	118,368	6	4	26	36
1	0	2	96,957	101,123	104,411	18	15	15	48
2	0	2	1.165,989	1.170,988	1.176,389	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
3	0	2	1.254,295	1.260,128	1.268,74	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
4	0	2	134,961	141,627	154,961	5	4	-23	-14
1	0	3	1.850,542	1.855,541	1.860,942	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
2	0	3	1.627,675	1.633,508	1.642,12	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
3	0	3	1.585,471	1.592,137	1.605,471	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
4	0	3	1.487,435	1.494,934	1.515,149	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
1	0	4	336,213	342,045	350,657	304.126	-345.892	-79.846	-121.612
2	0	4	389,355	396,02	409,355	1.080.549	-1.423.780	1.645.867	1.302.636
3	0	4	566,395	573,894	594,108	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
4	0	4	333,467	341,8	372,134	-326.814	150.703	-177.755	-353.866
1	1	1	105,002	108,093	110,639	8	8	9	25
2	1	1	84,951	88,814	92,951	6	6	5	17
2	1	2	92,333	96,969	103,666	7	8	9	24
2	1	3	96,62	92,028	112,62	5	3	-5	3
2	1	4	97,7	103,881	120,271	3	0	-7	-4
3	1	1	88,643	93,278	99,976	14	22	34	70
3	1	2	93,095	98,504	109,095	17	30	50	97
3	1	3	93,232	99,413	115,804	1	-9	-20	-28

3	1	4	95,994	102,947	127,994	-4	-24	-23	-51
4	1	1	88,713	94,121	104,713	-21	-43	-37	-101
4	1	2	72,846	79,027	95,418	-26	-38	7	-57
4	1	3	71,762	78,715	103,762	-23	-47	-23	-93
4	1	4	80,582	88,308	126,582	-41	-54	62	-33
0	0	1	103,161	105,661	107,007	10	5	5	20
0	0	2	87,13	90,463	92,464	8	5	6	19
0	0	3	101,656	105,822	109,11	13	10	9	32
0	0	4	95,033	100,032	105,433	10	4	6	20

Antiquiebra

P	D	Q	AIC	BIC	AICC	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Total
1	0	0	114,944	117,778	118,544	9	9	9	27
2	0	0	116,128	119,906	120,985	9	8	8	25
3	0	0	113,929	118,651	120,544	9	8	8	25
4	0	0	113,294	118,96	122,294	8	8	9	25
1	0	1	116,615	120,392	121,472	9	8	8	25
2	0	1	105,962	110,684	112,577	9	11	8	28
3	0	1	89,961	95,628	98,961	8	8	9	25
4	0	1	106,482	113,093	118,664	8	8	8	24
1	0	2	117,79	122,512	124,405	9	8	8	25
2	0	2	117,463	123,129	126,463	10	8	9	27
3	0	2	93,224	99,835	105,406	8	8	9	25
4	0	2	82,213	89,768	98,613	8	8	8	24
1	0	3	119,788	125,455	128,788	9	8	8	25
2	0	3	86,57	93,182	98,752	10	12	11	33
3	0	3	82,409	89,965	98,809	6	8	5	19
4	0	3	107,792	116,292	129,792	7	6	9	22
1	0	4	105,762	112,373	117,944	12	11	13	36
2	0	4	84,627	92,182	101,027	9	8	11	28

3	0	4	89,536	98,036	111,536	6	8	9	23
4	0	4	104,399	113,844	133,899	1	4	7	12
1	1	1	110,915	114,477	115,992	16	23	35	74
2	1	1	98,097	102,549	105,097	1	-7	-3	-9
2	1	2	111,042	116,384	120,678	0	-9	-3	-12
2	1	3	89,73	95,963	102,93	-17	-16	-28	-61
2	1	4	119,516	126,639	137,516	9	5	9	23
3	1	1	114,808	120,15	124,444	-6	-16	4	-18
3	1	2	78,239	84,472	91,439	13	15	20	48
3	1	3	123,571	130,694	141,571	21	37	58	116
3	1	4	267,917	275,931	292,417	3.866	-1.098	1.252	4.020
4	1	1	109,17	115,403	122,37	-18	29	11	22
4	1	2	99,332	106,455	117,332	4	-1	-1	2
4	1	3	136,906	144,92	161,406	17	38	92	147
4	1	4	80,215	89,119	113,644	-36	-61	-53	-150
0	0	1	114,894	117,728	118,494	9	9	9	27
0	0	2	115,473	119,251	120,33	9	8	9	26
0	0	3	117,448	122,17	124,064	9	8	8	25
0	0	4	103,946	109,613	112,946	10	9	11	30

Cordón

P	D	Q	AIC	BIC	AICC	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Total
1	0	0	66,041	68,541	69,887	2	3	2	7
2	0	0	59,929	63,262	65,263	2	2	3	7
3	0	0	59,878	64,044	67,332	1	2	3	6
4	0	0	60,601	65,6	71,001	1	2	4	7
1	0	1	56,153	59,486	61,486	2	2	2	6
2	0	1	52,613	56,779	60,068	3	2	2	7
3	0	1	48,602	53,601	59,002	3	2	3	8
4	0	1	43,597	49,429	58,041	1	1	4	6

1	0	2	57,674	61,84	65,129	2	1	2	5
2	0	2	48,5	53,5	58,9	2	2	3	7
3	0	2	37,965	43,797	52,409	1	2	4	7
4	0	2	18,583	25,25	38,583	1	1	4	6
1	0	3	175,897	180,897	186,297	-1.032	114	-99	-1.017
2	0	3	1.227,809	1.233,641	1.242,253	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
3	0	3	119,036	125,702	139,036	-4	-28	-24	-56
4	0	3	36,577	44,076	64,291	5	3	4	12
1	0	4	58,088	63,92	72,532	3	5	5	13
2	0	4	138,13	144,796	158,13	100	-6	264	358
3	0	4	27,483	37,982	55,198	3	1	1	5
4	0	4	49,594	57,926	88,261	1	3	2	6
1	1	1	69,695	72,786	75,332	2	1	1	4
2	1	1	46,289	50,152	54,289	2	-2	-4	-4
2	1	2	66,488	71,124	77,821	-1	-6	-1	-8
2	1	3	58,06	63,468	74,06	2	-2	-2	-2
2	1	4	56,594	62,774	79,165	0	-4	-1	-5
3	1	1	64,807	69,442	76,14	-3	-6	0	-9
3	1	2	51,642	57,05	67,642	-6	-9	13	-2
3	1	3	68,685	74,685	91,256	-8	-10	16	-2
3	1	4	47,267	54,22	79,267	0	-5	-3	-8
4	1	1	61,907	67,315	77,907	-3	-8	-4	-15
4	1	2	51,779	57,96	74,351	-13	-16	23	-6
4	1	3	56,463	63,416	88,463	-10	-17	20	-7
4	1	4	58,101	65,827	104,101	10	-17	7	0
0	0	1	64,465	66,965	68,311	1	2	2	5
0	0	2	55,443	58,775	60,776	2	0	2	4
0	0	3	65,094	69,26	72,548	2	1	3	6
0	0	4	54,958	59,957	65,358	0	1	3	4

MB AC 220

P	D	Q	AIC	BIC	AICC	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Total
1	0	0	61,32	63,638	65,32	2	2	2	6
2	0	0	55,743	58,833	61,379	2	2	2	6
3	0	0	57,667	61,53	65,667	2	2	2	6
4	0	0	58,676	63,312	70,009	2	2	2	6
1	0	1	54,063	57,153	56,699	2	2	2	6
2	0	1	57,714	61,577	65,714	2	2	2	6
3	0	1	40,24	44,876	51,573	1	2	2	5
4	0	1	45,619	51,027	61,619	1	3	2	6
1	0	2	56,097	59,96	64,907	3	2	2	7
2	0	2	42,232	46,868	53,566	3	2	2	7
3	0	2	43,767	49,175	59,767	0	2	1	3
4	0	2	38,041	44,222	60,612	2	2	2	6
1	0	3	54,481	59,117	65,815	2	3	2	7
2	0	3	47,86	53,268	63,86	2	2	1	5
3	0	3	29,218	35,398	51,789	2	1	2	5
4	0	3	47,141	54,094	79,141	1	1	2	4
1	0	4	53,874	59,282	69,874	2	3	2	7
2	0	4	55,228	61,409	77,799	2	2	2	6
3	0	4	31,644	38,597	63,644	2	2	1	5
4	0	4	31,411	39,136	77,411	2	2	2	6
1	1	1	58,85	61,682	64,85	0	-1	0	-1
2	1	1	44,024	47,564	52,691	0	-2	0	-2
2	1	2	45,277	49,526	57,777	0	-3	-1	-4
2	1	3	45,533	50,489	63,533	1	-1	-1	-1
2	1	4	49,398	55,062	75,398	2	1	1	4
3	1	1	46,24	50,488	58,74	-2	-4	0	-6
3	1	2	48,66	53,616	66,66	0	-3	-1	-4
3	1	3	40,553	46,217	66,553	-5	1	15	11

3	1	4	53,154	59,526	91,154	2	0	-1	1
4	1	1	54,17	59,126	72,17	-2	-5	2	-5
4	1	2	53,208	58,873	79,208	-2	-4	2	-4
4	1	3	43,979	50,352	81,979	-3	-5	7	-1
4	1	4	57,273	64,624	114,273	-2	-4	4	-2
0	0	1	62,512	64,83	66,512	2	2	2	6
0	0	2	64,453	67,544	70,906	2	2	2	6
0	0	3	66,351	70,214	74,351	2	2	2	6
0	0	4	65,86	70,496	77,194	2	3	4	9

MB AC 230

P	D	Q	AIC	BIC	AICC	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Total
1	0	0	77,03	79,348	87,03	3	3	3	9
2	0	0	78,601	81,691	48,237	3	3	3	9
3	0	0	77,295	81,158	85,295	4	3	3	10
4	0	0	77,123	81,759	88,456	4	3	2	9
1	0	1	68,126	71,216	73,362	4	3	3	10
2	0	1	62,612	66,474	70,612	4	3	2	9
3	0	1	79,266	83,901	90,599	4	3	3	10
4	0	1	79,003	84,411	95,003	4	3	2	9
1	0	2	58,725	68,588	66,725	4	3	3	10
2	0	2	67,389	72,024	78,722	3	3	3	9
3	0	2	49,871	55,279	65,871	4	4	4	12
4	0	2	59,725	65,906	82,297	9	-4	-2	3
1	0	3	58,541	63,176	69,874	3	3	3	9
2	0	3	58,251	63,659	74,251	3	3	3	9
3	0	3	70,062	76,242	92,633	5	4	2	11
4	0	3	56,673	63,626	88,673	7	2	-2	7
1	0	4	69,367	74,775	85,367	6	3	3	12
2	0	4	60,007	66,188	82,578	3	3	3	9

3	0	4	57,191	64,144	89,191	3	4	3	10
4	0	4	59,305	67,031	105,305	7	2	-5	4
1	1	1	71,013	73,846	77,013	1	0	0	1
2	1	1	66,069	69,61	74,736	1	-2	-1	-2
2	1	2	59,207	63,455	71,707	0	-2	2	0
2	1	3	84,113	89,069	102,113	1	-1	-1	-1
2	1	4	180,8	186,465	206,8	181	6.691	252.827	259.699
3	1	1	69,347	73,596	81,847	-5	-5	6	-4
3	1	2	64,436	69,392	82,436	-5	-6	3	-8
3	1	3	74,377	80,041	100,377	-5	-5	4	-6
3	1	4	68,179	74,551	106,179	-6	-3	16	7
4	1	1	63,634	68,59	81,634	-10	-7	14	-3
4	1	2	59,126	64,79	85,126	-7	-9	3	-13
4	1	3	69,601	75,974	107,601	-10	-7	22	5
4	1	4	61,449	68,53	118,449	-7	-9	2	-14
0	0	1	55,695	58,013	59,695	4	3	3	10
0	0	2	77,641	80,732	83,278	3	3	3	9
0	0	3	60,427	64,29	68,427	3	4	3	10
0	0	4	60,118	64,754	71,452	4	4	3	11

MB AC 240

P	D	Q	AIC	BIC	AICC	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Total
1	0	0	48,717	51,035	52,017	2	2	2	6
2	0	0	50,1	53,19	55,736	2	2	2	6
3	0	0	51,639	55,502	59,639	1	2	2	5
4	0	0	48,744	53,379	60,077	1	2	2	5
1	0	1	42,619	45,71	48,256	2	2	2	6
2	0	1	51,992	55,855	59,992	2	2	2	6
3	0	1	33,142	37,777	44,475	2	3	3	8
4	0	1	34,1	39,508	50,1	1	2	2	5

1	0	2	49,287	53,15	57,287	2	2	2	6
2	0	2	18,098	22,734	29,432	2	4	1	7
3	0	2	49,736	55,144	65,736	2	3	3	8
4	0	2	25,701	31,882	48,273	2	1	4	7
1	0	3	54,3	58,935	65,633	2	2	2	6
2	0	3	37,931	43,339	53,931	1	3	2	6
3	0	3	35,155	41,335	57,726	0	3	6	9
4	0	3	26,969	33,922	58,969	0	3	3	6
1	0	4	32,089	37,497	49,089	2	3	2	7
2	0	4	33,072	39,253	55,644	1	3	3	7
3	0	4	37,608	44,562	69,608	2	3	3	8
4	0	4	94,863	102,589	140,863	2	2	0	4
1	1	1	51,692	54,524	57,692	2	1	1	4
2	1	1	40,979	44,52	49,646	2	3	4	9
2	1	2	34,308	38,556	46,808	-2	-3	1	-4
2	1	3	35,548	40,505	53,548	-2	-5	1	-6
2	1	4	45,268	50,933	71,268	-5	-4	16	7
3	1	1	42,551	46,799	55,051	-14	-5	51	32
3	1	2	37,659	42,615	55,659	-23	5	106	88
3	1	3	204,29	209,954	230,23	-418	745	167	494
3	1	4	6,194	12,567	44,194	-9	-11	12	-8
4	1	1	47,823	52,779	65,823	-21	-1	88	66
4	1	2	29,307	34,971	45,307	13	49	199	261
4	1	3	22,98	38,353	60,98	2	0	-1	1
4	1	4	42,92	50,001	99,92	4	-1	-4	-1
0	0	1	48,402	50,72	52,402	2	2	2	6
0	0	2	31,818	34,909	37,455	3	2	3	8
0	0	3	37,333	41,196	45,333	2	2	2	6
0	0	4	29,696	34,332	41,03	2	3	3	8

MB AC 250

P	D	Q	AIC	BIC	AICC	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Total
1	0	0	46,352	48,67	50,352	2	2	2	6
2	0	0	48,97	49,06	51,606	2	3	2	7
3	0	0	43,064	46,927	51,064	1	2	2	5
4	0	0	44,919	49,555	56,252	1	2	2	5
1	0	1	30,015	33,105	35,651	3	3	3	9
2	0	1	46,247	50,11	54,247	3	3	3	9
3	0	1	44,235	48,871	55,568	2	2	2	6
4	0	1	41,56	46,968	57,56	1	3	1	5
1	0	2	5,329	9,192	13,329	3	3	3	9
2	0	2	39,36	43,965	50,693	2	2	2	6
3	0	2	34,372	39,78	40,372	0	4	0	4
4	0	2	3,576	9,757	26,147	0	4	0	4
1	0	3	18,528	23,164	29,861	3	3	3	9
2	0	3	34,033	39,441	50,033	1	3	2	6
3	0	3	31,222	37,403	53,794	0	4	-1	3
4	0	3	45,953	52,906	77,953	2	2	2	6
1	0	4	18,663	24,071	36,663	3	4	4	11
2	0	4	41,986	49,167	64,558	1	3	2	6
3	0	4	67,639	74,592	99,639	-4	19	-46	-31
4	0	4	102,709	110,435	148,709	-34	522	-7.640	-7.152
1	1	1	46,553	49,385	52,553	0	-1	0	-1
2	1	1	45,528	49,068	54,195	-2	-5	6	-1
2	1	2	47,504	51,753	60,004	-2	-5	6	-1
2	1	3	47,602	52,558	65,602	-3	-6	14	5
2	1	4	4,68	10,344	30,68	-2	-6	4	-4
3	1	1	27,778	32,026	40,278	3	3	5	11
3	1	2	35,071	40,028	53,071	2	-1	2	3
3	1	3	36,868	42,533	52,868	3	0	2	5

3	1	4	7,065	13,437	45,605	5	4	8	17
4	1	1	48,312	53,268	66,312	-2	-6	3	-5
4	1	2	42,901	48,565	68,901	5	6	11	22
4	1	3	34,458	40,83	72,458	2	-3	8	7
4	1	4	33,66	40,741	90,66	0	-2	4	2
0	0	1	46,758	49,075	50,758	2	2	2	6
0	0	2	45,716	48,806	51,352	2	3	2	7
0	0	3	35,109	38,972	43,109	2	3	3	8
0	0	4	36,998	41,634	48,332	2	3	3	8

MB AC 265

P	D	Q	AIC	BIC	AICC	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Total
1	0	0	45,666	47,984	49,666	1	1	1	3
2	0	0	45,966	49,056	51,602	1	1	1	3
3	0	0	46,626	50,489	54,626	1	1	1	3
4	0	0	35,502	40,137	46,835	1	1	1	3
1	0	1	47,647	50,737	53,283	1	1	1	3
2	0	1	27,983	31,846	35,983	1	0	0	1
3	0	1	29,2	33,836	40,534	1	1	1	3
4	0	1	10,898	16,306	26,898	1	1	1	3
1	0	2	42,179	46,042	50,179	0	0	0	0
2	0	2	29,535	34,17	40,868	1	1	1	3
3	0	2	26,769	32,177	42,769	0	0	0	0
4	0	2	16,536	22,717	39,108	0	1	0	1
1	0	3	51,378	56,013	62,711	1	2	2	5
2	0	3	28,552	33,96	44,552	1	1	1	3
3	0	3	25,8	31,981	48,372	1	1	1	3
4	0	3	-18,08	-11,126	13,92	1	1	1	3
1	0	4	52,281	57,689	68,281	1	1	1	3
2	0	4	33,429	39,61	56,001	1	1	1	3

3	0	4	36,342	43,295	68,342	1	1	1	3
4	0	4	13,599	21,325	59,599	1	2	1	4
1	1	1	32,475	35,307	38,475	1	0	0	1
2	1	1	1.000,981	1.004,521	1.009,648	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
2	1	2	33,606	37,854	46,106	0	0	0	0
2	1	3	1.291,304	1.296,26	1.309,304	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
2	1	4	37,261	42,926	63,261	1	0	0	1
3	1	1	904,825	90,073	917,325	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
3	1	2	-16,341	-11,384	1,659	-2	-2	2	-2
3	1	3	-11,691	-6,297	14,039	-3	1	4	2
3	1	4	92,247	98,619	130,247	-10	-41	-69	-120
4	1	1	779,818	784,774	797,818	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
4	1	2	881,682	887,346	907,682	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
4	1	3	-0,343	6,029	37,657	-3	-1	2	-2
4	1	4	-4,43	2,651	52,27	0	0	0	0
0	0	1	45,691	48,009	49,691	0	0	0	0
0	0	2	47,577	50,667	59,213	1	1	1	3
0	0	3	49,397	53,259	57,397	1	2	2	5
0	0	4	51,304	55,939	62,637	1	2	2	5

Flux

P	D	Q	AIC	BIC	AICC	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Total
1	0	0	47,973	50,806	51,573	2	2	2	6
2	0	0	47,417	51,195	52,274	2	2	2	6
3	0	0	48,157	52,88	54,773	2	2	2	6
4	0	0	49,423	55,089	58,423	2	1	2	5
1	0	1	30,367	34,145	35,224	3	2	2	7
2	0	1	27,154	31,876	33,769	2	2	2	6
3	0	1	50,003	55,669	59,003	2	2	2	6
4	0	1	33,711	40,323	45,893	2	2	2	6

1	0	2	44,091	48,813	50,706	2	1	2	5
2	0	2	29,093	34,759	39,093	3	2	2	7
3	0	2	33,863	40,474	46,044	2	2	2	6
4	0	2	8,177	15,733	24,577	2	1	3	6
1	0	3	44,415	50,081	53,415	2	2	3	7
2	0	3	35,983	42,594	48,165	2	1	3	6
3	0	3	9,371	16,927	25,771	1	2	3	6
4	0	3	70,913	79,413	92,913	9	8	1	18
1	0	4	34,491	41,102	46,673	3	2	2	7
2	0	4	33,911	41,467	50,311	3	2	2	7
3	0	4	16,669	22,169	35,669	2	1	3	6
4	0	4	25,698	35,142	55,198	2	1	3	6
1	1	1	36,854	40,416	41,931	4	6	9	19
2	1	1	46,709	51,161	53,709	2	2	1	5
2	1	2	44,979	50,321	54,615	4	2	2	8
2	1	3	33,969	40,202	47,169	-5	-5	13	3
2	1	4	38,759	45,881	56,759	-5	-9	6	-8
3	1	1	50,453	55,795	60,089	2	1	0	3
3	1	2	31,902	38,135	45,105	-2	-5	1	-6
3	1	3	96,914	104,037	114,914	-8	14	26	32
3	1	4	21,635	29,648	46,135	-4	-8	5	-7
4	1	1	47,481	53,713	60,681	2	2	2	6
4	1	2	53,945	61,068	71,945	-6	-3	2	-7
4	1	3	11,955	19,969	36,455	-6	-6	13	1
4	1	4	41,732	50,636	75,161	-6	-6	15	3
0	0	1	47,532	50,365	51,132	1	2	2	5
0	0	2	32,443	36,221	37,3	3	2	2	7
0	0	3	35,016	39,738	41,631	3	2	2	7
0	0	4	33,91	39,576	42,91	3	2	3	8

RDY 230

P	D	Q	AIC	BIC	AICC	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Total
1	0	0	87,761	90,079	91,761	4	4	4	12
2	0	0	85,345	88,435	90,981	3	3	3	9
3	0	0	86,636	90,499	94,636	3	3	3	9
4	0	0	80,042	84,677	91,375	3	3	3	9
1	0	1	89,603	92,694	95,24	4	4	4	12
2	0	1	85,064	88,927	93,064	3	3	3	9
3	0	1	66,943	71,578	78,276	2	3	2	7
4	0	1	67,008	72,416	83,088	4	3	3	10
1	0	2	91,124	94,984	99,124	4	4	4	12
2	0	2	67,792	72,427	79,125	3	3	3	9
3	0	2	73,135	78,543	89,135	3	2	2	7
4	0	2	71,658	77,839	94,23	3	3	2	8
1	0	3	65,655	91,291	97,989	5	4	6	15
2	0	3	72,489	77,897	88,489	0	3	2	5
3	0	3	59,909	66,09	88,481	3	3	3	9
4	0	3	69,788	76,741	101,788	3	3	3	9
1	0	4	69,772	75,18	85,772	8	8	7	23
2	0	4	54,697	60,878	78,268	3	4	3	10
3	0	4	73,585	80,538	105,585	4	4	3	11
4	0	4	48,469	56,195	94,469	-2	1	-5	-6
1	1	1	843,294	846,126	849,294	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
2	1	1	786,593	790,133	795,259	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
2	1	2	83,019	84,268	95,519	-3	-5	1	-7
2	1	3	73,111	78,067	91,111	-9	-2	6	-5
2	1	4	81,453	87,117	107,453	-8	-8	10	-6
3	1	1	128,465	132,713	140,695	-3	-1	-3	-7
3	1	2	66,179	71,135	84,179	-8	-16	-2	-26
3	1	3	91,489	97,153	117,489	30	25	34	89

3	1	4	53,831	60,263	91,831	-10	-13	22	-1
4	1	1	619,055	624,011	637,055	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
4	1	2	701,573	707,237	727,573	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
4	1	3	63,207	69,579	101,207	-11	-16	4	-23
4	1	4	58,664	65,744	115,664	-8	-7	1	-14
0	0	1	87,775	90,092	91,775	4	4	4	12
0	0	2	89,259	92,35	94,896	4	4	4	12
0	0	3	91,197	95,06	99,197	4	4	4	12
0	0	4	85,29	89,926	96,623	4	5	4	13

REL 230

P	D	Q	AIC	BIC	AICC	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Total
1	0	0	78,619	80,743	82,801	2	3	3	8
2	0	0	72,04	74,873	78,04	2	3	3	8
3	0	0	71,721	75,261	80,388	2	3	4	9
4	0	0	67,972	72,22	80,472	3	4	3	10
1	0	1	80,259	83,091	86,259	2	3	3	8
2	0	1	53,04	56,58	61,707	2	3	3	8
3	0	1	59,646	63,894	72,146	1	2	2	5
4	0	1	69,674	74,63	87,674	3	4	3	10
1	0	2	62,998	66,539	71,665	6	7	8	21
2	0	2	53,906	58,154	66,406	3	2	2	7
3	0	2	63,323	68,279	81,323	2	3	3	8
4	0	2	37,472	43,137	63,472	1	4	5	10
1	0	3	73,959	78,207	86,459	5	8	7	20
2	0	3	300,147	305,143	318,147	-106.105	18.598	154.734	67.227
3	0	3	66,664	72,329	92,664	1	2	2	5
4	0	3	32,999	39,372	70,999	1	2	3	6
1	0	4	49,281	54,237	67,281	6	7	8	21
2	0	4	55,08	60,745	81,08	6	7	8	21

3	0	4	62,812	69,185	100,812	1	2	1	4
4	0	4	44,707	51,787	101,707	1	2	3	6
1	1	1	80,259	83,091	86,259	2	3	3	8
2	1	1	70,727	73,922	80,227	1	1	2	4
2	1	2	66,399	70,234	80,399	3	3	6	12
2	1	3	68,752	73,225	89,418	2	2	4	8
2	1	4	68,808	73,921	99,608	-2	-3	-4	-9
3	1	1	74,883	78,818	88,883	-5	-4	-4	-13
3	1	2	74,659	79,133	95,326	-12	-10	12	-10
3	1	3	70,023	75,135	100,823	1	-1	-1	-1
3	1	4	63,166	68,918	110,166	-7	-7	1	-13
4	1	1	54,861	59,335	75,528	2	4	7	13
4	1	2	59,503	64,616	90,303	-1	-2	-1	-4
4	1	3	39,054	44,806	86,056	6	10	10	26
4	1	4	34,754	41,144	110,087	8	15	18	41
0	0	1	78,411	80,535	82,593	2	3	3	8
0	0	2	80,174	83,006	86,174	2	3	3	8
0	0	3	77,108	80,649	85,775	3	4	4	11
0	0	4	58,375	62,623	70,875	4	6	6	16

REL 240

P	D	Q	AIC	BIC	AICC	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Total
1	0	0	82,035	84,796	85,749	3	3	3	9
2	0	0	83,708	87,269	88,785	4	4	4	12
3	0	0	81,418	85,87	88,418	3	4	2	9
4	0	0	80,983	86,326	90,62	3	4	2	9
1	0	1	83,761	87,323	88,838	3	4	3	10
2	0	1	85,294	89,746	92,294	4	4	3	11
3	0	1	69,617	74,959	79,253	1	2	0	3
4	0	1	68,76	74,993	81,96	3	4	3	10

1	0	2	83,443	87,895	90,443	3	5	3	11
2	0	2	75,741	81,083	85,377	4	5	4	13
3	0	2	74,56	80,793	87,76	4	3	0	7
4	0	2	58,012	64,135	76,012	3	4	2	9
1	0	3	68,542	73,883	78,178	3	6	5	14
2	0	3	61,103	67,335	74,303	4	6	4	14
3	0	3	1.529,811	1.536,934	1.547,811	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
4	0	3	23,289	31,302	47,789	3	1	-5	-1
1	0	4	76,628	82,861	89,828	5	6	6	17
2	0	4	231,688	238,811	249,688	3.065	871	6.694	10.630
3	0	4	189,805	197,819	214,305	-1.822	111	-2.828	-4.539
4	0	4	62,206	71,11	95,635	16	25	22	63
1	1	1	71,171	74,504	76,504	4	2	1	7
2	1	1	83,765	87,931	91,22	-4	-9	9	-4
2	1	2	45,083	50,083	55,483	-4	-8	-5	-17
2	1	3	410,218	416,051	424,663	646.859	-2.080.729	-875.208	-2.309.078
2	1	4	300,466	307,132	320,466	-69.557	199.788	-110.018	20.213
3	1	1	76,619	81,619	87,019	-8	-8	18	2
3	1	2	80,923	86,755	95,367	16	30	64	110
3	1	3	461,035	467,701	481,035	-3.793.489	8.736.897	-4.792.019	151.389
3	1	4	247,493	254,992	275,207	-27.914	-77.650	-303.629	-4.09.193
4	1	1	78,455	84,287	92,899	-21	-11	71	39
4	1	2	92,953	99,618	112,953	9	15	23	47
4	1	3	214,296	221,795	242,01	-9.227	-16.261	-69.441	-94.929
4	1	4	1.182,92	1.191,252	1.221,587	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
0	0	1	82,035	84,706	85,749	3	3	3	9
0	0	2	81,607	85,169	86,684	3	5	3	11
0	0	3	64,798	69,249	71,798	5	4	3	12
0	0	4	63,853	69,196	73,49	6	5	4	15

REL B 230

P	D	Q	AIC	BIC	AICC	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Total
1	0	0	65,604	77,728	69,786	3	3	3	9
2	0	0	65,113	67,945	71,113	4	4	3	11
3	0	0	66,563	70,104	75,23	4	4	3	11
4	0	0	70,614	74,863	83,114	5	3	3	11
1	0	1	54,764	57,596	60,764	1	0	-1	0
2	0	1	60,278	63,818	68,945	-1	-5	-12	-18
3	0	1	61,082	65,331	73,582	2	2	1	5
4	0	1	40,89	45,847	58,809	7	2	1	10
1	0	2	44,74	48,281	53,407	4	5	5	14
2	0	2	58,932	63,18	71,432	3	4	3	10
3	0	2	65,088	70,044	83,088	3	3	2	8
4	0	2	19,761	25,426	45,761	15	-2	2	15
1	0	3	942,499	946,747	954,999	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
2	0	3	825,911	830,867	843,911	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
3	0	3	71,92	77,584	97,92	-2	23	-30	-9
4	0	3	44,67	51,042	82,67	4	8	7	19
1	0	4	158,166	163,122	176,166	318	-1.418	3.808	2.708
2	0	4	89,528	95,193	115,528	36	-11	41	66
3	0	4	50	56,373	88	13	-2	4	15
4	0	4	10,997	18,078	67,997	5	4	1	10
1	1	1	61,812	64,368	68,256	3	3	3	9
2	1	1	53,667	56,863	63,167	3	3	3	9
2	1	2	50,678	54,512	64,678	-2	1	3	2
2	1	3	53,68	58,153	74,374	-1	1	3	3
2	1	4	52,575	57,687	83,375	-3	0	4	1
3	1	1	62,328	66,163	76,328	-7	-6	9	-4
3	1	2	33,923	38,396	54,59	4	-3	-8	-7
3	1	3	39,383	44,496	44,496	16	5	-23	-2

3	1	4	37,038	42,79	84,038	-1	-6	-5	-12
4	1	1	39,392	43,865	60,058	-25	5	84	64
4	1	2	33,675	38,787	64,475	-31	6	107	82
4	1	3	56,909	62,661	103,909	-24	-4	75	47
4	1	4	24,489	30,88	99,822	-41	28	153	140
0	0	1	75,003	77,127	79,185	4	3	3	10
0	0	2	50,039	52,872	56,039	4	5	4	13
0	0	3	64,649	68,189	73,316	2	5	2	9
0	0	4	66,636	70,885	79,136	2	5	2	9

RZY 219

P	D	Q	AIC	BIC	AICC	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Total
1	0	0	56,102	58,226	60,284	4	2	3	9
2	0	0	57,382	60,214	63,382	5	2	3	10
3	0	0	58,797	62,337	67,464	5	2	4	11
4	0	0	59,161	63,409	71,661	5	1	4	10
1	0	1	57,777	60,609	63,777	4	2	3	9
2	0	1	51,166	54,706	59,833	4	2	3	9
3	0	1	37,272	41,52	49,772	3	1	3	7
4	0	1	36,214	41,171	54,212	5	2	2	9
1	0	2	57,91	51,45	66,576	4	3	3	10
2	0	2	27,456	31,704	39,956	3	2	2	7
3	0	2	43,756	48,712	61,756	4	1	3	8
4	0	2	37,548	43,213	63,548	5	1	3	9
1	0	3	41,927	26,175	34,427	3	3	3	9
2	0	3	16,666	24,622	37,666	2	2	2	6
3	0	3	46,228	51,893	72,228	4	3	3	10
4	0	3	62,496	68,868	100,496	4	2	3	9
1	0	4	25,903	30,859	33,903	3	3	3	9
2	0	4	25,489	31,153	31,489	4	4	4	12

3	0	4	51,881	58,253	89,881	5	2	5	12
4	0	4	51,767	58,848	108,767	6	2	1	9
1	1	1	49,925	52,481	56,369	2	2	2	6
2	1	1	42,386	45,581	51,886	-1	-1	2	0
2	1	2	42,646	46,48	56,646	-5	2	9	6
2	1	3	52,929	57,403	73,596	-6	2	11	7
2	1	4	55,678	60,79	86,478	-4	1	7	4
3	1	1	39,674	43,508	53,674	-10	2	24	16
3	1	2	44,043	48,517	64,71	-10	6	22	18
3	1	3	47,827	52,94	78,627	-10	5	24	19
3	1	4	48,714	54,466	95,714	-11	1	30	20
4	1	1	35,576	40,05	53,243	-15	-3	45	27
4	1	2	39,703	44,815	70,503	-17	9	53	45
4	1	3	47,671	53,422	94,671	-20	23	52	55
4	1	4	39,939	46,329	115,272	-14	4	35	25
0	0	1	60,068	62,192	64,25	4	3	3	10
0	0	2	61,295	64,127	67,295	4	2	3	9
0	0	3	60,303	63,844	68,97	5	1	4	10
0	0	4	54,507	58,755	67,007	5	1	1	7

RZY 225

P	D	Q	AIC	BIC	AICC	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Total
1	0	0	81,23	83,729	85,076	2	2	3	7
2	0	0	82,871	86,204	88,205	2	2	2	6
3	0	0	82,832	86,998	90,287	2	2	2	6
4	0	0	79,755	84,754	90,155	2	3	3	8
1	0	1	61,502	64,835	66,836	3	3	3	9
2	0	1	77,633	87,799	85,088	1	2	2	5
3	0	1	63,853	68,853	74,253	3	3	3	9
4	0	1	59,921	65,753	74,365	2	2	3	7

1	0	2	65,185	69,351	72,64	5	3	3	11
2	0	2	72,697	77,967	83,637	4	4	3	11
3	0	2	67,72	73,552	68,164	1	1	1	3
4	0	2	72,491	79,156	92,491	4	3	3	10
1	0	3	74,923	79,922	85,323	5	6	4	15
2	0	3	74,103	79,935	88,547	4	5	4	13
3	0	3	67,815	74,481	87,815	4	2	2	8
4	0	3	63,536	71,035	91,25	4	1	4	9
1	0	4	74,923	79,922	85,323	5	6	4	15
2	0	4	72,35	79,015	92,35	2	3	6	11
3	0	4	65,564	73,063	93,278	3	0	1	4
4	0	4	80,958	89,29	119,625	6	2	3	11
1	1	1	63,221	66,311	68,857	0	0	0	0
2	1	1	76,837	80,7	84,837	-2	-1	3	0
2	1	2	81,754	86,39	93,088	-1	-1	1	-1
2	1	3	66,965	73,373	82,965	-1	-1	0	-2
2	1	4	61,747	67,928	84,318	-6	-5	0	-11
3	1	1	68,442	73,078	79,776	6	7	8	21
3	1	2	63,945	69,353	79,945	7	7	5	19
3	1	3	62,784	68,965	85,356	9	11	8	28
3	1	4	67,878	74,831	99,878	1	1	1	3
4	1	1	67,948	73,356	83,948	5	9	13	27
4	1	2	72,6	78,78	95,171	12	17	36	65
4	1	3	75,38	82,333	107,38	13	18	36	67
4	1	4	78,877	86,603	124,877	20	27	40	87
0	0	1	87,902	90,402	91,748	3	4	4	11
0	0	2	89,897	93,23	95,23	3	4	4	11
0	0	3	90,334	94,5	97,788	3	2	4	9
0	0	4	92,188	97,188	102,588	3	1	2	6

RZY 235

P	D	Q	AIC	BIC	AICC	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Total
1	0	0	86,474	88,974	90,321	5	4	4	13
2	0	0	84,216	84,549	89,549	6	4	3	13
3	0	0	78,886	83,052	86,34	5	3	2	10
4	0	0	77,347	82,346	87,747	4	3	2	9
1	0	1	86,381	89,714	91,714	5	4	4	13
2	0	1	85,241	89,407	92,696	6	4	3	13
3	0	1	60,41	65,41	70,81	6	4	2	12
4	0	1	59,613	65,446	74,3058	4	2	-1	5
1	0	2	71,395	75,561	78,849	5	3	3	11
2	0	2	57,929	62,928	68,329	4	5	5	14
3	0	2	69,018	74,851	83,463	8	6	7	21
4	0	2	58,885	65,551	78,885	4	3	2	9
1	0	3	70,142	75,141	80,542	5	4	4	13
2	0	3	86,307	92,139	100,751	6	7	6	19
3	0	3	61,654	68,32	81,654	5	3	3	11
4	0	3	68,237	75,736	95,951	5	3	0	8
1	0	4	68,665	74,497	83,109	6	5	5	16
2	0	4	60,622	67,287	80,622	1	-1	0	0
3	0	4	78,217	85,716	105,931	6	3	2	11
4	0	4	42,723	51,056	81,39	4	1	0	5
1	1	1	76,662	79,752	82,298	2	-2	-1	-1
2	1	1	87,182	91,045	95,182	5	6	6	17
2	1	2	79,831	84,467	91,164	8	11	17	36
2	1	3	70,086	75,494	86,086	3	0	-2	1
2	1	4	79,187	85,367	101,758	0	-8	-6	-14
3	1	1	74,923	79,558	86,256	9	17	31	57
3	1	2	76,493	81,901	92,493	5	0	-6	-1
3	1	3	69,923	76,143	92,533	3	-5	-18	-20

3	1	4	88,193	95,146	120,193	3	-4	-10	-11
4	1	1	72,691	78,099	88,691	7	9	11	27
4	1	2	88,047	86,228	102,619	8	8	9	25
4	1	3	77,068	84,021	109,068	6	-2	-9	-5
4	1	4	59,237	66,963	105,237	-2	-10	-19	-31
0	0	1	86,618	89,118	90,465	5	4	4	13
0	0	2	87,46	90,793	82,794	6	5	4	15
0	0	3	76,619	80,785	84,073	5	7	6	18
0	0	4	74,808	79,807	85,208	7	6	6	19

RZL 115L 226

P	D	Q	AIC	BIC	AICC	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Total
1	0	0	72,993	75,118	77,175	4	4	4	12
2	0	0	73,354	76,187	79,353	3	4	4	11
3	0	0	70,505	74,046	79,172	3	4	3	10
4	0	0	66,731	70,979	79,231	3	4	3	10
1	0	1	74,828	77,66	80,828	4	4	4	12
2	0	1	60,89	64,43	69,556	2	3	4	9
3	0	1	54,488	58,736	66,988	4	4	3	11
4	0	1	67,183	72,14	85,183	4	4	3	11
1	0	2	62,441	65,981	71,107	5	6	6	17
2	0	2	916,304	920,553	928,804	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
3	0	2	58,966	63,923	76,966	4	4	3	11
4	0	2	1.098,208	1.103,872	1.124,208	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
1	0	3	66,023	70,271	78,523	3	5	4	12
2	0	3	11,677	16,634	29,677	5	3	2	10
3	0	3	718,149	723,813	744,749	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
4	0	3	196,299	202,672	234,299	-3.691	-7.839	-14.853	-26.383
1	0	4	303,76	308,727	321,77	-194.291	-1.320.967	-5.640.176	-7.155.434
2	0	4	243,069	248,733	269,069	-28.821	16.661	-29.151	-41.311

3	0	4	123,975	133,347	161,975	-374	-503	-481	-984
4	0	4	60,032	67,112	117,032	3	3	2	8
1	1	1	72,247	74,803	78,692	-3	-4	-2	-9
2	1	1	61,502	64,698	71,002	10	19	38	67
2	1	2	69,993	73,827	83,993	-3	-5	0	-8
2	1	3	64,824	69,298	85,491	-3	-5	-1	-9
2	1	4	112,725	117,837	143,525	-46	128	-208	-126
3	1	1	69,329	73,163	83,329	-4	-7	0	-11
3	1	2	68,233	72,706	88,9	-6	-12	-8	-26
3	1	3	69,424	74,536	100,224	-6	-11	-5	-22
3	1	4	141,984	147,735	188,984	-95	933	-8.532	-7.694
4	1	1	51,625	56,098	72,292	-1	-4	-4	-9
4	1	2	56,87	61,982	87,67	-8	-10	7	-11
4	1	3	91,698	97,45	138,698	38	133	499	670
4	1	4	54,761	61,151	130,094	-36	-37	80	7
0	0	1	48,097	50,221	52,279	4	4	4	12
0	0	2	53,805	56,637	59,805	4	4	4	12
0	0	3	48,679	52,219	57,345	4	5	4	13
0	0	4	39,589	43,838	52,089	5	5	4	14

RZL 115L 234

P	D	Q	AIC	BIC	AICC	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Total
1	0	0	77,234	79,551	81,234	3	3	3	9
2	0	0	75,223	78,314	80,86	3	3	3	9
3	0	0	62,151	66,013	70,151	3	3	3	9
4	0	0	57,396	62,302	68,729	3	3	3	9
1	0	1	54,444	61,535	64,081	4	4	4	12
2	0	1	56,529	53,792	61,529	3	3	3	9
3	0	1	43,026	47,662	54,36	4	3	3	10
4	0	1	59,228	64,636	75,228	3	3	3	9

1	0	2	69,338	73,201	77,338	3	3	3	9
2	0	2	62,38	67,016	73,714	3	3	3	9
3	0	2	29,608	35,016	45,608	4	4	4	12
4	0	2	41,635	47,815	64,206	4	3	3	10
1	0	3	71,418	76,054	82,752	2	2	2	6
2	0	3	61,63	67,038	77,63	3	3	3	9
3	0	3	44,414	50,594	66,985	3	3	3	9
4	0	3	46,56	53,313	78,56	4	4	3	11
1	0	4	76,001	81,41	92,001	4	4	4	12
2	0	4	58,037	64,218	80,609	6	5	4	15
3	0	4	50,806	57,759	82,806	4	3	4	11
4	0	4	43,571	51,297	89,571	4	4	3	11
1	1	1	79,048	81,88	85,048	6	8	10	24
2	1	1	81,093	94,633	89,759	3	1	0	4
2	1	2	82,66	86,908	95,16	3	3	2	8
2	1	3	62,335	67,292	80,335	-14	1	58	45
2	1	4	85,528	91,193	111,528	1	-2	-5	-6
3	1	1	87,098	91,346	99,598	-11	-7	-20	-38
3	1	2	30,743	35,699	48,743	-4	-9	-8	-21
3	1	3	51,32	56,895	77,32	-1	-5	-4	-10
3	1	4	46,361	52,733	84,637	-4	-10	-8	-22
4	1	1	55,095	60,051	73,095	-18	-14	34	2
4	1	2	14,731	20,395	40,731	-18	-15	30	-3
4	1	3	39,912	46,284	77,912	-20	-14	41	7
4	1	4	85,158	92,239	142,158	1	-2	-2	-3
0	0	1	78,627	80,945	82,627	3	3	3	9
0	0	2	78,853	81,943	84,489	3	3	3	9
0	0	3	79,913	83,775	87,913	3	3	3	9
0	0	4	76,839	81,475	88,173	1	0	0	1

RZL 115L 242

P	D	Q	AIC	BIC	AICC	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Total
1	0	0	66,094	68,411	70,094	3	3	3	9
2	0	0	64,429	68,519	71,065	3	3	3	9
3	0	0	67,052	79,915	75,052	2	3	3	8
4	0	0	68,337	72,973	79,671	4	2	3	9
1	0	1	49,343	52,433	54,979	2	2	2	6
2	0	1	52,291	56,154	60,291	1	2	2	5
3	0	1	57,005	61,64	68,338	1	2	2	5
4	0	1	43,702	49,111	59,702	3	3	4	10
1	0	2	55,096	58,959	63,096	4	3	3	10
2	0	2	50,767	55,403	62,101	4	3	4	11
3	0	2	23,914	29,322	39,914	2	1	2	5
4	0	2	52,152	58,332	74,723	4	2	2	8
1	0	3	46,797	51,433	58,131	5	4	3	12
2	0	3	31,838	37,246	47,838	3	3	3	9
3	0	3	27,721	33,901	50,292	2	2	2	6
4	0	3	49,825	56,779	81,825	5	2	2	9
1	0	4	72,122	77,53	88,122	3	3	3	9
2	0	4	44,949	51,13	67,521	-2	2	4	4
3	0	4	42,069	49,022	74,069	3	5	5	13
4	0	4	46,292	54,018	92,292	-7	-1	-13	-21
1	1	1	46,949	49,782	52,949	3	2	2	7
2	1	1	51,229	54,769	59,896	0	0	0	0
2	1	2	39,11	43,358	51,61	2	4	9	15
2	1	3	36,54	41,497	54,54	3	2	2	7
2	1	4	49,397	55,061	75,397	1	0	0	1
3	1	1	43,348	48,596	56,848	-3	-5	-6	-14
3	1	2	60,973	65,93	78,973	5	5	3	13
3	1	3	42,763	48,427	68,763	-1	0	2	1

3	1	4	50,576	56,949	88,576	-13	8	35	30
4	1	1	61,543	66,499	79,543	-11	-18	-16	-45
4	1	2	48,673	54,337	74,673	7	13	25	45
4	1	3	20,298	26,671	58,298	-3	-3	1	-5
4	1	4	50,905	57,986	107,905	0	-2	-1	-3
0	0	1	67,573	69,89	71,573	2	3	3	8
0	0	2	53,969	57,059	59,605	3	2	2	7
0	0	3	57,219	61,082	65,219	3	2	2	7
0	0	4	58,758	63,394	70,091	2	3	4	9