Propuesta de mejora para la planeación y programación de la producción orientada a la reducción de reprocesos mediante la metodología DDMRP y el uso del sistema WA Solutions en la empresa Protec

Estudiante

Arley Patricia Herrera Alvarez

Tutor

Elsy Nathalia Chaparro Hernández

Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano

Ingeniería Industrial

Bogotá D.C., Colombia

2026

ÍNDICE

Contenido

RESUMEN DEL PROYECTO..... 6
1. TITULO DE LA PROPUESTA: 9
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: 9
2.1 Contexto teórico del problema..... 9
2.2 Descripción del problema en la empresa 10
2.3 Magnitud del problema (INDICADORES)..... 13
2.4 Análisis del impacto del problema..... 16
2.5 Sustento metodológico (DDMRP)..... 16
2.6 Pregunta de investigación..... 17
3. OBJETIVOS..... 17
3.1 Objetivo General..... 17
3.2 Objetivos Específicos 17
4. JUSTIFICACIÓN..... 18
5. MARCO TEÓRICO 21
5.1 Fundamentos de la planeación en sistemas productivos 22
5.2 Dimensiones y tipos de planeación 23
5.3 Planeación de la producción en entornos manufactureros 24
5.4 Planeación de requerimientos de materiales (MRP) 24
5.5 Sistemas ERP (Enterprise Resource Planning)..... 25
5.6 Sistemas avanzados de planeación (APS) y herramientas tecnológicas (WA Solutions)
..... 26

5.7 Gestión de inventarios y listas de materiales (BOM) 28

5.8 Programación de la producción 29

5.9 Problemáticas en la planeación tradicional: uso de Excel y reprocesos 30

5.10 Transformación digital en la industria manufacturera 30

5.11 Técnicas y métodos de producción 31

5.12 Metodología DDMRP en sistemas productivos 32

5.12.1 Programación de la producción 33
5.12.2 Reprocesos 34
5.12.3 Reprogramación 34
5.12.4 Lista de materiales (BOM) 34
5.12.5 Inventario buffer 35
5.12.6 Pronóstico de la demanda 36

5.13 Estado del arte 36

6. Metodología 40

6.1 Tipo de investigación 41

6.2 Nivel de investigación 42

6.3 Diseño de investigación 43

6.4 Corte temporal 43

6.5 Universo de estudio 44

6.6 Población 44

6.7 Muestra 45

6.8 Definición de variables e indicadores 45

6.9 Técnicas e instrumentos de recolección de información 46

6.10 Procesamiento y análisis de información 47

6.11 Relación entre objetivos, actividades, herramientas y entregables 48

6.12 Cronograma de actividades 50

7. RESULTADOS 51

7.1 Diagnostico: Caracterización del proceso actual de planeación y programación de la producción 51

7.1.1 Observación del proceso actual de planeación. 51

7.1.2 Revisión de archivos Excel y ERP SIESA 53

7.1.3 Análisis de flujos de información y limitaciones operativas. 57

7. 2 Análisis: Análisis de las causas asociadas a reprocesos, reprogramaciones y ajustes manuales. 61

7.2.1 Revisión de indicadores productivos 61

7.2.2 Análisis de reprocesos y reprogramaciones 66

7.2.3 Identificación de inconsistencias en la información y cambios operativos 67

7.2.4 Oportunidades de mejora identificadas 69

7. 3 Evaluación: Evaluación de la aplicación de la metodología DDMRP con apoyo del sistema WA Solutions 71

7.3.1 Evaluación de la metodología DDMRP 72

7.3.2 Análisis del uso de WA Solutions 74

7.3.3 Comparación entre condiciones actuales y esperadas del proceso 78

7. 4 Propuesta de Mejora: Propuesta de lineamientos de mejora para la planeación y programación de la producción 80

7.4.1 Diseño de lineamientos de mejora 80

7.4.2 Definición de estrategias de planeación 81

7.4.3 Estructuración de propuesta final 83

8. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 85

8.1 Discusión 85

8.2 Conclusiones 86

8.3 Recomendaciones 87

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 88

ANEXOS 89

Anexo A. Instrumento de observación del proceso de planeación y programación de la producción 89

Anexo B. Evidencias complementarias de la evaluación de WA Solutions 91

Índice de tablas

Tabla 1. Impacto económico asociado a reprocesos y reprogramaciones en la empresa Protec. . 19

Tabla 2. Síntesis del estado del arte 39

Tabla 3. Variables e indicadores 45

Tabla 4. Técnicas e instrumentos de recolección de información 47

Tabla 5. Relación entre objetivos, actividades, herramientas y entregables 48

Tabla 6. Cronograma de actividades 50

Tabla 7. Limitaciones operativas identificadas durante la caracterización del proceso actual de planeación y programación de la producción 59

Tabla 8. Impacto económico asociado a las unidades afectadas por cambios de producción durante 2025 64

Tabla 9. Herramientas utilizadas durante el proceso de planeación y programación 68

Tabla 10. Oportunidades de mejora identificadas 70

Tabla 11. Funcionalidades evaluadas en WA Solutions 77

Tabla 12. Comparación entre las condiciones actuales y las condiciones esperadas del proceso de planeación 78

Tabla 13. Lineamientos de mejora propuestos 81

Tabla 14. Estrategias de planeación propuestas..... 82

Tabla A1. Instrumento de observación del proceso de planeación y programación de la producción……..89

Tabla A2. Registros de observación del proceso de planeación y programación de la producción ……90

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Diagrama de barras de reprogramaciones..... 10

Ilustración 2. Gráfico de tendencia acumulada de reprogramaciones entre enero de 2025 y abril de 2026..... 12

Ilustración 3. Indicador RGD (Global Diario) de la empresa Protec – enero a marzo 2026 13

Ilustración 4. Indicador de cambios de producción en la empresa Protec, últimos seis meses. ... 14

Ilustración 5. Correo electrónico de recepción de pedidos enviado por Inducascos 52

Ilustración 6. Consulta de requisiciones de producción (REP) en el sistema SIESA..... 52

Ilustración 7. Matriz de pronóstico utilizada para la planeación de la producción..... 53

Ilustración 8. Gantt de programación de inyección. 54

Ilustración 9. Programación impresión de gráficos. 55

Ilustración 10. Proceso productivo general de la empresa Protec. 57

Ilustración 11. Proceso actual de planeación y programación de la producción en la empresa Protec. 58

Ilustración 12. Indicador de cambios de producción y reprogramaciones año 2025..... 62

Ilustración 13. Comportamiento histórico del indicador OTIF durante el año 2025..... 64
Ilustración 14. Parametrización de tiempos de proceso y buffers para la fabricación de 1 casco. 72
Ilustración 15. Diagrama de flujo del proceso productivo bajo la metodología DDMRP..... 74
Ilustración 16. Parametrización de tiempos de proceso y buffers para la fabricación de 1 casco. 75
Ilustración 17. Vista Administración de buffers de inventario en WA Solutions. 76
Ilustración 18. Estructura de implementación de las estrategias de mejora propuestas. 84
Ilustración B1. Pantalla de administración de buffers……...91
Ilustración B2. Gestión de productos intermedios…….92
Ilustración B3. Programación finita de la producción……...93
Ilustración B4. Visualización del estado de materiales…….…94
Ilustración B5. Parametrización de buffe y perfiles. ……94
Ilustración B6. Seguimiento de órdenes de órdenes de producción. ……...95

RESUMEN DEL PROYECTO

La planeación y programación de la producción son procesos fundamentales para el adecuado funcionamiento de las empresas manufactureras, ya que permiten coordinar los recursos disponibles con las necesidades de la demanda y garantizar el cumplimiento de los planes de producción. Sin embargo, cuando la información utilizada en estos procesos presenta inconsistencias o requiere ajustes constantes, pueden generarse reprocesos, reprogramaciones y otras situaciones que afectan la estabilidad de la operación. Esta problemática se evidencia en la empresa Protec, donde la gestión de la planeación depende en gran medida de herramientas manuales y de continuos cambios en la programación de la producción.

Frente a esta situación, el presente trabajo tuvo como objetivo analizar el proceso de planeación y programación de la producción en la empresa Protec, identificando las principales

causas que originan los reprocesos y las reprogramaciones, así como su impacto en el desempeño operativo. Para abordar esta problemática, la investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto, sustentado en el análisis de indicadores de gestión, registros operativos, documentación interna y la observación directa del proceso. Como soporte metodológico se empleó la metodología Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP), debido a que sus principios se orientan a gestionar los materiales a partir de la demanda real, contribuyendo a una mayor estabilidad en la planeación y a una mejor capacidad de respuesta frente a las variaciones del entorno.

De igual manera, se utilizó el sistema WA Solutions como herramienta de apoyo para la consulta, organización y análisis de la información requerida durante la investigación, sin que el alcance del proyecto contemplara modificaciones o desarrollos sobre dicha plataforma.

Los resultados permitieron establecer que una parte importante de los reprocesos y las reprogramaciones está relacionada con la actualización de la información, los cambios operativos y la necesidad de realizar ajustes durante la ejecución del plan de producción. Los hallazgos obtenidos durante la investigación dieron lugar a la formulación de lineamientos de mejora orientados al fortalecimiento del proceso de planeación y programación de la producción. Estos lineamientos buscan disminuir la frecuencia de los reprocesos, aportar mayor estabilidad a la operación y fortalecer la capacidad de respuesta de la empresa frente a las variaciones de la demanda.

Palabras clave: planeación de la producción, programación de la producción, DDMRP, reprocesos, WA Solutions, mejora continua

ABSTRACT

Production planning and scheduling play a key role in the performance of manufacturing companies, as they help coordinate available resources with market demand while supporting the achievement of production goals. Nevertheless, when the information used to support these processes is inconsistent or requires frequent updates, rework, rescheduling, and other operational disruptions become more likely, reducing the stability of production activities. This situation is evident at Protec, where production planning relies heavily on manual tools and continuous adjustments to production schedules.

In response to this situation, the purpose of this study was to analyze the production planning and scheduling process at Protec, identifying the main factors that lead to rework and production rescheduling, as well as their impact on operational performance. To achieve this objective, a mixed-method research approach was adopted, combining the analysis of performance indicators, operational records, internal documentation, and direct observation of the production planning process.

The research was conducted using the Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP) methodology as the main analytical framework, given its focus on demand-driven material planning to improve production stability and strengthen responsiveness to changing market conditions. The WA Solutions system also supported the study by facilitating the collection, organization, and analysis of operational information, without involving software development or modifications to the existing system.

The analysis showed that rework and production rescheduling were largely associated with frequent information updates, operational changes, and adjustments made during the execution of production plans. In response to these findings, improvement guidelines were developed to strengthen production planning and scheduling, reduce the occurrence of rework,

improve operational stability, and enhance the company's ability to respond more effectively to demand fluctuations.

Keywords: production planning, production scheduling, Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP), rework, WA Solutions, continuous improvement.

1. TITULO DE LA PROPUESTA:

Propuesta de mejora para la planeación y programación de la producción orientada a la reducción de reprocesos mediante la metodología DDMRP y el uso del sistema WA Solutions en la empresa Protec

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

2.1 Contexto teórico del problema

Coordinar materiales, capacidad instalada, recursos de producción y demanda es, en esencia, el propósito de la planeación y programación de la producción en cualquier empresa manufacturera. Cuando estos procesos se gestionan de manera adecuada, es posible cumplir con los planes de producción, aprovechar mejor los recursos disponibles y favorecer el cumplimiento de los objetivos operativos de la organización.

A pesar de ello, mantener una planeación estable continúa siendo uno de los principales retos para las empresas manufactureras. Factores como la variabilidad de la demanda, los cambios en las prioridades de producción, la disponibilidad de materiales y las restricciones de capacidad obligan a ajustar continuamente los planes de producción. Si estas situaciones no se atienden de forma oportuna, aumentan las probabilidades de que se presenten reprocesos, reprogramaciones, retrasos en la producción y mayores costos operativos.

Heizer, Render y Munson (2020) señalan que una planeación de la producción bien estructurada facilita la coordinación de los recursos de la organización y favorece un mejor

desempeño de los procesos productivos. De manera similar, Chopra y Meindl (2016) explican que la falta de sincronización entre la demanda y la capacidad de producción incrementa la variabilidad de las operaciones, afecta el flujo de materiales y dificulta la toma de decisiones relacionadas con la programación de la producción.

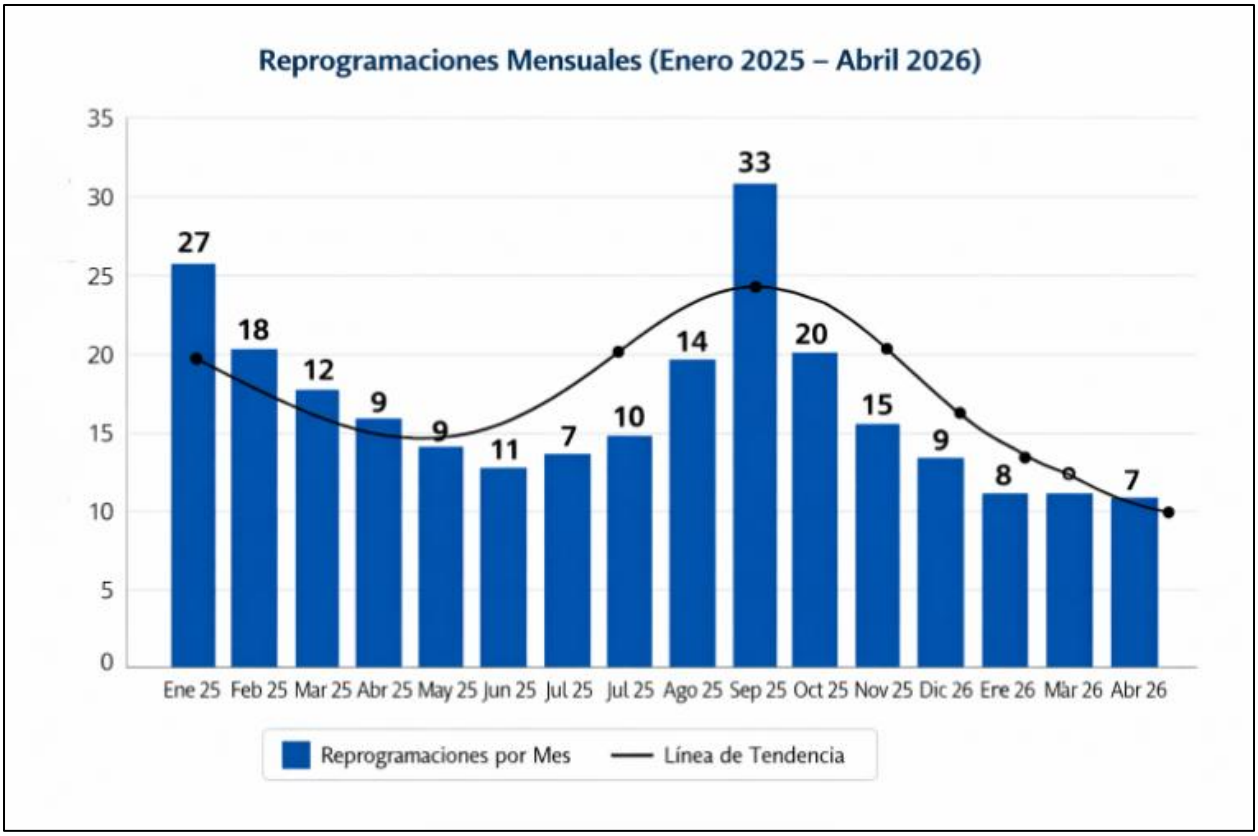
En estas condiciones, la calidad de la información se convierte en un elemento esencial para la planeación. Disponer de información confiable y actualizada facilita la toma de decisiones, disminuye la incertidumbre y permite responder con mayor agilidad a los cambios del entorno. En cambio, cuando la información se encuentra dispersa, desactualizada o depende de procesos manuales, aumenta el riesgo de cometer errores que terminan afectando la estabilidad del sistema productivo.

Los aportes teóricos descritos permiten comprender la importancia de fortalecer la planeación y programación de la producción, especialmente en organizaciones donde la coordinación entre las diferentes áreas y la disponibilidad de información influyen directamente en el desempeño operativo. Bajo este contexto, el análisis del proceso desarrollado en Protec busca identificar los factores que generan inestabilidad y, con base en ellos, plantear alternativas de mejora acordes con las necesidades de la empresa.

2.2 Descripción del problema en la empresa

En la empresa Protec, el proceso de planeación y programación de la producción presenta dificultades que afectan la estabilidad del plan productivo y hacen necesario realizar ajustes frecuentes sobre la programación inicial. Estas situaciones impactan la ejecución de las órdenes de producción y limitan la eficiencia con la que se desarrollan las operaciones.

Ilustración 1. Diagrama de barras de reprogramaciones



Fuente: Elaboración propia

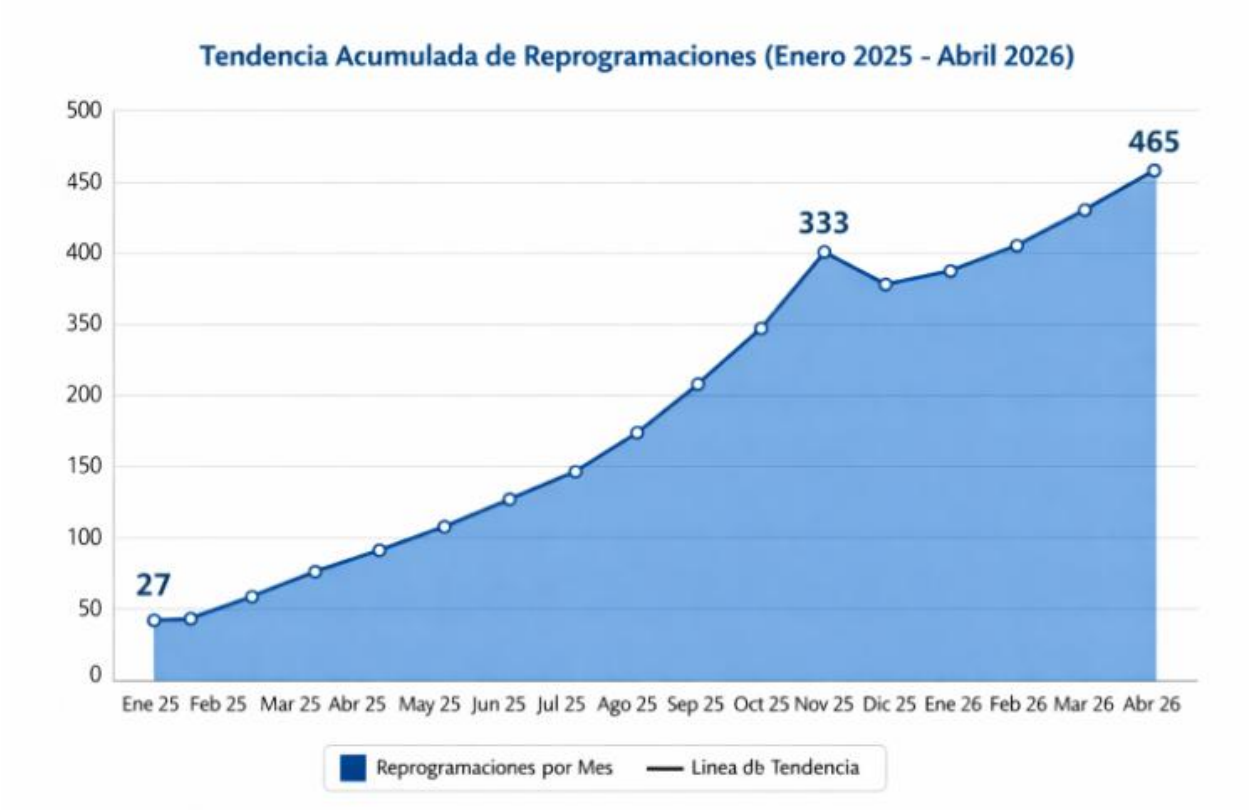
La Ilustración 1 muestra el comportamiento de las reprogramaciones registradas durante el período analizado. El diagrama de barras permite apreciar que la cantidad de cambios en la programación varió a lo largo del período analizado, sin mantener un comportamiento uniforme entre los meses evaluados. Los incrementos más representativos coincidieron con modificaciones en las prioridades de producción, cambios en los requerimientos de los clientes y variaciones en la disponibilidad de materiales. Este comportamiento muestra que la programación de la producción debe ajustarse con frecuencia para responder a las condiciones operativas, lo que repercute en la estabilidad del proceso y pone de manifiesto la necesidad de fortalecer las actividades de seguimiento y control.

La programación de la producción no siempre logra mantenerse estable debido a los cambios operativos que se presentan durante la ejecución del plan de producción. Como

consecuencia, es necesario realizar reprogramaciones y ajustes que afectan la continuidad del flujo productivo y dificultan el cumplimiento de la programación inicialmente establecida.

El comportamiento de las reprogramaciones registrado entre enero de 2025 y abril de 2026 evidencia una tendencia constante de inestabilidad en la planeación operativa. Los datos muestran que durante enero y diciembre de 2025 se concentró el mayor número de cambios, superando significativamente los valores observados en los demás meses del período analizado.

Ilustración 2. Gráfico de tendencia acumulada de reprogramaciones entre enero de 2025 y abril de 2026



Fuente: Elaboración propia

La Ilustración 2 presenta la tendencia acumulada de las reprogramaciones registradas entre enero de 2025 y abril de 2026. Más que un comportamiento ocasional, la tendencia observada

muestra que las reprogramaciones forman parte de la dinámica habitual del proceso de planeación. Además, los incrementos más pronunciados se concentran en determinados periodos, lo que refleja momentos de mayor presión operativa y una mayor necesidad de intervenir la programación. Este comportamiento pone de manifiesto la conveniencia de fortalecer el seguimiento y los mecanismos de control para disminuir la frecuencia de estos ajustes y aportar mayor estabilidad al proceso productivo.

2.3 Magnitud del problema (INDICADORES)

Con el propósito de dimensionar el impacto de la problemática identificada, se analizaron los principales indicadores de desempeño utilizados por la empresa. Estos permiten evaluar el comportamiento de la planeación y programación de la producción, así como determinar el efecto que tienen las reprogramaciones sobre la operación.

De acuerdo con el indicador RGD (Registro Global Diario), encargado de medir el desempeño del OTIF (On Time In Full), durante el período comprendido entre enero y marzo de 2026 la empresa alcanzó un cumplimiento global del 98,58 % y un OTIF mensual promedio del 96,82 %. No obstante, al comparar la producción programada con la realmente ejecutada, se identificó un faltante de 23.912 unidades frente a un total programado de 752.252 unidades, situación que evidencia diferencias entre lo planificado y lo ejecutado.

Ilustración 3. Indicador RGD (Global Diario) de la empresa Protec – enero a marzo 2026

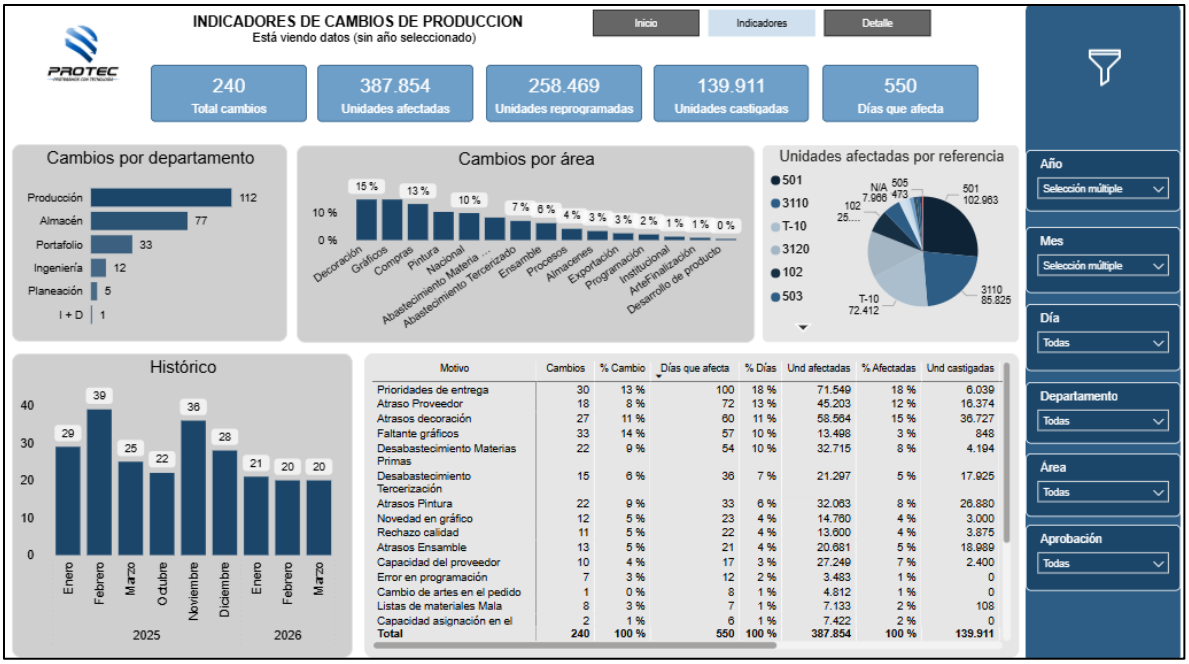


Fuente: sistema interno de la empresa Protec.

Aunque el cumplimiento global supera el 98 %, como muestra la Ilustración 3, ese número favorable convive con diferencias reales entre cantidades programadas y entregadas. Estas variaciones evidencian que, a pesar de obtener un desempeño general favorable, continúan presentándose desviaciones operativas que afectan el proceso de planeación y programación de la producción.

Por otra parte, el indicador de cambios de producción correspondiente a los últimos seis meses registra un total de 240 modificaciones en la programación. Estos cambios impactaron 387.854 unidades, de las cuales 258.469 fueron reprogramadas y 139.911 castigadas, generando además un acumulado de 550 días afectados por ajustes en la programación.

Ilustración 4. Indicador de cambios de producción en la empresa Protec, últimos seis meses.



Motivo	Cambios	% Cambio	Días que afecta	% Días	Und afectadas	% Afectadas	Und castigadas
Prioridades de entrega	30	13 %	100	18 %	71.549	18 %	6.039
Atraso Proveedor	18	8 %	72	13 %	45.203	12 %	16.374
Atrasos decoración	27	11 %	60	11 %	58.564	15 %	36.727
Faltante gráficos	33	14 %	57	10 %	13.498	3 %	848
Desabastecimiento Materias Primas	22	9 %	54	10 %	32.715	8 %	4.194
Desabastecimiento Tercerización	15	6 %	36	7 %	21.297	5 %	17.925
Atrasos Pintura	22	9 %	33	6 %	32.063	8 %	26.880
Novedad en gráfico	12	5 %	23	4 %	14.760	4 %	3.000
Rechazo calidad	11	5 %	22	4 %	13.600	4 %	3.875
Atrasos Ensamble	13	5 %	21	4 %	20.681	5 %	18.989
Capacidad del proveedor	10	4 %	17	3 %	27.249	7 %	2.400
Error en programación	7	3 %	12	2 %	3.483	1 %	0
Cambio de artes en el pedido	1	0 %	8	1 %	4.812	1 %	0
Listas de materiales Mala	8	3 %	7	1 %	7.133	2 %	108
Capacidad asignación en el	2	1 %	6	1 %	7.422	2 %	0
Total	**240**	**100 %**	**550**	**100 %**	**387.854**	**100 %**	**139.911**

Fuente: sistema interno de la empresa Protec.

La Ilustración 4 resume el comportamiento de los cambios de producción registrados durante los últimos seis meses. La información evidencia que las modificaciones en la programación afectan un volumen importante de unidades y generan reprogramaciones, ajustes operativos y cambios en los planes de producción.

Además de reflejar la magnitud de las modificaciones realizadas, este indicador muestra cómo las variaciones en la programación afectan la estabilidad del proceso de planeación, al evidenciar tanto el número de unidades comprometidas como los días impactados por dichos cambios.

En términos generales, los indicadores analizados muestran que la planeación de la producción presenta un comportamiento inestable, evidenciado en la frecuencia de los ajustes realizados y en las diferencias entre lo programado y lo ejecutado. Estos resultados respaldan la necesidad de fortalecer las actividades de planeación, seguimiento y control para disminuir la recurrencia de las reprogramaciones y favorecer una mayor continuidad del proceso productivo.

2.4 Análisis del impacto del problema

Las situaciones identificadas durante el proceso de planeación y programación repercuten directamente en el desempeño del sistema productivo. La variabilidad en la programación, la aparición de reprocesos, las reprogramaciones recurrentes y la pérdida de estabilidad operativa dificultan la ejecución de los planes de producción y reducen la capacidad de respuesta de la empresa frente a las variaciones de la demanda.

Desde el enfoque de la ingeniería de producción, este comportamiento refleja una sincronización insuficiente entre la demanda y la capacidad del sistema productivo. Slack, Brandon-Jones y Burgess (2022) indican que, cuando estos elementos no se encuentran alineados, aumentan las ineficiencias en el flujo de producción, se afecta el desempeño de las operaciones y disminuye la capacidad de la organización para responder oportunamente a las necesidades del mercado.

2.5 Sustento metodológico (DDMRP)

Para abordar la problemática identificada, se considera pertinente la aplicación de la metodología Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP), debido a que permite gestionar la producción a partir de un enfoque basado en la demanda real del sistema. Esta metodología busca reducir la variabilidad del flujo productivo y fortalecer la estabilidad de la planeación mediante una gestión dinámica de la demanda (Ptak & Smith, 2016).

WA Solutions se incorpora en esta investigación como una herramienta de apoyo para organizar, analizar y visualizar la información relacionada con el proceso productivo. Su participación se centra exclusivamente en facilitar el análisis de los datos obtenidos durante el estudio; por tanto, el alcance de esta investigación no contempla el desarrollo, la modificación ni la implementación del sistema.

2.6 Pregunta de investigación

¿Cómo mejorar la planeación y programación de la producción en la empresa Protec mediante la metodología DDMRP y el uso del sistema WA Solutions para reducir reprocesos y mejorar la capacidad de respuesta ante la demanda?

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Diseñar una propuesta de mejora para la planeación y programación de la producción orientada a la reducción de reprocesos mediante la metodología DDMRP y el uso del sistema WA Solutions en la empresa Protec

3.2 Objetivos Específicos

1. Caracterizar el proceso actual de planeación y programación de la producción en la empresa Protec, mediante el análisis de los flujos de información y herramientas utilizadas, para identificar las principales limitaciones operativas del proceso.

2. Analizar las causas asociadas a reprocesos, reprogramaciones y ajustes manuales en la planeación de la producción, mediante el estudio de los cambios operativos y del comportamiento de los indicadores productivos, para establecer oportunidades de mejora en el proceso.

3. Evaluar la aplicación de la metodología DDMRP con apoyo del sistema WA Solutions en el proceso de planeación de la producción, para medir su contribución en la reducción de ajustes manuales y el fortalecimiento de la toma de decisiones.

4. Proponer lineamientos de mejora para la planeación y programación de la producción en la empresa Protec, orientados a mejorar el cumplimiento del plan de producción y reducir reprocesos y reprogramaciones en el proceso productivo.

4. JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto surge de la necesidad de analizar y comprender las limitaciones que actualmente presenta el proceso de planeación y programación de la producción en la empresa Protec, debido al impacto que estas tienen sobre el desempeño del sistema productivo. La planeación de la producción constituye un proceso clave en las organizaciones manufactureras, ya que permite coordinar la demanda con la capacidad disponible y favorecer el cumplimiento de los objetivos operativos (Heizer, Render & Munson, 2020).

En la empresa Protec, los indicadores de gestión evidencian desviaciones importantes en el proceso de producción. De acuerdo con el indicador RGD (Registro Global Diario), el cumplimiento del OTIF presenta un promedio del 96,82 %, registrándose una diferencia superior a 23.000 unidades entre la producción programada y la ejecutada evidencia dificultades para cumplir de manera consistente con la planificación establecida. A esto se suma el registro de 240 cambios de producción durante los últimos seis meses, los cuales comprometieron más de 387.000 unidades y ocasionaron aproximadamente 550 días afectados por reprogramaciones. En conjunto, estos resultados muestran que los ajustes en la programación no corresponden a situaciones aisladas, sino a una condición recurrente que afecta la estabilidad del proceso de planeación y exige realizar modificaciones continuas para responder a las condiciones operativas.

Adicionalmente, esta situación genera un impacto económico significativo para la organización. De acuerdo con los registros internos de producción y costos, las unidades castigadas asociadas a atrasos, reprocesos, desabastecimiento y rechazos de calidad representan pérdidas aproximadas de $475.455.000 durante el período analizado, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Impacto económico asociado a reprocesos y reprogramaciones en la empresa Protec.

Área	Impacto económico
Producción	$ 309.546.000
Ingeniería	$ 28.275.000
Almacén	$ 137.634.000
Total	**$ 475.455.000**

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 1 presenta el impacto económico asociado a los reprocesos y reprogramaciones identificados en la empresa Protec. Los resultados evidencian que las afectaciones generadas por atrasos en producción, problemas de abastecimiento y rechazos de calidad representan costos relevantes para la organización, impactando áreas como Producción, Ingeniería y Almacén. Se observa que el mayor impacto económico se concentra en el área de Producción, lo que demuestra la incidencia que tienen las reprogramaciones y los ajustes operativos sobre el desempeño del sistema productivo. Estos resultados permiten dimensionar la importancia de fortalecer el proceso de planeación y programación de la producción como estrategia para reducir costos operativos y mejorar la eficiencia de la organización.

Dentro de las principales afectaciones se encuentran atrasos en procesos de ensamble y decoración, los cuales representan más de $309 millones en pérdidas, así como problemas relacionados con desabastecimiento de materiales y rechazos de calidad que impactan directamente la continuidad del flujo productivo.

Estos resultados evidencian que las fallas en la planeación y programación no solo afectan el cumplimiento del plan de producción, sino también la eficiencia económica y operativa del sistema productivo, incrementando costos asociados a materia prima, mano de obra y costos indirectos de fabricación. Asimismo, la dependencia de herramientas manuales basadas

en archivos de Excel dificulta la integración de la información, limita la visibilidad global de la producción y afecta la capacidad de respuesta frente a cambios en la demanda o restricciones operativas.

Desde el punto de vista académico, este tipo de problemáticas han sido ampliamente estudiadas en la literatura de gestión de operaciones, donde se ha evidenciado que la falta de sincronización entre la demanda y la capacidad productiva genera ineficiencias en el flujo de producción, incremento de la variabilidad y disminución del desempeño del sistema (Supply Chain Management, 2016; Operations and Process Management, 2022).

En este contexto, el presente estudio se justifica en la necesidad de analizar el proceso actual de planeación y programación de la producción con el fin de identificar sus principales causas y oportunidades de mejora. Para ello, se propone el uso de la metodología DDMRP (Demand Driven Material Requirements Planning), la cual permite gestionar la producción bajo un enfoque basado en la demanda real del sistema, contribuyendo a la reducción de la variabilidad y a la mejora del flujo productivo (Demand Driven Material Requirements Planning, 2016).

Adicionalmente, el uso del sistema WA Solutions como herramienta de apoyo permitirá organizar y analizar la información del proceso productivo, facilitando la visualización de la programación y el análisis de indicadores de desempeño, sin que esto implique el desarrollo o modificación de software dentro del alcance del proyecto.

Por lo anterior, este proyecto se justifica desde una perspectiva académica, operativa y económica, ya que permitirá comprender las causas de la inestabilidad en la planeación de la producción en la empresa Protec y establecer lineamientos de mejora orientados a reducir reprocesos, disminuir reprogramaciones, fortalecer la toma de decisiones y mejorar el

cumplimiento del plan de producción. Asimismo, los resultados obtenidos podrán servir como referencia para otras empresas manufactureras que presenten problemáticas similares relacionadas con variabilidad operativa, dependencia de procesos manuales y dificultades en la gestión de la planeación y programación de la producción.

5. MARCO TEÓRICO

El marco teórico constituye la base conceptual y analítica que sustenta la presente investigación, permitiendo comprender, explicar y contextualizar el problema relacionado con la planeación y programación de la producción en entornos manufactureros. En este sentido, se abordan las principales teorías, modelos y enfoques asociados a la **planeación de la producción** y la **sistematización de la información**, identificadas como variables centrales del estudio.

La planeación de la producción es un proceso fundamental dentro de la gestión de operaciones, ya que permite coordinar los recursos productivos con el fin de satisfacer la demanda de manera eficiente. Sin embargo, en contextos organizacionales donde existe alta dependencia de herramientas manuales, como hojas de cálculo, se presentan problemáticas relacionadas con la inconsistencia de la información, reprocesos y dificultades en la toma de decisiones.

Por lo anterior, este marco teórico integra fundamentos clásicos de la ingeniería industrial con enfoques contemporáneos relacionados con la transformación digital y la implementación de sistemas avanzados de planeación, con el fin de sustentar la solución propuesta en la investigación.

5.1 Fundamentos de la planeación en sistemas productivos

La planeación es una función administrativa esencial que consiste en definir objetivos y establecer los medios necesarios para alcanzarlos. En el contexto de los sistemas productivos, la planeación adquiere un papel estratégico al permitir la coordinación eficiente de recursos como materiales, mano de obra, maquinaria e información.

De acuerdo con Robbins y Coulter (2018), la planeación implica la definición de metas organizacionales y el establecimiento de estrategias para su cumplimiento, lo que permite reducir la incertidumbre y mejorar la toma de decisiones. En el ámbito de la producción, esta función se traduce en la capacidad de anticipar la demanda y organizar los recursos de manera óptima.

Desde la perspectiva de la ingeniería industrial, la planeación de la producción busca equilibrar la capacidad productiva con los requerimientos del mercado. Según Heizer, Render y Munson (2020), una adecuada planeación permite minimizar costos operativos, reducir inventarios innecesarios y mejorar los niveles de servicio al cliente.

No obstante, la complejidad de los sistemas productivos actuales, caracterizados por múltiples variables y restricciones, exige el uso de herramientas que faciliten la gestión de la información. En este sentido, la falta de integración entre los sistemas de información y los procesos de planeación puede generar inconsistencias que afectan directamente el desempeño organizacional.

5.2 Dimensiones y tipos de planeación

La planeación en los sistemas productivos se estructura en diferentes niveles, los cuales permiten abordar la toma de decisiones desde una perspectiva jerárquica. Según Chase, Jacobs y Aquilano (2018), estos niveles se clasifican en:

- **Planeación estratégica:** orientada al largo plazo, define los objetivos generales de la organización y las decisiones relacionadas con la capacidad productiva.
- **Planeación táctica o agregada:** se enfoca en el mediano plazo y establece los niveles de producción, inventarios y fuerza laboral.
- **Planeación operativa:** corresponde al corto plazo y se centra en la programación detallada de las actividades productivas.

La planeación agregada juega un papel fundamental en la coordinación entre la demanda y la capacidad productiva, ya que permite definir estrategias como nivelación de producción, subcontratación o acumulación de inventarios.

Adicionalmente, existen diferentes enfoques de producción que influyen directamente en la planeación, entre los cuales se destacan:

- **Make to Stock (MTS):** producción basada en pronósticos.
- **Make to Order (MTO):** producción bajo pedido.
- **Assemble to Order (ATO):** ensamble bajo pedido.

En el caso de la empresa objeto de estudio, se evidencia una combinación de estos enfoques, lo que incrementa la complejidad del proceso de planeación, especialmente en la gestión de la demanda y la asignación de recursos.

5.3 Planeación de la producción en entornos manufactureros

La planeación de la producción en entornos manufactureros implica la coordinación de múltiples procesos interdependientes, tales como abastecimiento de materiales, producción, almacenamiento y distribución. Según Slack, Brandon-Jones y Johnston (2022), este proceso requiere una adecuada gestión del flujo de información para garantizar la sincronización entre las diferentes áreas de la organización.

Uno de los principales desafíos en la planeación de la producción es la variabilidad de la demanda, la cual puede generar desviaciones en los planes establecidos. En este contexto, la capacidad de respuesta ante cambios en los pedidos se convierte en un factor crítico de éxito.

Diversos estudios han demostrado que las empresas manufactureras que carecen de sistemas integrados de planeación presentan mayores niveles de reprocesos y retrasos en la producción. Según Christopher (2016), la falta de integración de la información dentro de la cadena de suministro genera inconsistencias operativas que afectan la coordinación de inventarios, producción y distribución, impactando directamente la toma de decisiones organizacionales.

En la empresa Protec, gran parte de la planeación de la producción se desarrolla mediante múltiples archivos de Excel. Esta forma de gestión dificulta la actualización oportuna de la información, incrementa el riesgo de errores y favorece la aparición de reprocesos y reprogramaciones durante la ejecución del plan de producción.

5.4 Planeación de requerimientos de materiales (MRP)

El MRP (Material Requirements Planning) es uno de los sistemas más relevantes en la gestión de la producción, ya que permite planificar los requerimientos de materiales en función

de la demanda. Este sistema fue desarrollado en la década de 1960 como una evolución de los métodos tradicionales de control de inventarios.

Según Orlicky (1975), el MRP tiene como objetivo responder tres preguntas fundamentales: qué se necesita, cuánto se necesita y cuándo se necesita. Para ello, utiliza como base la lista de materiales (BOM), el plan maestro de producción y los registros de inventario.

El MRP permite descomponer la demanda de productos finales en sus componentes, facilitando la planificación de los insumos necesarios para la producción. Sin embargo, su efectividad depende de la precisión de la información utilizada.

Diversos estudios relacionados con sistemas MRP han demostrado que su implementación en empresas manufactureras contribuye a mejorar la programación de la producción y optimizar la gestión de inventarios. Según Vollmann, Berry, Whybark y Jacobs (2005), los sistemas de planeación de requerimientos de materiales permiten mejorar la coordinación de insumos, reducir excesos de inventario y aumentar la confiabilidad de la información utilizada en la planeación productiva.

No obstante, cuando el MRP se ejecuta mediante herramientas manuales o no integradas, como hojas de cálculo, se incrementa el riesgo de errores en la información, lo que limita su efectividad. Esta situación es evidente en la empresa objeto de estudio, donde la dependencia de Excel afecta la confiabilidad de los datos utilizados en la planeación.

5.5 Sistemas ERP (Enterprise Resource Planning)

Los sistemas ERP (Enterprise Resource Planning) representan una evolución en la gestión de la información empresarial, al permitir la integración de los diferentes procesos organizacionales en una única plataforma. Estos sistemas surgen como respuesta a la necesidad

de centralizar la información y mejorar la coordinación entre áreas como producción, inventarios, compras y ventas.

De acuerdo con Laudon y Laudon (2016), los ERP permiten eliminar la fragmentación de la información, facilitando la toma de decisiones en tiempo real y mejorando la eficiencia operativa. En el contexto de la planeación de la producción, estos sistemas proporcionan datos confiables que sirven como base para herramientas como el MRP.

Sin embargo, uno de los principales problemas en la implementación de sistemas ERP es la falta de alineación entre la tecnología y los procesos organizacionales. En muchas empresas, aunque se cuenta con un ERP, la información es extraída y manipulada en herramientas externas como Excel, lo que genera pérdida de integridad en los datos.

Kumar y Gupta (2020) evidencian que en empresas manufactureras del sector automotriz, la correcta implementación de ERP permitió mejorar la trazabilidad de la información y reducir errores en la planeación. No obstante, cuando los procesos no están completamente integrados al sistema, los beneficios del ERP se ven limitados.

En el caso de la empresa Protec, aunque se cuenta con el sistema ERP SIESA, gran parte de la planeación se realiza de manera externa mediante archivos de Excel, lo que genera inconsistencias en la información y afecta la confiabilidad de los datos utilizados para la toma de decisiones.

5.6 Sistemas avanzados de planeación (APS) y herramientas tecnológicas (WA Solutions)

Los sistemas avanzados de planeación (APS, Advanced Planning Systems) surgen como una solución a las limitaciones de los sistemas tradicionales como el MRP, especialmente en

entornos productivos complejos. Estos sistemas permiten integrar múltiples variables como capacidad, inventarios, restricciones operativas y demanda en tiempo real.

Según Stadtler (2005), los APS utilizan modelos matemáticos y algoritmos de optimización para generar planes de producción más precisos y flexibles, lo que permite mejorar la sincronización entre las diferentes etapas del proceso productivo.

En estudios relacionados con sistemas avanzados de planeación, se ha evidenciado que la implementación de herramientas APS en empresas manufactureras permite mejorar la sincronización de los procesos productivos y optimizar la utilización de recursos. Según Stadtler (2005), los sistemas APS utilizan modelos matemáticos y algoritmos de optimización que contribuyen a reducir reprogramaciones, mejorar la capacidad de respuesta y fortalecer la eficiencia operativa en entornos productivos complejos.

En este escenario, herramientas como WA Solutions ofrecen una alternativa para fortalecer la planeación y programación de la producción mediante la automatización de actividades que tradicionalmente se realizan de forma manual. Su capacidad para integrar información proveniente de diferentes fuentes facilita el seguimiento del proceso productivo y proporciona un mayor soporte para la toma de decisiones.

Es importante resaltar que WA Solutions no es la única herramienta en el mercado que aborda esta problemática. Existen otras soluciones similares dentro de los sistemas APS, lo que evidencia que la necesidad de mejorar la planeación de la producción mediante herramientas tecnológicas es una tendencia generalizada en la industria.

En el caso de la empresa Protec, la implementación de este tipo de herramientas representa una oportunidad para reducir la dependencia de Excel, mejorar la integración de la información y optimizar la programación de la producción.

WA Solutions se enmarca dentro de este tipo de herramientas, permitiendo automatizar la planeación y reducir la dependencia de procesos manuales. No obstante, este tipo de soluciones no es exclusivo de una sola empresa, ya que existen alternativas similares en el mercado como SAP APO u Oracle APS, lo que demuestra que la problemática abordada es común en diferentes industrias.

5.7 Gestión de inventarios y listas de materiales (BOM)

La gestión de inventarios es un elemento clave en la planeación de la producción, puesto que garantiza la disponibilidad de materiales necesarios para cumplir con la demanda. Según Chopra y Meindl (2016), una adecuada gestión de inventarios permite equilibrar los costos de almacenamiento con el nivel de servicio al cliente.

Las listas de materiales (BOM, Bill of Materials) constituyen una herramienta fundamental en este proceso, ya que permiten descomponer los productos en sus componentes y establecer las cantidades requeridas de cada uno de ellos.

No obstante, la precisión de las BOM es significativo para el correcto funcionamiento del MRP. Errores en estas estructuras pueden generar problemas como desabastecimiento, sobreproducción o reprocesos.

En entornos donde la información es gestionada manualmente, como en hojas de cálculo, se incrementa el riesgo de inconsistencias. En la empresa Protec, la explosión de materiales se

realiza mediante archivos de Excel, lo que limita la capacidad de actualización en tiempo real y aumenta la probabilidad de errores en la planeación.

5.8 Programación de la producción

La programación de la producción es el proceso mediante el cual se asignan tareas a recursos específicos en un horizonte de corto plazo. Según Slack et al. (2022), este proceso busca optimizar el uso de los recursos disponibles y garantizar el cumplimiento de los tiempos de entrega.

Herramientas como los diagramas de Gantt permiten visualizar la secuencia de actividades y facilitar la programación de la producción. Sin embargo, en entornos complejos, estas herramientas pueden resultar insuficientes si no están integradas con sistemas de información.

En sistemas manufactureros, la programación de la producción requiere una adecuada coordinación entre recursos, materiales y tiempos de entrega para garantizar la eficiencia operativa. Según Slack, Brandon-Jones y Burgess (2022), la falta de integración y sincronización en la programación puede generar reprogramaciones constantes, retrasos en la producción y disminución en el desempeño operativo.

En el caso de la empresa Protec, la programación se realiza en múltiples archivos de Excel, lo que genera desarticulación en la información y dificulta la actualización de los planes de producción, provocando retrasos y reprocesos.

5.9 Problemáticas en la planeación tradicional: uso de Excel y reprocesos

El uso de herramientas como Excel en procesos complejos de planeación ha sido ampliamente cuestionado en la literatura académica. Según Panko (2015), los errores en hojas de cálculo son frecuentes y pueden tener un impacto significativo en la toma de decisiones, especialmente en modelos complejos.

En el contexto de la planeación de la producción, estos errores pueden traducirse en problemas como mala asignación de recursos, desabastecimiento de materiales y reprogramaciones constantes.

Diversas investigaciones han evidenciado que las organizaciones que dependen de herramientas manuales como hojas de cálculo presentan mayores riesgos de inconsistencias en la información y reprocesos operativos. Según Panko (2015), los errores en modelos basados en Excel son frecuentes en entornos empresariales y pueden afectar significativamente la confiabilidad de los datos utilizados para la toma de decisiones y la planeación de operaciones.

Esta situación es consistente con lo observado en la empresa Protec, donde la gestión de la planeación mediante múltiples archivos de Excel genera errores en la actualización de la información, lo que se traduce en reprocesos y retrasos en la producción.

5.10 Transformación digital en la industria manufacturera

La transformación digital ha adquirido gran relevancia en los sistemas productivos, al permitir la integración de tecnologías que mejoran la eficiencia operativa y la toma de decisiones.

Según Porter y Heppelmann (2015), la digitalización de los procesos productivos permite mejorar la visibilidad de la información, reducir errores humanos y aumentar la capacidad de respuesta ante cambios en el entorno.

En el contexto de la planeación de la producción, la implementación de herramientas digitales permite automatizar procesos, integrar la información y mejorar la precisión de los planes.

En empresas manufactureras, la transformación digital ha permitido reducir tiempos de respuesta, mejorar la programación de la producción y disminuir los niveles de reprocesos. Esto evidencia la importancia de adoptar tecnologías que permitan mejorar la gestión de la información.

5.11 Técnicas y métodos de producción

Las técnicas y métodos de producción constituyen herramientas fundamentales para mejorar la eficiencia de los procesos productivos. Entre las principales técnicas se encuentran los estudios de métodos y tiempos, el balanceo de líneas y la estandarización de procesos.

Según Niebel y Freivalds (2009), los estudios de métodos y tiempos permiten identificar oportunidades de mejora en los procesos, optimizando el uso de los recursos y reduciendo tiempos improductivos.

El balanceo de líneas, por su parte, busca distribuir las tareas de manera equitativa entre los diferentes puestos de trabajo, evitando cuellos de botella y mejorando la productividad.

En la empresa Protec, la ausencia de una aplicación estructurada de estas técnicas limita la capacidad de optimización del sistema productivo, lo que impacta la eficiencia de la planeación y programación.

5.12 Metodología DDMRP en sistemas productivos

El Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP) es una metodología de planificación y gestión de materiales orientada a la demanda, desarrollada con el propósito de mejorar la capacidad de respuesta de los sistemas productivos frente a la variabilidad del mercado. Esta metodología combina elementos del MRP tradicional, Lean Manufacturing y Theory of Constraints (TOC), permitiendo gestionar el flujo de materiales mediante el uso de buffers estratégicos ubicados en puntos críticos de la cadena de suministro (Ptak & Smith, 2016).

A diferencia de los sistemas tradicionales basados únicamente en pronósticos, el DDMRP trabaja a partir de la demanda real del sistema, permitiendo ajustar dinámicamente los niveles de inventario y reducir la propagación de variabilidad dentro del proceso productivo. Su principal objetivo es garantizar la disponibilidad de materiales necesarios para la producción, minimizando simultáneamente excesos de inventario, faltantes y reprocesos.

Dentro de esta metodología, los buffers estratégicos funcionan como mecanismos de protección que permiten absorber fluctuaciones en la demanda, retrasos de suministro o cambios operativos, contribuyendo a mejorar la estabilidad de la planeación y programación de la producción.

Diversos estudios han evidenciado que la implementación de DDMRP permite mejorar la sincronización entre demanda y capacidad productiva, reducir tiempos de respuesta y fortalecer la toma de decisiones en sistemas manufactureros con alta variabilidad operativa.

En el caso de la empresa Protec, la aplicación de esta metodología representa una oportunidad para reducir la dependencia de herramientas manuales y mejorar la estabilidad de la programación de la producción mediante una gestión más dinámica de la demanda.

CONCLUSIÓN GENERAL DEL MARCO TEÓRICO

El análisis de la literatura permitió identificar que una planeación de la producción eficiente depende de la integración de la información, la coordinación de los recursos y el uso de herramientas que faciliten la toma de decisiones. Los aportes revisados muestran que tecnologías como los sistemas MRP, ERP y APS contribuyen a mejorar la gestión de los procesos productivos, reducir errores y aumentar la capacidad de respuesta frente a las variaciones de la demanda.

En el caso de la empresa Protec, la revisión teórica respalda la necesidad de disminuir la dependencia de herramientas manuales como Excel y avanzar hacia soluciones que favorezcan una mayor integración de la información. Desde esta perspectiva, WA Solutions y la metodología DDMRP constituyen una base técnica y conceptual para fortalecer la planeación y programación de la producción, en concordancia con la problemática identificada durante la investigación.

5.12.1 Programación de la producción

La programación de la producción consiste en la asignación específica de tareas en el tiempo, determinando cuándo y en qué secuencia deben ejecutarse las operaciones productivas (Chase, Jacobs & Aquilano, 2018). Esta permite garantizar un flujo continuo en el sistema y el uso adecuado de los recursos.

En Protec, la programación se realiza mediante múltiples archivos en Excel para procesos como inyección, ensamble y decoración. Esta fragmentación de la información dificulta la sincronización entre áreas, generando ajustes constantes y reprocesos en la operación.

5.12.2 Reprocesos

Los reprocesos son actividades adicionales que se realizan para corregir errores en el proceso productivo, generando sobrecostos, retrasos y pérdida de eficiencia (Slack, Brandon-Jones & Burgess, 2022). Estos suelen originarse por fallas en la información o en la planeación.

En la empresa Protec, los reprocesos están asociados principalmente a cambios en la programación derivados de inconsistencias en los pedidos, inventarios y listas de materiales, lo que obliga a realizar ajustes frecuentes en la producción.

5.12.3 Reprogramación

La reprogramación hace referencia a la modificación de los planes de producción inicialmente establecidos, como consecuencia de cambios en la demanda, disponibilidad de recursos o errores en la planeación.

En el contexto de Protec, las reprogramaciones son frecuentes debido a la falta de integración de la información y a la actualización tardía de datos, llegando a presentarse múltiples ajustes diarios que afectan la estabilidad del sistema productivo.

5.12.4 Lista de materiales (BOM)

La lista de materiales (Bill of Materials - BOM) es un documento estructurado que contiene todos los componentes necesarios para fabricar un producto (Vollmann et al., 2005). Es fundamental para la planificación de requerimientos de materiales.

En Protec, la BOM se gestiona a través de archivos en Excel, donde se realiza la explosión de materiales. Sin embargo, los cambios no actualizados oportunamente generan errores en la planeación, impactando la disponibilidad de insumos y la ejecución del proceso productivo.

5.12.5 Inventario buffer

El inventario buffer, también conocido como inventario de seguridad, se define como la cantidad adicional de materiales o productos que una organización mantiene con el fin de protegerse frente a la incertidumbre en la demanda, variaciones en los tiempos de suministro o posibles fallas en el proceso productivo. Según Chopra y Meindl (2016), este tipo de inventario permite absorber fluctuaciones y garantizar la continuidad de las operaciones, evitando interrupciones en la producción o incumplimientos en las entregas.

En sistemas productivos, el inventario buffer cumple una función estratégica al actuar como un mecanismo de amortiguación entre las diferentes etapas del proceso, especialmente en entornos donde existen restricciones de capacidad o variabilidad en la información. Su adecuada gestión permite mejorar el nivel de servicio al cliente y reducir el impacto de eventos inesperados.

En el contexto de la empresa objeto de estudio, el inventario buffer adquiere una relevancia significativa debido a las inconsistencias en la información derivadas del uso de herramientas como Excel y la falta de integración en tiempo real con el sistema ERP. Estas condiciones generan incertidumbre en los niveles reales de inventario, lo que puede ocasionar faltantes de materiales o sobreestimaciones en la planeación. En este sentido, la implementación de un inventario buffer controlado puede contribuir a mitigar los riesgos asociados a errores en la programación y a mejorar la estabilidad del proceso productivo.

No obstante, es importante señalar que un manejo inadecuado del inventario buffer puede generar costos adicionales por almacenamiento o sobreproducción, por lo que su definición debe basarse en un análisis riguroso de la variabilidad de la demanda y los tiempos de reposición.

5.12.6 Pronóstico de la demanda

El pronóstico de la demanda es la estimación de las cantidades de producto que se requerirán en el futuro, basada en información histórica y pedidos actuales (Chopra & Meindl, 2016).

En Protec, el pronóstico se construye a partir de las REP enviadas por el área comercial, convirtiéndose en la base para la planeación. No obstante, su manejo en Excel limita su actualización en tiempo real.

5.13 Estado del arte

El análisis de antecedentes permite evidenciar que la problemática asociada a la planeación y programación de la producción ha sido abordada en diferentes contextos industriales, especialmente en entornos donde la información no se encuentra integrada y existe alta variabilidad en la demanda. Para el desarrollo de este apartado, se realizó una revisión de literatura en fuentes académicas relacionadas con la gestión de operaciones, sistemas de planeación y metodologías orientadas a la demanda, con el fin de identificar estudios que aborden problemáticas similares y sus respectivas soluciones.

Un estudio realizado en empresas manufactureras evidenció que la falta de sincronización entre la información de inventarios y los planes de producción generaba errores en la programación. Como solución, se implementaron sistemas MRP que permitieron integrar la información del proceso productivo y mejorar la coordinación entre áreas. Los resultados mostraron una mejora en la precisión de la planeación y una reducción en los errores asociados a la gestión de materiales (Wight, 1984).

De igual forma, una investigación en el ámbito de la gestión de operaciones identificó que el uso de herramientas manuales como hojas de cálculo genera inconsistencias en la

información y dificultades en la coordinación de los procesos productivos. Como alternativa, se planteó la implementación de sistemas integrados de planeación que permiten centralizar la información. Los resultados evidenciaron una disminución en los reprocesos y una mayor eficiencia operativa (Chase, Jacobs & Aquilano, 2018).

Asimismo, un estudio enfocado en la gestión de inventarios evidenció que la baja confiabilidad de los datos impacta directamente en la planeación de la producción, generando faltantes de materiales y retrasos en los procesos. Como solución, se propuso la implementación de sistemas con actualización continua de la información. Los resultados reflejaron una reducción en los faltantes y una mayor estabilidad en la programación (Vollmann et al., 2005).

En investigaciones más recientes, se ha evidenciado que los sistemas tradicionales basados en pronósticos presentan limitaciones en entornos con alta variabilidad, generando baja capacidad de respuesta ante cambios en la demanda. Como solución, se ha sugerido la implementación de metodologías como DDMRP, basadas en buffers estratégicos. Los resultados han mostrado reducción en inventarios, disminución de reprocesos y mejora en el flujo productivo (Ptak & Smith, 2016).

Por otra parte, estudios en gestión de la cadena de suministro han demostrado que la falta de integración de la información limita la capacidad de respuesta organizacional. Como solución, se plantea la digitalización de los procesos y el uso de sistemas integrados. Los resultados evidencian mejoras en la toma de decisiones y en la coordinación entre áreas (Christopher, 2016).

Finalmente, la literatura coincide en que la implementación de sistemas integrados de planeación y metodologías orientadas a la demanda permite mejorar la eficiencia operativa,

reducir errores humanos y fortalecer la toma de decisiones en sistemas productivos con alta variabilidad (Heizer, Render & Munson, 2020).

A partir de la revisión de la literatura, se evidencia que múltiples estudios han abordado la problemática de la planeación y programación de la producción desde enfoques como la implementación de sistemas MRP, herramientas integradas de información y metodologías orientadas a la demanda. Aunque la literatura reporta avances importantes en la implementación de sistemas MRP, herramientas integradas de información y metodologías orientadas a la demanda, aún son limitados los estudios desarrollados en empresas donde la planeación continúa dependiendo, en gran medida, de hojas de cálculo y de procesos manuales para gestionar la información. En este tipo de entornos, la falta de integración entre los datos favorece la aparición de reprocesos, reprogramaciones y decisiones basadas en información desactualizada. Frente a este escenario, la presente investigación aporta evidencia desde un caso real, al analizar la aplicación de la metodología DDMRP y del sistema WA Solutions como alternativas para fortalecer la estabilidad de la planeación, disminuir los reprocesos y mejorar la toma de decisiones.

Diversas investigaciones también coinciden en que el uso intensivo de hojas de cálculo en procesos críticos de planeación incrementa el riesgo de errores y afecta la confiabilidad de la información. Panko (2015) explica que los modelos desarrollados en Excel son especialmente vulnerables a inconsistencias cuando soportan procesos complejos, razón por la cual resulta conveniente avanzar hacia sistemas que reduzcan la intervención manual y favorezcan una gestión más integrada de la información.

En sistemas productivos con múltiples restricciones, Stadtler (2005) destaca que los sistemas APS permiten integrar variables como capacidad, inventarios y demanda dentro del

proceso de planeación, favoreciendo una programación más eficiente y una disminución de las reprogramaciones. De manera complementaria, Ivanov et al. (2021) señalan que la digitalización de los procesos productivos incrementa la visibilidad de la información y fortalece la capacidad de respuesta de las organizaciones frente a cambios en la demanda.

En investigaciones más recientes, se ha evidenciado que la digitalización de los procesos productivos permite mejorar la visibilidad de la información y la capacidad de respuesta ante cambios en la demanda. Ivanov et al. (2021) destacan que la integración de sistemas digitales fortalece la resiliencia de la cadena de suministro y mejora la toma de decisiones en entornos dinámicos.

Por otra parte, estudios aplicados en el sector manufacturero han demostrado que la implementación de sistemas integrados de información contribuye a mejorar la coordinación entre áreas y reducir reprocesos. Christopher (2016) evidencian que la centralización de la información permite aumentar la eficiencia operativa y mejorar la confiabilidad de los datos utilizados en la planeación.

Tabla 2. Síntesis del estado del arte

Autor	Sector	Problemática	Herramienta de solución
Wight (1984)	Manufactura	Falta de sincronización entre inventarios y planes de producción	Implementación de sistemas MRP
Chase, Jacobs & Aquilano (2018)	Gestión de operaciones	Uso de hojas de cálculo genera inconsistencias en la información	Sistemas integrados de planeación
Vollmann et al. (2005)	Manufactura	Baja confiabilidad de datos de inventario	Sistemas con actualización continua
Ptak & Smith (2016)	Manufactura	Limitaciones de sistemas basados en pronósticos en entornos variables	Metodología DDMRP (buffers estratégicos)

Christopher (2016)	Cadena de suministro	Falta de integración de la información	Digitalización de procesos
Heizer, Render & Munson (2020)	Gestión de operaciones	Errores en planeación y toma de decisiones	Sistemas integrados de planeación
Panko (2015)	Empresarial	Errores en modelos basados en hojas de cálculo (Excel)	Automatización y reducción de procesos manuales
Stadtler (2005)	Manufactura	Reprogramaciones por múltiples restricciones productivas	Sistemas APS
Ivanov et al. (2021)	Cadena de suministro	Baja capacidad de respuesta ante cambios en la demanda	Sistemas digitales integrados
Laudon & Laudon (2016)	Sistemas de información empresariales	Fragmentación de información y procesos manuales	Sistemas ERP integrados

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 2 presenta una síntesis de los principales antecedentes identificados durante la revisión del estado del arte. En ella se recopilan investigaciones relacionadas con la planeación y programación de la producción, la gestión de inventarios, la metodología DDMRP y la implementación de herramientas tecnológicas orientadas a la mejora de los procesos productivos.

La revisión de estos antecedentes permitió identificar tendencias, enfoques metodológicos y resultados que sirven de soporte para el desarrollo de la presente investigación. Asimismo, proporcionó elementos para sustentar la propuesta de mejora planteada para la empresa Protec, al demostrar que la integración de la información y el uso de herramientas especializadas constituyen alternativas viables para fortalecer la planeación y programación de la producción.

6. Metodología

La metodología describe el procedimiento definido para desarrollar la investigación y dar cumplimiento a los objetivos planteados. En este capítulo se presentan el enfoque, el tipo y el diseño de la investigación, el corte temporal, la población objeto de estudio, las técnicas e

instrumentos de recolección de información, así como el procedimiento previsto para el procesamiento y análisis de los datos. Estos elementos permiten estructurar el desarrollo del estudio y garantizar la coherencia metodológica de la investigación.

6.1 Tipo de investigación

La presente investigación se desarrolla bajo un enfoque mixto, debido a que integra técnicas y herramientas propias de los enfoques cuantitativo y cualitativo, permitiendo una comprensión más amplia y detallada de la problemática estudiada.

El enfoque cuantitativo se orienta al análisis de datos numéricos relacionados con la planeación y programación de la producción, tales como inventarios, capacidad productiva, reprocesos, tiempos de programación y variaciones en la producción. A través de este enfoque se busca medir el impacto de las inconsistencias en la información y evaluar posibles mejoras en el proceso productivo mediante indicadores de desempeño.

Por otro lado, el enfoque cualitativo permite analizar las características del proceso actual de planeación dentro de la organización, evaluando aspectos relacionados con la gestión de la información, las prácticas operativas, la interacción entre áreas y la forma en que se desarrollan las actividades de programación de la producción. Este enfoque permitió comprender las causas de los problemas identificados y analizar la forma en que estos inciden en la operación de la empresa, complementando el análisis cuantitativo con la interpretación de las condiciones reales del proceso.

Según Hernández Sampieri et al. (2014), el enfoque mixto representa un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación, en los cuales se recolectan y analizan datos cuantitativos y cualitativos de manera integrada, con el propósito de obtener una interpretación más completa del fenómeno estudiado. Este tipo de enfoque resulta adecuado en

investigaciones aplicadas al contexto organizacional, debido a que permite complementar el análisis estadístico con la comprensión de los procesos y dinámicas internas de la empresa (Huaca, 2024).

En el caso de la presente investigación, la aplicación del enfoque mixto permite analizar tanto el comportamiento de los datos asociados al proceso de planeación y programación de la producción, como las condiciones operativas que generan reprocesos, errores y reprogramaciones dentro del sistema productivo. De esta manera, se busca establecer una propuesta de mejora basada en herramientas tecnológicas y metodologías orientadas a la demanda, que contribuya a optimizar la gestión de la información y fortalecer la toma de decisiones en la organización

6.2 Nivel de investigación

El nivel de la presente investigación es de tipo descriptivo, debido a que busca identificar, analizar y describir las condiciones actuales del proceso de planeación y programación de la producción dentro de la empresa objeto de estudio.

A través de este nivel de investigación se pretende caracterizar las problemáticas relacionadas con la gestión de la información, los reprocesos, las inconsistencias en inventarios y las reprogramaciones generadas por la dependencia de herramientas manuales como hojas de cálculo. Asimismo, se busca analizar cómo estas condiciones afectan el desempeño operativo y la toma de decisiones dentro del sistema productivo.

Según Hernández Sampieri et al. (2014), los estudios descriptivos tienen como propósito especificar las propiedades, características y perfiles de los fenómenos que se someten a análisis, permitiendo describir tendencias y comportamientos dentro de un contexto determinado (Huaca, 2024).

En este sentido, la investigación no solo permite describir el funcionamiento actual del proceso de planeación y programación de la producción, sino también identificar oportunidades de mejora mediante la implementación de herramientas tecnológicas y metodologías orientadas a la demanda.

6.3 Diseño de investigación

El diseño de la presente investigación es de tipo no experimental, debido a que las variables objeto de estudio no serán manipuladas deliberadamente, sino que se analizarán en su contexto natural dentro de la organización.

La investigación se enfoca en observar y analizar el proceso actual de planeación y programación de la producción tal como se desarrolla en la empresa, identificando las problemáticas relacionadas con la gestión de la información, los reprocesos y las reprogramaciones derivadas de la dependencia de herramientas manuales.

Según Hernández Sampieri et al. (2014), los diseños no experimentales se caracterizan por observar los fenómenos en su ambiente natural para posteriormente analizarlos, sin intervenir o modificar las variables de estudio (Huaca, 2024).

En este sentido, el estudio busca comprender las condiciones actuales del sistema de planeación de la producción y evaluar alternativas de mejora basadas en herramientas tecnológicas y metodologías orientadas a la demanda, sin alterar directamente el comportamiento natural de los procesos organizacionales.

6.4 Corte temporal

La presente investigación presenta un corte temporal de tipo transversal, debido a que el análisis de la información se realizará en un momento específico del tiempo, evaluando las

condiciones actuales del proceso de planeación y programación de la producción dentro de la empresa objeto de estudio.

A través de este enfoque se busca diagnosticar las problemáticas relacionadas con la gestión de la información, los reprocesos y las reprogramaciones presentes en el sistema productivo, con el fin de plantear una propuesta de mejora orientada a optimizar el proceso de planeación.

Según Hernández Sampieri et al. (2014), los estudios transversales recolectan datos en un único momento, permitiendo describir variables y analizar su comportamiento dentro de un contexto determinado (Huaca, 2024).

En este sentido, la investigación se enfoca en analizar el estado actual del proceso productivo y las condiciones operativas existentes al momento del desarrollo del estudio.

6.5 Universo de estudio

El universo de estudio de la presente investigación corresponde al sistema de planeación y programación de la producción de la empresa Protec, incluyendo los procesos relacionados con la gestión de la información, programación de la producción, administración de inventarios y abastecimiento de materiales.

Asimismo, el estudio contempla la interacción entre las diferentes áreas involucradas en el flujo de información y toma de decisiones dentro del proceso productivo, con el fin de analizar las problemáticas asociadas a reprocesos, inconsistencias en inventarios y reprogramaciones.

6.6 Población

La población objeto de estudio está conformada por las áreas directamente relacionadas con el proceso de planeación y programación de la producción dentro de la organización, específicamente las áreas de planeación, producción, inventarios y Producción, debido a que

estas participan activamente en la gestión de la información y ejecución de las actividades productivas.

6.7 Muestra

La muestra de la investigación corresponde al personal, documentos y procesos relacionados directamente con las actividades de planeación y programación de la producción, incluyendo reportes del sistema ERP SIESA, archivos de Excel utilizados en la programación y registros asociados a inventarios, reprocesos y reprogramaciones.

La selección de la muestra se realiza mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, debido a que se consideran aquellos elementos que poseen información relevante para el análisis de la problemática estudiada.

No se emplea cálculo estadístico de muestreo, ya que la investigación se desarrolla sobre procesos organizacionales específicos y no sobre una población estadística de carácter masivo.

6.8 Definición de variables e indicadores

Las variables de investigación representan los elementos principales que intervienen dentro del estudio y permiten analizar el impacto de la propuesta de mejora sobre el proceso de planeación y programación de la producción. Asimismo, los indicadores permiten medir el comportamiento y desempeño de dichas variables dentro del contexto organizacional.

Tabla 3. Variables e indicadores

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN	INDICADORES
Implementación de WA Solutions y metodología DDMRP	Independiente	Corresponde a la aplicación de herramientas tecnológicas y metodologías orientadas a la demanda, enfocadas	Nivel de integración de información, Automatización de procesos, Actualización en tiempo real

		en mejorar la integración de la información y la planeación de la producción.	
Planeación y programación de la producción	Dependiente	Hace referencia al proceso mediante el cual se gestionan los recursos, inventarios y actividades productivas para cumplir con la demanda de la organización.	Número de reprocesos, Cantidad de reprogramaciones, Cumplimiento del plan de producción, Tiempo de respuesta ante cambios, Confiabilidad de la información

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 3 presenta las variables e indicadores definidos para el desarrollo de la investigación. En ella se presentan las variables independiente y dependiente, junto con los indicadores definidos para evaluar el comportamiento del proceso de planeación y programación de la producción. Estos elementos sirvieron como base para orientar la recolección y el análisis de la información, facilitando la evaluación de aspectos relacionados con la integración de la información, la automatización de procesos, los reprocesos, las reprogramaciones y el cumplimiento del plan de producción.

6.9 Técnicas e instrumentos de recolección de información

Para el desarrollo de la presente investigación se emplearán diferentes técnicas e instrumentos de recolección de información, los cuales permitirán obtener datos relacionados con el proceso de planeación y programación de la producción dentro de la empresa objeto de estudio.

Según Hernández Sampieri et al. (2014), las técnicas de recolección de información corresponden a los procedimientos utilizados para obtener datos relevantes del fenómeno

estudiado, permitiendo posteriormente su análisis e interpretación dentro del proceso investigativo (Huaca, 2024).

Tabla 4. Técnicas e instrumentos de recolección de información

TÉCNICA	INSTRUMENTO	DESCRIPCIÓN
Observación directa	Registro de observación	Análisis del proceso actual de planeación y programación de la producción dentro de la empresa.
Revisión documental	Archivos Excel y reportes ERP (SIESA)	Revisión de información histórica relacionada con producción, inventarios y programación.
Análisis de datos	Bases de datos e indicadores de gestión	Evaluación de reprocesos, inconsistencias y comportamiento de la información utilizada en planeación.
Análisis comparativo	KPI e indicadores de desempeño	Comparación entre el proceso actual y la propuesta de mejora planteada.
Simulación de escenarios	Herramientas de análisis y programación	Evaluación del impacto de la implementación de WA Solutions y DDMRP en el proceso productivo.

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 4 evidencia que la investigación se apoyó principalmente en técnicas de observación directa y revisión documental, permitiendo analizar el proceso de planeación desde su ejecución real dentro de la empresa. Asimismo, la utilización de indicadores productivos facilitó la identificación de las principales causas de reprocesos y reprogramaciones, aportando información relevante para la construcción de la propuesta de mejora.

6.10 Procesamiento y análisis de información

La información recolectada durante el desarrollo de la investigación será organizada, clasificada y analizada con el propósito de identificar las principales problemáticas asociadas al proceso de planeación y programación de la producción dentro de la empresa Protec.

Inicialmente, se realizará la recopilación de información proveniente de los archivos de Excel utilizados en la programación de la producción, de los reportes del sistema ERP SIESA y

de los registros operativos relacionados con inventarios, reprocesos, tiempos de programación y reprogramaciones. Posteriormente, la información será organizada y consolidada para facilitar su análisis e identificar patrones, fallas operativas y oportunidades de mejora dentro del proceso de planeación de la producción.

A partir de la información recopilada, se efectuará un análisis descriptivo y comparativo considerando variables como el cumplimiento de la programación, la confiabilidad de los inventarios, la capacidad de respuesta y la generación de reprocesos. Para complementar este análisis se emplearán indicadores de desempeño (KPI), los cuales permitirán evaluar el impacto de la propuesta basada en WA Solutions y la metodología DDMRP.

Finalmente, la información obtenida servirá como base para formular las conclusiones y recomendaciones de la investigación, orientadas al fortalecimiento del proceso de planeación y programación de la producción y al apoyo de la toma de decisiones dentro de la organización.

6.11 Relación entre objetivos, actividades, herramientas y entregables

Con el fin de dar cumplimiento a los objetivos específicos planteados en la investigación, se establecen las siguientes actividades, herramientas y entregables, los cuales permiten estructurar de manera organizada el desarrollo metodológico del proyecto y orientar el proceso de análisis y propuesta de mejora dentro de la organización.

Tabla 5. Relación entre objetivos, actividades, herramientas y entregables

FASE	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES	HERRAMIENTAS	ENTREGABLES

Diagnóstico	Caracterizar el proceso actual de planeación y programación de la producción en la empresa Protec, mediante el análisis de los flujos de información y herramientas utilizadas, para identificar las principales limitaciones operativas del proceso.	* Observación del proceso actual de planeación. * Revisión de archivos Excel y ERP SIESA. * Análisis de flujos de información y limitaciones operativas.	*ERP SIESA. *Archivos Excel. *Formatos de observación. *Diagramas de flujo.	Diagnóstico del proceso actual de planeación y programación de la producción.
Análisis	Analizar las causas asociadas a reprocesos, reprogramaciones y ajustes manuales en la planeación de la producción, mediante el estudio de los cambios operativos y del comportamiento de los indicadores productivos, para establecer oportunidades de mejora en el proceso.	* Revisión de indicadores productivos. * Análisis de reprocesos y reprogramaciones. * Identificación de inconsistencias en la información y cambios operativos.	*KPI de producción. *Excel. *Bases de datos. *Diagramas causa-efecto.	Informe de análisis de causas y oportunidades de mejora.
Evaluación	Evaluar la aplicación de la metodología DDMRP con apoyo del sistema WA Solutions en el proceso de planeación de la producción, para medir su contribución en la reducción de ajustes manuales y el fortalecimiento de la toma de decisiones.	* Evaluación de la metodología DDMRP. * Análisis del uso de WA Solutions. * Comparación entre condiciones actuales y esperadas del proceso.	*Metodología DDMRP. *WA Solutions. *Excel. *Indicadores de desempeño.	Evaluación de la aplicación de DDMRP y WA Solutions en la planeación de la producción.
Propuesta de mejora	Proponer lineamientos de mejora para la planeación y programación de la producción en la empresa Protec, orientados a mejorar el cumplimiento del plan de producción y reducir reprocesos y reprogramaciones en el proceso productivo.	* Diseño de lineamientos de mejora. * Definición de estrategias de planeación. * Estructuración de propuesta final.	Herramientas de análisis. *Indicadores KPI. *Diagramas de procesos. *WA Solutions.	Propuesta de mejora para la planeación y programación de la producción.

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 5 muestra la relación entre los objetivos específicos, las actividades desarrolladas, las herramientas utilizadas y los entregables definidos para la investigación. La organización secuencial de las actividades permitió desarrollar cada etapa de la investigación de forma ordenada, de manera que los resultados obtenidos en una fase sirvieran como soporte para la

siguiente. Esta estructura facilitó el seguimiento del proyecto y contribuyó al cumplimiento de los objetivos planteados.

6.12 Cronograma de actividades

El cronograma de actividades establece la distribución temporal de las actividades previstas para el desarrollo de la investigación, de acuerdo con el tiempo definido para la ejecución del proyecto. A través de este instrumento se distribuyen las diferentes actividades necesarias para el cumplimiento de los objetivos planteados, facilitando el seguimiento y control del avance de la investigación.

Tabla 6. Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4
Formulación del problema y definición de objetivos	X			
Revisión bibliográfica y construcción del marco teórico	X	X		
Elaboración del estado del arte y marco conceptual	X	X		
Diagnóstico del proceso actual de planeación y programación		X		
Recolección de información (Excel, ERP SIESA e indicadores)		X	X	
Análisis de la información y detección de problemáticas			X	
Diseño de la propuesta de mejora (WA Solutions y DDMRP)			X	
Evaluación y análisis de resultados				X
Elaboración de conclusiones y recomendaciones				X

Entrega del informe final				X

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 6 evidencia la distribución temporal de las actividades desarrolladas durante la investigación. Se observa que las diferentes etapas fueron organizadas de manera secuencial, permitiendo avanzar desde la caracterización del proceso hasta la formulación de los lineamientos y estrategias planteadas. Esta programación facilitó el seguimiento de las actividades y el cumplimiento de los tiempos establecidos para el desarrollo del proyecto.

7. RESULTADOS

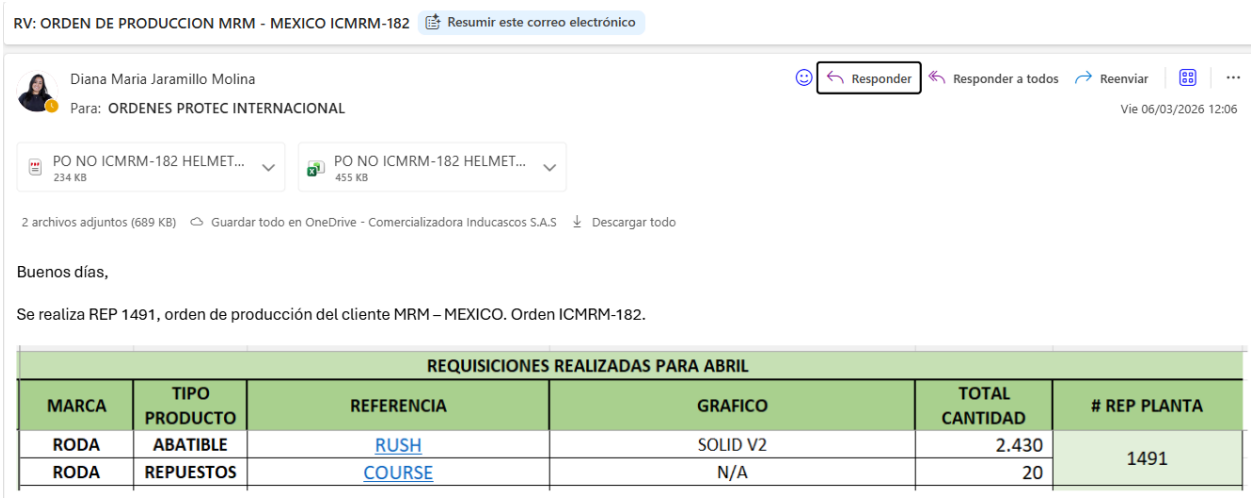
7.1 Diagnostico: Caracterización del proceso actual de planeación y programación de la producción

Con el fin de dar cumplimiento al primer objetivo específico de la investigación, se realizó la caracterización del proceso actual de planeación y programación de la producción en la empresa Protec, mediante la observación directa de las actividades desarrolladas por el área de planeación, la revisión de los archivos utilizados para la programación y el análisis de los flujos de información empleados durante el proceso.

Inicialmente, se identificó que la planeación de la producción inicia con la recepción de los pedidos enviados por el cliente Inducascos a través de correo electrónico. Cada pedido contiene las referencias, cantidades requeridas y fechas de entrega necesarias para la programación de la producción.

7.1.1 Observación del proceso actual de planeación.

Ilustración 5. Correo electrónico de recepción de pedidos enviado por Inducascos



RV: ORDEN DE PRODUCCION MRM - MEXICO ICMRM-182 — Resumir este correo electrónico

Diana Maria Jaramillo Molina
Para: ORDENES PROTEC INTERNACIONAL

Responder | Responder a todos | Reenviar
Vie 06/03/2026 12:06

PO NO ICMRM-182 HELMET... 234 KB
PO NO ICMRM-182 HELMET... 455 KB

2 archivos adjuntos (689 KB) Guardar todo en OneDrive - Comercializadora Inducascos S.A.S Descargar todo

Buenos días,

Se realiza REP 1491, orden de producción del cliente MRM – MEXICO. Orden ICMRM-182.

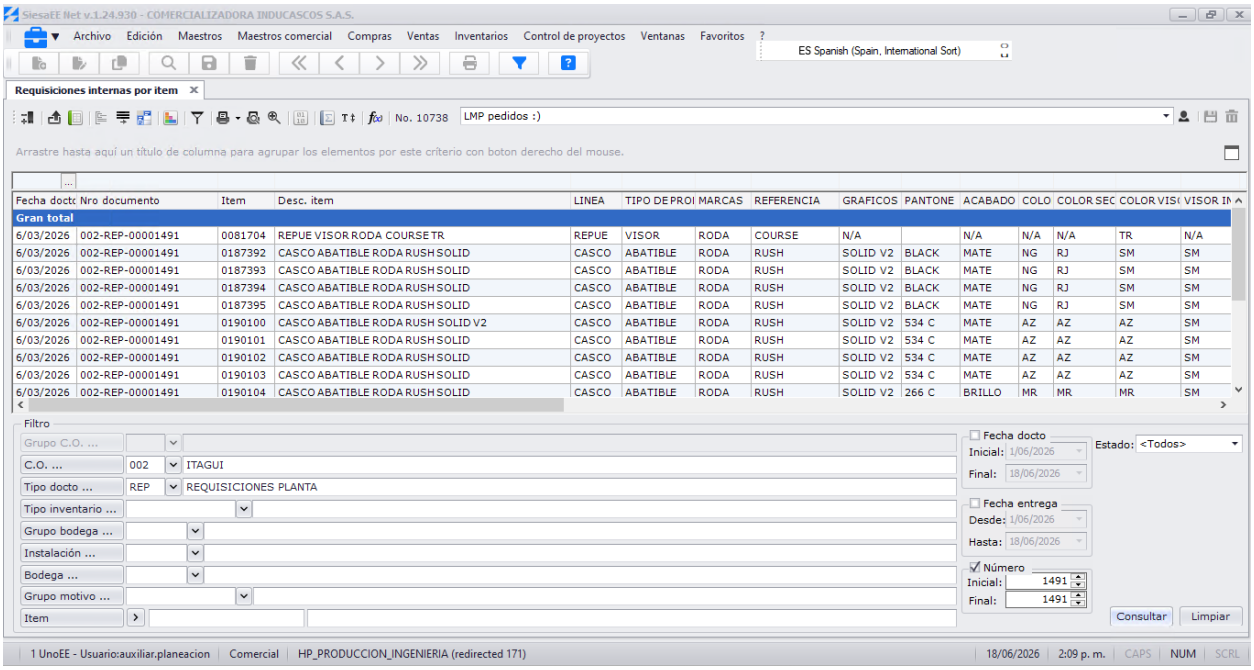
REQUISICIONES REALIZADAS PARA ABRIL					
MARCA	TIPO PRODUCTO	REFERENCIA	GRAFICO	TOTAL CANTIDAD	# REP PLANTA
RODA	ABATIBLE	RUSH	SOLID V2	2.430	1491
RODA	REPUESTOS	COURSE	N/A	20	

Fuente: Información suministrada por la empresa Protec.

La Figura 5 muestra un ejemplo de los pedidos recibidos por el área de planeación, los cuales contienen la información necesaria para la generación de los requerimientos de producción.

Posteriormente, el área de planeación consulta en el sistema ERP SIESA el número de REP asociado a cada pedido y descarga la información correspondiente.

Ilustración 6. Consulta de requisiciones de producción (REP) en el sistema SIESA



SiesaEE Net v.1.24.930 - COMERCIALIZADORA INDUCASCOS S.A.S.

Archivo Edición Maestros Maestros comercial Compras Ventas Inventarios Control de proyectos Ventanas Favoritos ?

ES Spanish (Spain, International Sort)

Requisiciones internas por item

No. 10738 LMP pedidos :)

Arrastre hasta aquí un título de columna para agrupar los elementos por este criterio con boton derecho del mouse.

Fecha docto	Nro documento	Item	Desc. item	LINEA	TIPO DE PROI	MARCAS	REFERENCIA	GRAFICOS	PANTONE	ACABADO	COLO	COLOR SEC	COLOR VIS	VISOR IN
Gran total														
6/03/2026	002-REP-00001491	0081704	REPUE VISOR RODA COURSE TR	REPUE	VISOR	RODA	COURSE	N/A		N/A	N/A	N/A	TR	N/A
6/03/2026	002-REP-00001491	0187392	CASCO ABATIBLE RODA RUSH SOLID	CASCO	ABATIBLE	RODA	RUSH	SOLID V2	BLACK	MATE	NG	RJ	SM	SM
6/03/2026	002-REP-00001491	0187393	CASCO ABATIBLE RODA RUSH SOLID	CASCO	ABATIBLE	RODA	RUSH	SOLID V2	BLACK	MATE	NG	RJ	SM	SM
6/03/2026	002-REP-00001491	0187394	CASCO ABATIBLE RODA RUSH SOLID	CASCO	ABATIBLE	RODA	RUSH	SOLID V2	BLACK	MATE	NG	RJ	SM	SM
6/03/2026	002-REP-00001491	0187395	CASCO ABATIBLE RODA RUSH SOLID	CASCO	ABATIBLE	RODA	RUSH	SOLID V2	BLACK	MATE	NG	RJ	SM	SM
6/03/2026	002-REP-00001491	0190100	CASCO ABATIBLE RODA RUSH SOLID V2	CASCO	ABATIBLE	RODA	RUSH	SOLID V2	534 C	MATE	AZ	AZ	AZ	SM
6/03/2026	002-REP-00001491	0190101	CASCO ABATIBLE RODA RUSH SOLID	CASCO	ABATIBLE	RODA	RUSH	SOLID V2	534 C	MATE	AZ	AZ	AZ	SM
6/03/2026	002-REP-00001491	0190102	CASCO ABATIBLE RODA RUSH SOLID	CASCO	ABATIBLE	RODA	RUSH	SOLID V2	534 C	MATE	AZ	AZ	AZ	SM
6/03/2026	002-REP-00001491	0190103	CASCO ABATIBLE RODA RUSH SOLID	CASCO	ABATIBLE	RODA	RUSH	SOLID V2	534 C	MATE	AZ	AZ	AZ	SM
6/03/2026	002-REP-00001491	0190104	CASCO ABATIBLE RODA RUSH SOLID	CASCO	ABATIBLE	RODA	RUSH	SOLID V2	266 C	BRILLO	MR	MR	MR	SM

Filtro

Grupo C.O. ...
C.O. ... 002 ITAGUI
Tipo docto ... REP REQUISICIONES PLANTA
Tipo inventario ...
Grupo bodega ...
Instalación ...
Bodega ...
Grupo motivo ...
Item

Fecha docto Inicial: 1/06/2026 Final: 18/06/2026
Estado: <Todos>
Fecha entrega Desde: 1/06/2026 Hasta: 18/06/2026
Número Inicial: 1491 Final: 1491
Consultar Limpiar

1 UnoEE - Usuario:auxiliar.planeacion | Comercial | HP_PRODUCCION_INGENIERIA (redirected 171) | 18/06/2026 | 2:09 p. m. | CAPS | NUM | SCRL

Fuente: Sistema ERP SIESA – Protec.

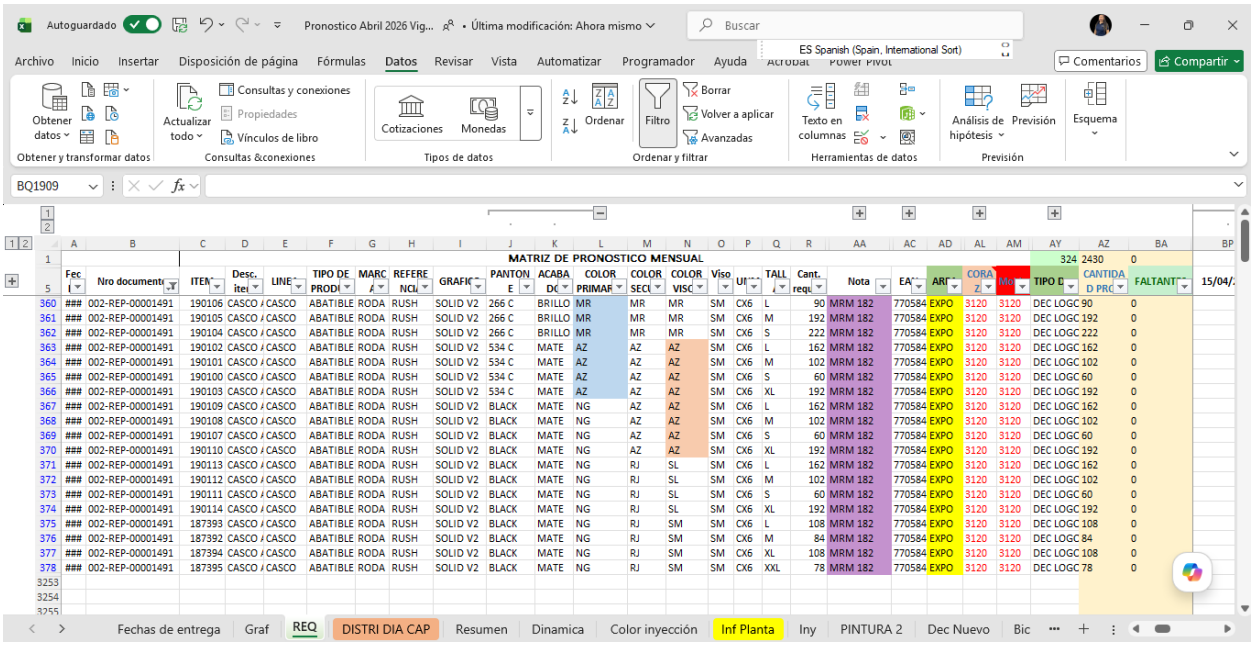
La Figura 6 presenta la consulta realizada en el sistema ERP SIESA para obtener la información asociada a las requisiciones de producción enviadas por el cliente.

Una vez obtenidos los datos, estos son trasladados a una matriz de pronóstico desarrollada en Microsoft Excel, la cual constituye la principal herramienta de planeación utilizada por la organización.

7.1.2 Revisión de archivos Excel y ERP SIESA

Con el fin de identificar las herramientas utilizadas durante la planeación y programación de la producción, se realizó la revisión de los archivos Excel y del sistema ERP SIESA empleados por el área de planeación. Esta actividad permitió identificar las principales fuentes de información utilizadas para la generación de los programas de producción y el seguimiento de los requerimientos operativos.

Ilustración 7. Matriz de pronóstico utilizada para la planeación de la producción.



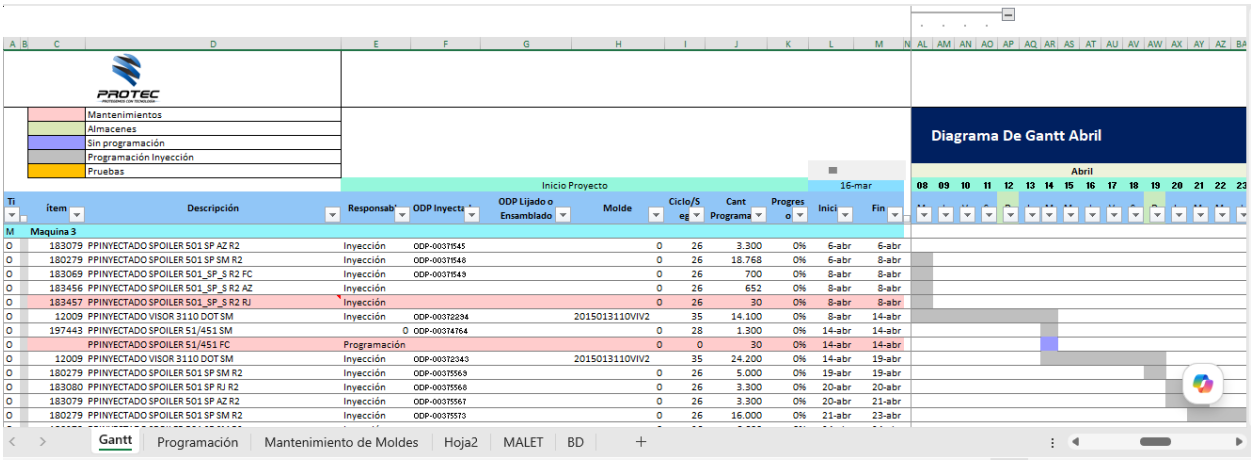
Fuente: Área de Planeación – Protec.

La Figura 7 evidencia la importancia de la matriz de pronóstico dentro del proceso de planeación de la producción. En esta herramienta se consolida la información de los pedidos obtenidos desde SIESA y se establecen las cantidades requeridas para cada referencia, convirtiéndose en la base para la generación de las programaciones de inyección, impresión gráfica, decoración, pintura y ensamble. Asimismo, la matriz sirve como insumo para las actividades de abastecimiento de materias primas y productos tercerizados, permitiendo coordinar los requerimientos necesarios para el cumplimiento de la producción programada.

La matriz de pronóstico consolida la información proveniente de los pedidos y constituye la base para la generación de las diferentes programaciones utilizadas por la organización.

A partir de ella se construye el Gantt de inyección, la programación de impresión gráfica y las programaciones diarias de los procesos de decoración, pintura y ensamble. Asimismo, esta información es utilizada por las áreas de abastecimiento y compras para gestionar la disponibilidad de materias primas y productos tercerizados requeridos para la producción.

Ilustración 8. Gantt de programación de inyección.



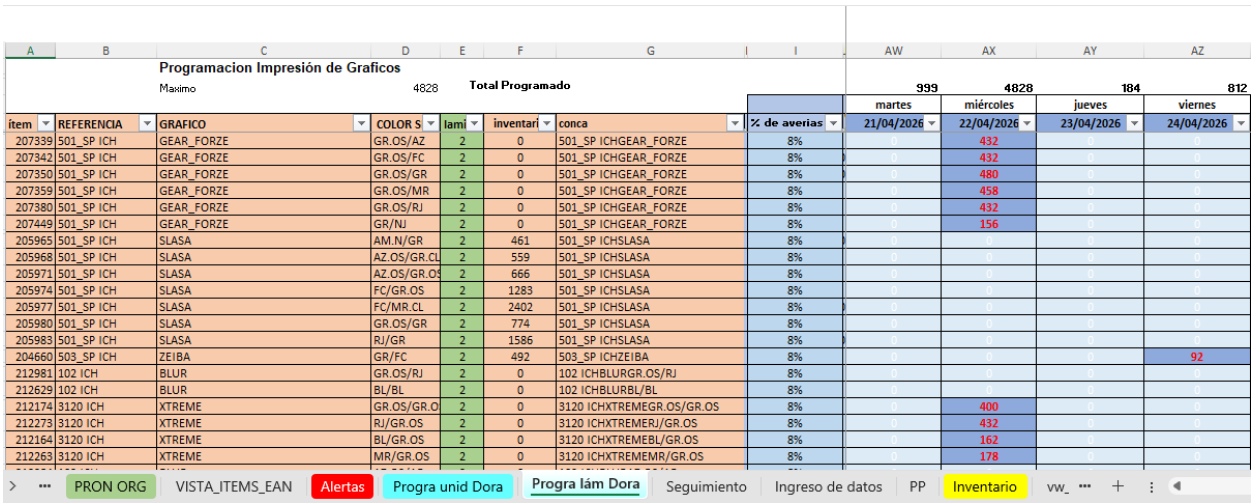
Fuente: Área de Planeación – Protec.

La Figura 8 muestra el Gantt de programación de inyección utilizado para organizar la producción de las diferentes referencias de cascos. A través de esta herramienta se visualizan las fechas de fabricación, la asignación de recursos y la secuencia de producción requerida para atender los pedidos programados. Se observa que la programación de inyección constituye una actividad fundamental dentro del proceso productivo, debido a que los productos fabricados en esta etapa deben estar disponibles oportunamente para los procesos posteriores de decoración, pintura y ensamble. Por esta razón, cualquier modificación en las prioridades de producción puede generar ajustes en la programación y afectar la continuidad del flujo productivo.

La programación de inyección constituye uno de los principales productos intermedios gestionados por el área de planeación, debido a que las piezas inyectadas deben estar disponibles oportunamente para alimentar los procesos posteriores de decoración, pintura y ensamble.

De manera paralela, la matriz de pronóstico permite generar la programación de impresión gráfica. Este proceso resulta crucial dentro de la cadena productiva, ya que los gráficos deben estar disponibles antes del inicio de las actividades de decoración.

Ilustración 9. Programación impresión de gráficos.



Programacion Impresión de Graficos

Maximo 4828 Total Programado

								AW	AX	AY	AZ
								999	4828	184	812
								martes	miércoles	jueves	viernes
item	REFERENCIA	GRAFICO	COLOR S	lami	inventari	conca	% de averias	21/04/2026	22/04/2026	23/04/2026	24/04/2026
207339	501_SP ICH	GEAR_FORZE	GR.OS/AZ	2	0	501_SP ICHGEAR_FORZE	8%	0	432	0	0
207342	501_SP ICH	GEAR_FORZE	GR.OS/FC	2	0	501_SP ICHGEAR_FORZE	8%	0	432	0	0
207350	501_SP ICH	GEAR_FORZE	GR.OS/GR	2	0	501_SP ICHGEAR_FORZE	8%	0	480	0	0
207359	501_SP ICH	GEAR_FORZE	GR.OS/MR	2	0	501_SP ICHGEAR_FORZE	8%	0	458	0	0
207380	501_SP ICH	GEAR_FORZE	GR.OS/RJ	2	0	501_SP ICHGEAR_FORZE	8%	0	432	0	0
207449	501_SP ICH	GEAR_FORZE	GR/NJ	2	0	501_SP ICHGEAR_FORZE	8%	0	156	0	0
205965	501_SP ICH	SLASA	AM.N/GR	2	461	501_SP ICHSLASA	8%	0	0	0	0
205968	501_SP ICH	SLASA	AZ.OS/GR.CL	2	559	501_SP ICHSLASA	8%	0	0	0	0
205971	501_SP ICH	SLASA	AZ.OS/GR.OS	2	666	501_SP ICHSLASA	8%	0	0	0	0
205974	501_SP ICH	SLASA	FC/GR.OS	2	1283	501_SP ICHSLASA	8%	0	0	0	0
205977	501_SP ICH	SLASA	FC/MR.CL	2	2402	501_SP ICHSLASA	8%	0	0	0	0
205980	501_SP ICH	SLASA	GR.OS/GR	2	774	501_SP ICHSLASA	8%	0	0	0	0
205983	501_SP ICH	SLASA	RJ/GR	2	1586	501_SP ICHSLASA	8%	0	0	0	0
204660	503_SP ICH	ZEIBA	GR/FC	2	492	503_SP ICHZEIBA	8%	0	0	0	92
212981	102 ICH	BLUR	GR.OS/RJ	2	0	102 ICHBLURGR.OS/RJ	8%	0	0	0	0
212629	102 ICH	BLUR	BL/BL	2	0	102 ICHBLURBL/BL	8%	0	0	0	0
212174	3120 ICH	XTREME	GR.OS/GR.O	2	0	3120 ICHXTREMEGR.OS/GR.OS	8%	0	400	0	0
212273	3120 ICH	XTREME	RJ/GR.OS	2	0	3120 ICHXTREMERJ/GR.OS	8%	0	432	0	0
212164	3120 ICH	XTREME	BL/GR.OS	2	0	3120 ICHXTREMEBL/GR.OS	8%	0	162	0	0
212263	3120 ICH	XTREME	MR/GR.OS	2	0	3120 ICHXTREMEMR/GR.OS	8%	0	178	0	0

PRON ORG | VISTA_ITEMS_EAN | Alertas | Progra unid Dora | Progra lám Dora | Seguimiento | Ingreso de datos | PP | Inventario | vw_

Fuente: Área de Planeación – Protec.

La figura 9 muestra la programación de impresión de gráficos utilizada para gestionar la producción de los elementos gráficos requeridos en los diferentes modelos de cascos.

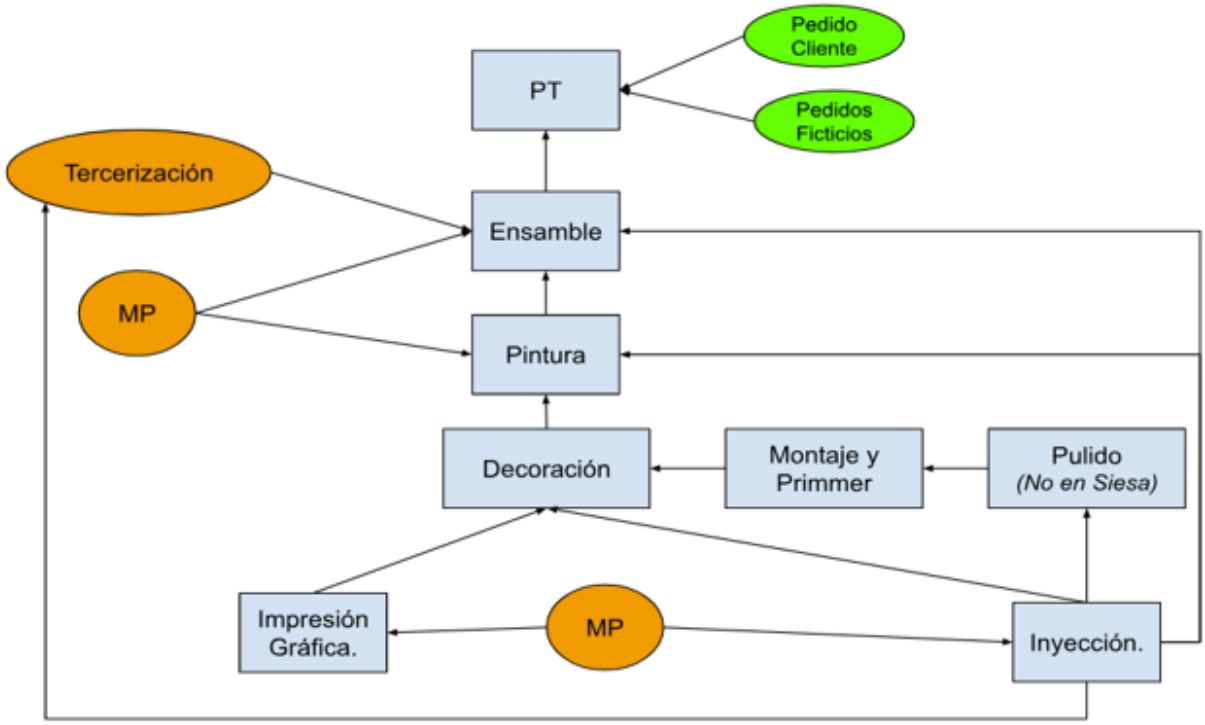
La programación de impresión gráfica mantiene una relación directa con las actividades de decoración, ya que los gráficos impresos deben estar disponibles antes de iniciar esa etapa del proceso. Cuando se presentan cambios en las prioridades de fabricación o en las cantidades solicitadas, también es necesario ajustar la secuencia de impresión, lo que puede afectar la disponibilidad de los materiales requeridos para las etapas posteriores.

Mantener una adecuada coordinación entre ambos procesos contribuye a reducir retrasos y favorece el cumplimiento de la programación establecida. Además, la información registrada en la matriz de pronóstico sirve de base para elaborar las programaciones diarias de decoración, pintura y ensamble, distribuyendo las órdenes de producción según la capacidad disponible y las fechas de entrega comprometidas con el cliente.

Los procesos de decoración, pintura y ensamble corresponden a productos en proceso administrados por el área de planeación, los cuales dependen directamente de la disponibilidad de los productos intermedios provenientes de inyección e impresión gráfica.

7.1.3 Análisis de flujos de información y limitaciones operativas.

Ilustración 10. Proceso productivo general de la empresa Protec.

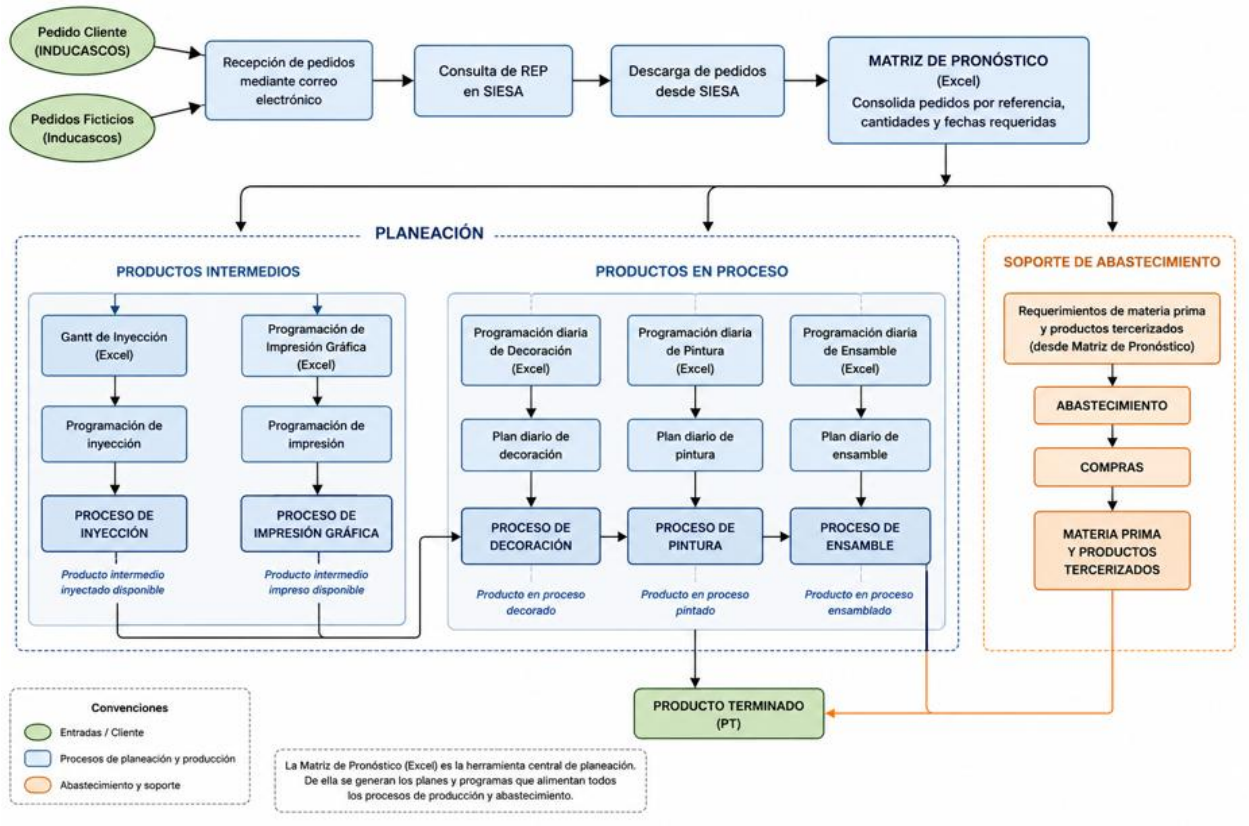


Fuente: Elaboración propia

La Figura 10 muestra el proceso productivo general de la empresa Protec, desde la fabricación de los componentes hasta la obtención del producto terminado. La figura muestra la secuencia de las principales etapas del proceso productivo y la relación de dependencia existente entre ellas. La disponibilidad oportuna de materiales y de productos intermedios influye directamente en la continuidad de las operaciones, por lo que una adecuada coordinación entre las áreas involucradas es necesaria para dar cumplimiento a los programas de producción.

Con el propósito de comprender el flujo de información utilizado por el área de planeación, se elaboró el diagrama del proceso actual de planeación y programación de la producción, el cual permite visualizar la interacción entre los sistemas de información, los archivos de programación y las diferentes áreas involucradas en el proceso.

Ilustración 11. Proceso actual de planeación y programación de la producción en la empresa Protec.



Fuente: Elaboración propia

La Figura 11 presenta el proceso actual de planeación y programación de la producción en la empresa Protec. Se observa que la información proveniente de los pedidos enviados por Inducascos es consultada en SIESA y posteriormente consolidada en una matriz de pronóstico desarrollada en Excel. A partir de esta herramienta se generan las programaciones de los productos intermedios y de los procesos productivos de decoración, pintura y ensamble. Asimismo, se evidencia la participación de las áreas de abastecimiento y compras en el suministro de materias primas y productos tercerizados requeridos para la operación. Esta figura permite identificar la alta dependencia de herramientas Excel dentro del proceso de planeación y la interacción existente entre las diferentes áreas involucradas.

En primer lugar, se evidenció una alta dependencia de herramientas desarrolladas en Microsoft Excel para la gestión de la información. La matriz de pronóstico constituye el eje central de la planeación, ya que de ella se derivan las programaciones de inyección, impresión gráfica, decoración, pintura y ensamble. Como consecuencia, cualquier modificación realizada en los pedidos requiere la actualización manual de múltiples archivos.

Asimismo, se observó que los cambios realizados por el cliente en cantidades, referencias o fechas de entrega generan ajustes constantes en la programación de la producción. Estas modificaciones obligan al área de planeación a realizar nuevas validaciones en el sistema ERP SIESA y posteriores actualizaciones en las diferentes herramientas de programación utilizadas.

De igual forma, se identificó que la información se encuentra distribuida en diferentes archivos, lo que incrementa el riesgo de inconsistencias, errores de digitación y reprocesos asociados a la actualización manual de datos.

Adicionalmente, la sincronización entre los productos intermedios (inyección e impresión gráfica) y los productos en proceso (decoración, pintura y ensamble) depende en gran medida de la correcta actualización de la matriz de pronóstico, lo que puede afectar la continuidad del flujo productivo cuando se presentan cambios inesperados en la demanda.

Como resultado de la caracterización realizada, se identificaron las siguientes limitaciones operativas:

Tabla 7. Limitaciones operativas identificadas durante la caracterización del proceso actual de planeación y programación de la producción

Hallazgo identificado	Descripción	Impacto en el proceso
Dependencia de archivos Excel	La planeación y programación se realiza mediante múltiples archivos de Excel derivados de la matriz de pronóstico.	Incrementa el riesgo de errores y dificulta la actualización de la información.

Actualización manual de información	Los cambios en pedidos requieren modificaciones manuales en diferentes archivos de programación.	Genera reprocesos y aumenta los tiempos de gestión.
Cambios frecuentes en los pedidos	El cliente realiza modificaciones en cantidades, referencias o fechas de entrega.	Provoca reprogramaciones constantes en producción.
Información distribuida en múltiples herramientas	La información se encuentra entre correos electrónicos, SIESA y diversos archivos de Excel.	Riesgo de inconsistencias y diferencias entre datos.
Dependencia de productos intermedios	Los procesos de decoración, pintura y ensamble dependen de la disponibilidad de inyección e impresión gráfica.	Puede generar retrasos cuando no existe sincronización entre procesos.
Baja integración de la información	No existe una herramienta única que consolide toda la información de planeación y programación.	Limita la capacidad de respuesta ante cambios en la demanda.

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 7 resume las principales limitaciones identificadas durante la caracterización del proceso de planeación y programación de la producción. Entre los aspectos más relevantes se encuentran la alta dependencia de archivos de Excel, la necesidad de efectuar actualizaciones manuales cuando se presentan cambios en los pedidos y la información distribuida en diferentes sistemas y archivos. Esta forma de trabajo incrementa la carga operativa del área de planeación y aumenta el riesgo de inconsistencias durante la programación y el seguimiento de las órdenes de producción.

Los hallazgos obtenidos permiten comprender los factores que afectan la estabilidad del proceso de planeación y programación de la producción. A partir de este diagnóstico, en el siguiente apartado se analizan las causas asociadas a reprocesos, reprogramaciones y ajustes manuales, con el fin de identificar oportunidades de mejora dentro del proceso.

Como resultado de la caracterización del proceso actual de planeación y programación de la producción, se identificó que la gestión de la información depende principalmente de herramientas desarrolladas en Microsoft Excel, utilizadas para consolidar pedidos, programar recursos productivos y coordinar la disponibilidad de materiales. Asimismo, se evidenció que los cambios frecuentes en los requerimientos del cliente generan actualizaciones manuales en múltiples archivos de programación, incrementando el riesgo de inconsistencias y reprocesos. De igual forma, se encontró que la información se encuentra distribuida entre diferentes herramientas y sistemas, dificultando su integración y seguimiento. Estos hallazgos permitieron identificar las principales limitaciones del proceso actual y constituyen la base para el análisis de las causas asociadas a reprocesos, reprogramaciones y ajustes manuales que se presenta en el siguiente apartado.

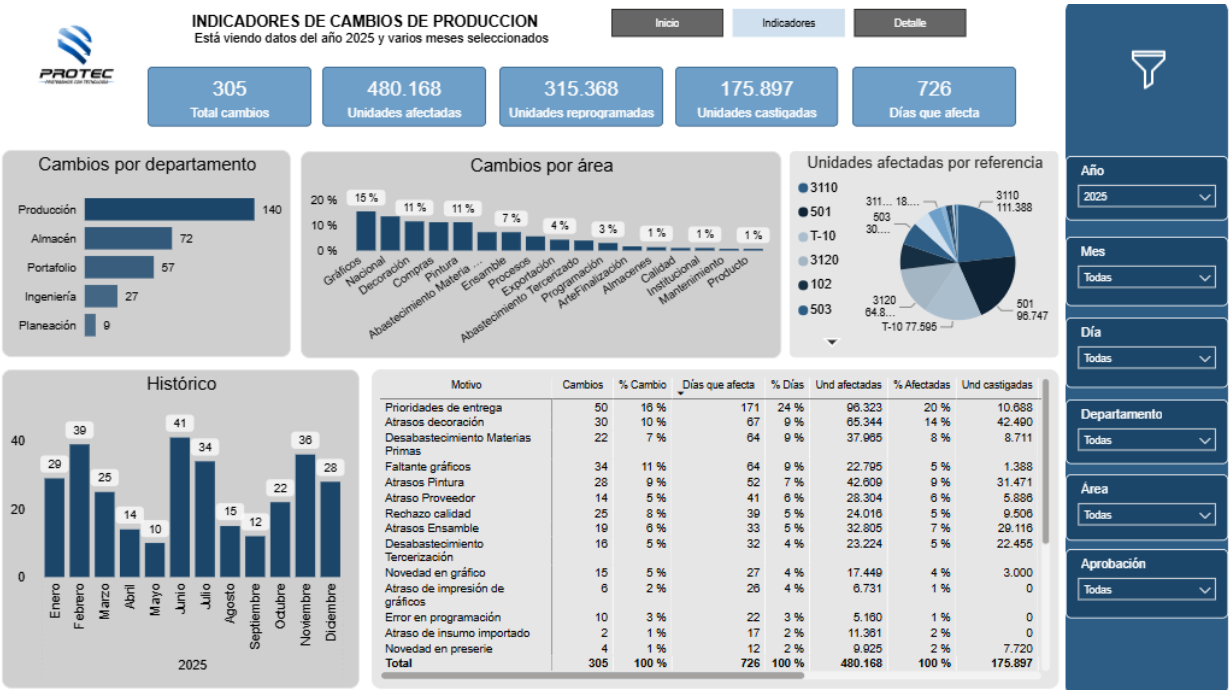
7. 2 Análisis: Análisis de las causas asociadas a reprocesos, reprogramaciones y ajustes manuales.

Con el fin de dar cumplimiento al segundo objetivo específico de la investigación, se realizó el análisis de las causas asociadas a reprocesos, reprogramaciones y ajustes manuales en la planeación de la producción, mediante la revisión de indicadores productivos, el análisis de reprocesos y reprogramaciones y la identificación de inconsistencias en la información y cambios operativos.

7.2.1 Revisión de indicadores productivos

Con el propósito de identificar las principales causas asociadas a reprocesos y reprogramaciones dentro del proceso de planeación de la producción, se realizó la verificación del indicador de cambios de producción correspondiente al año 2025.

Ilustración 12. Indicador de cambios de producción y reprogramaciones año 2025



Motivo	Cambios	% Cambio	Días que afecta	% Días	Und afectadas	% Afectadas	Und castigadas
Prioridades de entrega	50	16 %	171	24 %	96.323	20 %	10.688
Atrasos decoración	30	10 %	67	9 %	65.344	14 %	42.490
Desabastecimiento Materias Primas	22	7 %	64	9 %	37.965	8 %	8.711
Faltante gráficos	34	11 %	64	9 %	22.795	5 %	1.388
Atrasos Pintura	28	9 %	52	7 %	42.609	9 %	31.471
Atraso Proveedor	14	5 %	41	6 %	28.304	6 %	5.886
Rechazo calidad	25	8 %	39	5 %	24.016	5 %	9.506
Atrasos Ensamble	19	6 %	33	5 %	32.805	7 %	29.116
Desabastecimiento Tercerización	16	5 %	32	4 %	23.224	5 %	22.455
Novedad en gráfico	15	5 %	27	4 %	17.449	4 %	3.000
Atraso de impresión de gráficos	6	2 %	26	4 %	6.731	1 %	0
Error en programación	10	3 %	22	3 %	5.160	1 %	0
Atraso de insumo importado	2	1 %	17	2 %	11.361	2 %	0
Novedad en preserie	4	1 %	12	2 %	9.925	2 %	7.720
Total	**305**	**100 %**	**726**	**100 %**	**480.168**	**100 %**	**175.897**

Fuente: Sistema de indicadores Protec.

La Figura 12 presenta el indicador de cambios de producción correspondiente al año 2025. Se observa que durante el periodo analizado se registraron 305 cambios que impactaron 480.168 unidades, generando reprogramaciones, ajustes operativos y modificaciones en los planes de producción. Los resultados evidencian que los cambios de prioridad y las variaciones en la demanda afectan significativamente la estabilidad de la programación, convirtiéndose en una de las principales causas de reprocesos dentro del proceso de planeación.

Los resultados evidencian la ocurrencia de cambios de producción durante el período analizado, los cuales afectaron un total de 480.168 unidades. De estas, 315.368 unidades requirieron procesos de reprogramación y 175.897 unidades fueron castigadas, generando una afectación acumulada de 726 días sobre la operación.

El análisis de las causas permitió identificar que las prioridades de entrega constituyen el principal motivo de modificación de la programación, representando 50 cambios durante el año.

Este resultado confirma que las variaciones en los requerimientos del cliente tienen un impacto directo sobre la estabilidad de los planes de producción establecidos.

Durante el análisis también se identificaron otras causas que inciden en la estabilidad de la programación, entre ellas los faltantes de gráficos, los atrasos en los procesos de decoración y pintura, el desabastecimiento de materiales y los retrabajos asociados a problemas de calidad. Cada una de estas situaciones obliga a realizar modificaciones sobre la programación inicialmente establecida.

En conjunto, estos factores muestran que los cambios operativos y las variaciones en la demanda influyen directamente en el proceso de planeación de la producción, aumentando la necesidad de efectuar ajustes manuales y reprogramaciones en las diferentes áreas involucradas.

Impacto económico asociado a los cambios de producción

Durante el año 2025 se registraron 480.168 unidades afectadas por cambios de producción, de acuerdo con el indicador de cambios y reprogramaciones analizado en la presente investigación.

Considerando un costo promedio de fabricación de $47.717 por casco, se estima que las unidades impactadas representan un valor económico aproximado de $22.912.576.056.

Si bien este valor no corresponde a pérdidas económicas directas para la organización, sí permite dimensionar la magnitud de los recursos productivos involucrados en procesos de reprogramación, ajustes operativos y cambios de prioridad. Lo anterior evidencia la importancia de fortalecer los mecanismos de planeación y programación de la producción, con el fin de reducir la cantidad de unidades afectadas por modificaciones operativas y mejorar la estabilidad de los planes de producción.

Tabla 8. Impacto económico asociado a las unidades afectadas por cambios de producción durante 2025

Concepto	Valor
Unidades afectadas por cambios de producción	480.168
Costo promedio de fabricación por casco	$ 47.717
Valor económico asociado	$ 22.912.576.056

Fuente: Elaboración propia con base en indicadores de producción de Protec.

Nota: El valor económico corresponde a una estimación calculada a partir de las unidades afectadas por cambios de producción y el costo promedio de fabricación por casco.

La Tabla 8 presenta la estimación económica asociada a las unidades afectadas por cambios de producción durante el año 2025. Los resultados muestran que las 480.168 unidades impactadas representan un valor aproximado de $22.912 millones, calculado a partir del costo promedio de fabricación por casco. Aunque este valor no corresponde a pérdidas económicas directas, permite dimensionar la magnitud de los recursos productivos involucrados en actividades de reprogramación y ajustes operativos.

Ilustración 13. Comportamiento histórico del indicador OTIF durante el año 2025.



Fuente: Sistema de información Protec.

La Figura 13 presenta el comportamiento histórico del indicador OTIF (RGD - On Time In Full) correspondiente al año 2025. Los resultados muestran el nivel de cumplimiento de las entregas realizadas frente a las cantidades requeridas por el cliente durante cada mes del periodo analizado. Este indicador permite evaluar el desempeño del proceso productivo y el grado de cumplimiento de los compromisos adquiridos con el cliente, constituyéndose en una herramienta fundamental para medir la efectividad de la planeación y programación de la producción.

El análisis del indicador muestra que, durante el año 2025, se alcanzó un cumplimiento global acumulado del 95,19 %, lo que refleja un desempeño favorable frente a los compromisos establecidos para la producción y la entrega de los pedidos.

Aunque el comportamiento general fue positivo, en algunos meses se presentaron reducciones en el nivel de cumplimiento. Los valores más bajos correspondieron a febrero (90,43 %), marzo (88,69 %) y noviembre (88,18 %), períodos en los que el indicador registró los menores resultados del año.

Estas variaciones pueden estar asociadas a cambios en la programación de la producción, ajustes operativos y modificaciones en los requerimientos de los clientes.

Por otra parte, los mejores resultados se presentaron durante los meses de julio (98,62 %), agosto (97,35 %) y septiembre (99,40 %), reflejando una mayor estabilidad en la ejecución de los planes de producción y en el cumplimiento de los pedidos programados.

El análisis de este indicador permitió evidenciar que las variaciones en la programación y los ajustes realizados sobre los pedidos pueden impactar directamente el desempeño operativo de la organización, justificando la necesidad de fortalecer los procesos de planeación y programación de la producción.

7.2.2 Análisis de reprocesos y reprogramaciones

A partir de la información obtenida durante la caracterización del proceso y la revisión de los indicadores productivos, se identificó que los reprocesos y las reprogramaciones constituyen una de las principales dificultades dentro del proceso de planeación de la producción en la empresa Protec.

Durante el desarrollo de las actividades de planeación se evidenció que los cambios de prioridad realizados por el cliente generan modificaciones frecuentes sobre los planes de producción inicialmente establecidos. Estas variaciones obligan al área de planeación a realizar ajustes sobre la matriz de pronóstico y posteriormente actualizar las diferentes herramientas utilizadas para la programación de la producción.

Cuando se presenta un cambio en las prioridades de entrega, resulta necesario modificar la programación de inyección, impresión gráfica, decoración, pintura y ensamble, debido a la relación de dependencia existente entre los diferentes procesos productivos. Como consecuencia,

una modificación realizada sobre una referencia puede impactar simultáneamente varias áreas de la organización.

Asimismo, se observó que la anulación o creación de nuevas requisiciones de producción (REP) requiere la actualización manual de múltiples archivos de Excel utilizados para la gestión de la información. Esta situación incrementa la carga operativa del área de planeación y aumenta el riesgo de inconsistencias entre los diferentes documentos utilizados durante la programación.

Los resultados obtenidos en el indicador de cambios de producción evidencian la magnitud de esta problemática, registrándose 305 cambios durante el año 2025, los cuales generaron la reprogramación de 315.368 unidades y afectaron un total de 480.168 unidades dentro del proceso productivo.

De acuerdo con la información analizada, las prioridades de entrega constituyen la principal causa de reprogramación dentro de la organización, seguidas por situaciones asociadas a faltantes de gráficos, atrasos en decoración, atrasos en pintura y desabastecimiento de materiales.

Lo anterior evidencia que la planeación de la producción se encuentra expuesta a una alta variabilidad operativa, situación que incrementa la necesidad de ajustes manuales y dificulta la estabilidad de los planes de producción establecidos.

7.2.3 Identificación de inconsistencias en la información y cambios operativos

Durante el análisis del proceso de planeación se identificó que la información utilizada para la programación de la producción se encuentra distribuida en múltiples herramientas, lo que incrementa la complejidad operativa y la necesidad de realizar actualizaciones manuales.

El proceso inicia con la recepción de pedidos enviados por el cliente, los cuales son consultados en el sistema ERP SIESA y posteriormente trasladados a la matriz de pronóstico

desarrollada en Excel. A partir de esta matriz se alimentan diferentes herramientas de programación utilizadas por el área de planeación.

Para la programación del proceso de inyección, la información contenida en la matriz de pronóstico es integrada en un simulador de inyección, herramienta utilizada para evaluar capacidades y construir posteriormente el Gantt de producción. De igual forma, la matriz de pronóstico sirve como base para generar las programaciones de impresión gráfica, decoración, pintura y ensamble.

Debido a que la información debe ser trasladada y actualizada en múltiples archivos y herramientas, cualquier modificación realizada sobre los pedidos genera la necesidad de efectuar ajustes manuales en diferentes etapas del proceso. Esta situación incrementa el riesgo de inconsistencias entre los datos registrados en cada herramienta y aumenta la probabilidad de errores asociados a la gestión de la información.

Adicionalmente, se observó que los cambios de prioridad solicitados por el cliente requieren modificaciones simultáneas sobre la matriz de pronóstico, el simulador de inyección, el Gantt de producción y las diferentes programaciones operativas, generando reprocesos administrativos y afectando la estabilidad de los planes de producción establecidos.

Como resultado del análisis realizado, se identificó que la principal inconsistencia del proceso no se encuentra asociada a la disponibilidad de información, sino a la necesidad de actualizarla manualmente en diferentes herramientas, situación que limita la capacidad de respuesta ante cambios en la demanda y dificulta la integración de los procesos de planeación.

Tabla 9. Herramientas utilizadas durante el proceso de planeación y programación

Herramienta	Función principal	Riesgo identificado

ERP SIESA	Consulta de pedidos y REP	Dependencia de extracción manual de información
Matriz de pronóstico	Consolidación de pedidos	Actualización manual de datos
Simulador de inyección	Evaluación de capacidad y secuenciación	Dependencia de información actualizada
Gantt de inyección	Programación de producción	Reprogramaciones frecuentes
Programación de impresión gráfica	Planeación de gráficos	Ajustes por cambios de prioridad
Programaciones de decoración, pintura y ensamble	Programación diaria de producción	Riesgo de inconsistencias entre archivos

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 9 resume las principales herramientas empleadas en el proceso de planeación y programación de la producción en la empresa Protec. Entre ellas se encuentran el ERP SIESA, archivos elaborados en Microsoft Excel, matrices de pronóstico y simuladores de programación, los cuales respaldan las actividades propias del proceso de planeación.

No obstante, el uso simultáneo de estas herramientas también evidencia una alta dependencia de actividades manuales para consolidar y actualizar la información. Esta forma de trabajo incrementa el riesgo de inconsistencias entre los datos y favorece la aparición de reprocesos durante el desarrollo del proceso productivo.

7.2.4 Oportunidades de mejora identificadas

A partir del análisis realizado sobre los indicadores productivos, los reprocesos, las reprogramaciones y las inconsistencias identificadas en la gestión de la información, se establecieron diferentes oportunidades de mejora orientadas a fortalecer el proceso de planeación y programación de la producción en la empresa Protec.

Los resultados obtenidos evidenciaron que la principal oportunidad de mejora se encuentra asociada a la integración de la información utilizada durante el proceso de planeación.

Actualmente, la información se encuentra distribuida entre correos electrónicos, el sistema ERP SIESA, la matriz de pronóstico, el simulador de inyección y diferentes archivos de programación, situación que genera reprocesos administrativos y dificulta la actualización oportuna de los datos.

Asimismo, se identificó la necesidad de mejorar la capacidad de respuesta frente a los cambios de prioridad realizados por el cliente, debido a que estos generan modificaciones frecuentes en los planes de producción y afectan la estabilidad de la programación establecida.

De igual forma, se evidenció la oportunidad de fortalecer la gestión de los productos intermedios correspondientes a inyección e impresión gráfica, con el fin de garantizar la disponibilidad oportuna de los materiales requeridos por los procesos de decoración, pintura y ensamble.

Adicionalmente, se identificó la necesidad de disponer de herramientas que permitan visualizar de manera más eficiente el impacto de los cambios de demanda sobre la programación de la producción y los niveles de inventario, facilitando la toma de decisiones por parte del área de planeación.

En este contexto, metodologías como Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP) y herramientas tecnológicas como WA Solutions representan alternativas que podrían contribuir a mejorar la integración de la información, reducir los ajustes manuales y fortalecer la capacidad de respuesta frente a los cambios operativos del entorno productivo.

Tabla 10. Oportunidades de mejora identificadas

Situación identificada	Oportunidad de mejora
Múltiples herramientas de programación	Integración de la información en una plataforma centralizada
Actualizaciones manuales de información	Reducción de reprocesos mediante automatización

Cambios frecuentes de prioridad	Implementación de herramientas de planeación más flexibles
Dependencia de productos intermedios	Mejor gestión de materiales e inventarios
Reprogramaciones constantes	Fortalecimiento de la toma de decisiones basada en información actualizada
Riesgo de inconsistencias	Mayor trazabilidad y visibilidad de la información

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 10 reúne las principales oportunidades de mejora identificadas durante el análisis del proceso de planeación y programación de la producción en la empresa Protec. Estas surgieron del estudio de los indicadores productivos, de los cambios realizados en la programación, de las reprogramaciones y de las inconsistencias detectadas en la gestión de la información.

El análisis realizado pone de manifiesto la conveniencia de fortalecer la integración de los datos, disminuir la dependencia de actividades manuales y contar con una mayor visibilidad de los materiales y productos intermedios. Estas acciones contribuirían a lograr una programación más estable y a reducir los reprocesos derivados de los cambios operativos.

7. 3 Evaluación: Evaluación de la aplicación de la metodología DDMRP con apoyo del sistema WA Solutions

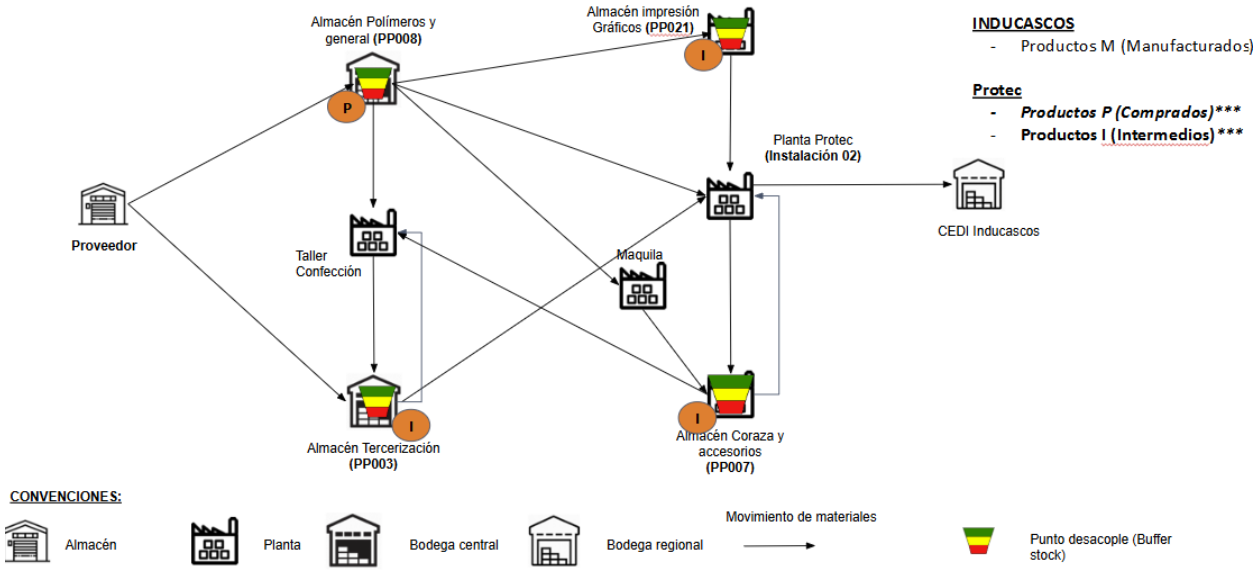
Con el fin de dar cumplimiento al tercer objetivo específico de la investigación, se evaluó la aplicación de la metodología Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP) con apoyo del sistema WA Solutions en el proceso de planeación de la producción de la empresa Protec. Para ello se realizó la evaluación de la metodología DDMRP, el análisis del uso de WA Solutions y la comparación entre las condiciones actuales y las condiciones esperadas del proceso de planeación.

7.3.1 Evaluación de la metodología DDMRP

Como parte del proceso de implementación de WA Solutions, se realizó la caracterización de los productos intermedios involucrados en el proceso productivo de fabricación de cascos, identificando las entradas, salidas y flujos de materiales presentes en cada etapa de producción.

En la imagen registrada a continuación podemos visualizar como será el proceso productivo de la fabricación de un casco con la implementación de la metodología **DDMRP**

Ilustración 14. Parametrización de tiempos de proceso y buffers para la fabricación de 1 casco.



Fuente: WA Solutions – Protec.

La Figura 14 presenta el diseño del modelo de productos intermedios implementado en WA Solutions como parte de la aplicación de la metodología DDMRP en el proceso de planeación de la producción. En esta configuración se establecen los productos intermedios que actúan como puntos estratégicos dentro del flujo productivo, permitiendo gestionar de manera más eficiente la disponibilidad de materiales y la programación de las operaciones. La aplicación de este modelo proporciona una mayor visibilidad de los inventarios en proceso y favorece la

coordinación entre las diferentes etapas productivas, aportando información de apoyo para la toma de decisiones en el área de planeación.

• **Diseño de productos intermedios:** Se identificaron las entradas y salidas correspondientes a cada etapa del proceso.

• **Definición de buffers:** Se determinaron los puntos estratégicos para la gestión de los buffers de inventario.

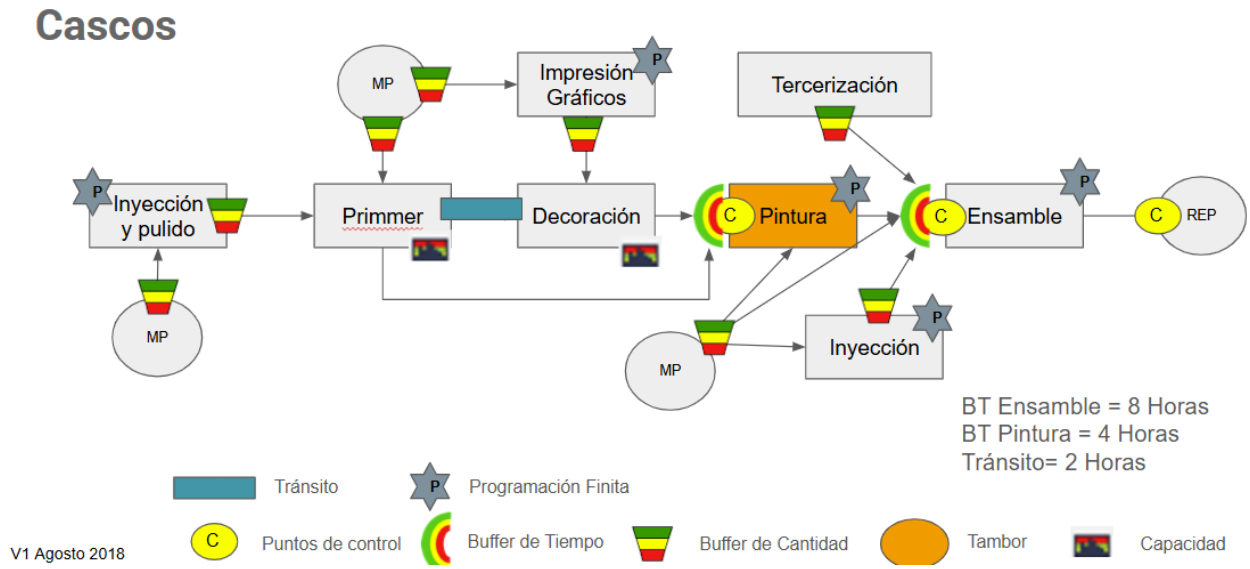
• **Establecimiento de perfiles y parámetros:** Se definieron los criterios y valores necesarios para la operación del modelo.

Con base en este análisis se determinaron los puntos donde deben ubicarse los buffers de inventario, estableciendo puntos de desacople orientados a proteger el flujo de materiales frente a la variabilidad de la demanda y a posibles restricciones operativas.

De igual forma, se definieron perfiles y parámetros de gestión para cada producto intermedio, con el propósito de establecer el comportamiento esperado de los materiales dentro del sistema.

Como complemento al diseño de productos intermedios, se desarrolló el flujo productivo de cascos bajo los principios de la metodología DDMRP, identificando los procesos críticos, los puntos de control, los buffers de tiempo, los buffers de cantidad y los recursos sujetos a programación finita.

Ilustración 15. Diagrama de flujo del proceso productivo bajo la metodología DDMRP.



Fuente: WA Solutions – Protec.

La figura 15 logramos evidenciar la aplicación de la metodología DDMRP en el proceso productivo de un casco. La configuración realizada permitió representar de manera estructurada la relación existente entre materiales, procesos y capacidades productivas. De igual forma, facilitó la identificación de puntos estratégicos para la protección del flujo mediante buffers de tiempo y cantidad, contribuyendo a una mejor sincronización de las operaciones productivas.

La aplicación de la metodología DDMRP permitió pasar de un enfoque tradicional basado en la programación reactiva a un enfoque orientado al flujo, donde los materiales y recursos críticos son gestionados mediante mecanismos de protección previamente definidos.

7.3.2 Análisis del uso de WA Solutions

Con el fin de evaluar el aporte de WA Solutions al proceso de planeación de la producción, se analizaron las principales funcionalidades implementadas durante la fase de pruebas, enfocadas en la gestión de materiales, programación de la producción y apoyo a la toma de decisiones.

Una de las funcionalidades evaluadas corresponde a la parametrización de tiempos de proceso y buffers de tiempo para las diferentes operaciones productivas. Esta configuración permite establecer la secuencia de fabricación de cada referencia considerando los tiempos requeridos para cada operación y las fechas comprometidas de entrega.

Ilustración 16. Parametrización de tiempos de proceso y buffers para la fabricación de 1 casco.

Tiempos Procesos Cascos							
Proceso	**Inyección / Pulido**	**Primmer**	**Decoración**	**Pintura**	**Ensamble**	**Pedido (REP)**	**Cantidad**
Fecha de entrega o	Producto con Buffer Cantidad	2436 Unidades	2436 Unidades	2436 Unidades	2436 Unidades	8/04/2025 12:00	2436 Unidades
Tiempo Proceso		1 Día	2,8 Días	1,5 Días	2,4 Días		
Buffer Tiempo			2 Horas	4 Horas	8 Horas		
Fecha Inicio		31/03/2025 5:12	1/04/2025 7:12	4/04/2025 7:24	6/04/2025 2:24		
Fecha Fin Recuerso		1/04/2025 5:12	4/04/2025 7:24	5/04/2025 18:24	8/04/2025 12:00		

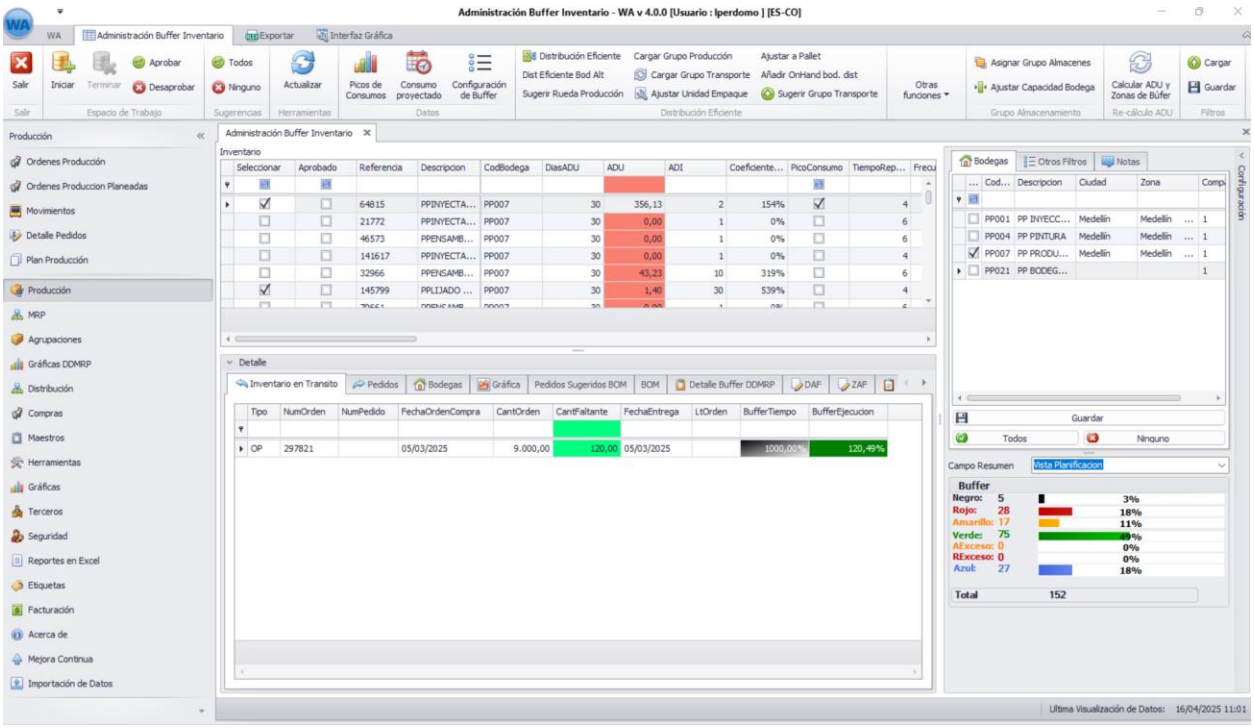
Fuente: WA Solutions – Protec.

Como se observa en la Figura 16, el sistema permite visualizar las cantidades requeridas, los tiempos de proceso, los buffers de tiempo y las fechas de inicio y finalización de cada operación. Esta funcionalidad facilita la programación de los recursos productivos y proporciona una mayor visibilidad sobre el cumplimiento de los pedidos.

A diferencia del proceso tradicional desarrollado mediante hojas de cálculo, la herramienta realiza de manera automática los cálculos asociados a tiempos y secuencias de producción, reduciendo la necesidad de realizar ajustes manuales y disminuyendo el riesgo de errores en la programación.

Adicionalmente, WA Solutions incorpora herramientas para la administración de inventarios mediante buffers dinámicos, permitiendo monitorear el comportamiento de los materiales y establecer prioridades de gestión de acuerdo con su nivel de criticidad.

Ilustración 17. Vista Administración de buffers de inventario en WA Solutions.



Fuente: WA Solutions – Protec.

La Figura 17 presenta la vista de administración de buffers de inventario en WA Solutions. Esta funcionalidad permite gestionar los niveles de inventario de los materiales definidos como estratégicos dentro del proceso productivo, utilizando los principios de la metodología DDMRP. A través de los buffers es posible monitorear el estado de los inventarios, identificar necesidades de reposición y establecer prioridades de abastecimiento de acuerdo con el comportamiento de la demanda. La implementación de esta herramienta mejora la visibilidad de los materiales críticos, brinda un mayor respaldo para la toma de decisiones y disminuye el riesgo de faltantes que puedan ocasionar reprocesos o reprogramaciones en la producción.

Entre las variables que administra se encuentran el consumo diario promedio (ADU), la demanda calificada, el flujo neto y los tiempos de reposición, información clave para apoyar el proceso de planeación.

La clasificación visual de los buffers permite identificar con rapidez los materiales que requieren atención prioritaria, lo que facilita anticipar posibles situaciones de desabastecimiento y definir acciones oportunas para mantener la continuidad del flujo productivo.

Además, integra información sobre inventarios, órdenes de producción, materiales en tránsito y requerimientos futuros, ofreciendo una visión más completa del estado de los materiales utilizados en la operación

Los resultados observados durante la fase de pruebas evidencian que WA Solutions contribuye a centralizar la información utilizada por el área de planeación, disminuyendo la dependencia de múltiples archivos de Excel y fortaleciendo la capacidad de respuesta frente a cambios en la demanda y en las prioridades de producción.

Tabla 11. Funcionalidades evaluadas en WA Solutions

Funcionalidad	Aplicación en el proceso de planeación
Gestión de buffers	Monitoreo de materiales críticos
ADU (Consumo Diario Promedio)	Seguimiento dinámico del consumo
Demanda calificada	Consideración de demanda actual y futura
Flujo neto	Determinación de necesidades de reposición
Programación de operaciones	Secuenciación de procesos productivos
Gestión visual	Priorización de materiales según criticidad
Integración de información	Consolidación de datos para la toma de decisiones

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 11 reúne las principales funcionalidades de WA Solutions evaluadas durante el desarrollo de la investigación. El análisis se centró en identificar cómo cada una de ellas puede aportar al proceso de planeación y programación de la producción, especialmente en la gestión de inventarios, la administración de buffers, la programación de operaciones y la visibilidad de la información.

Los resultados del análisis muestran que la herramienta dispone de funcionalidades orientadas a integrar la información, disminuir la dependencia de actividades manuales y brindar un mayor soporte para la toma de decisiones. Estas características responden a las oportunidades de mejora identificadas durante el diagnóstico del proceso de planeación.

7.3.3 Comparación entre condiciones actuales y esperadas del proceso

Con el fin de evaluar la contribución de la metodología DDMRP y del sistema WA Solutions al proceso de planeación de la producción, se realizó una comparación entre las condiciones actuales identificadas durante la caracterización del proceso y las condiciones esperadas derivadas de la implementación de la herramienta.

Los resultados obtenidos durante la fase de pruebas permitieron identificar mejoras asociadas a la integración de la información, la gestión de materiales y el fortalecimiento de la toma de decisiones. Asimismo, se evidenció una reducción en la dependencia de actividades manuales relacionadas con la actualización de archivos de planeación y programación.

Tabla 12. Comparación entre las condiciones actuales y las condiciones esperadas del proceso de planeación

Aspecto evaluado	Situación actual	Situación esperada con WA Solutions y DDMRP

Gestión de información	La información se encuentra distribuida entre correos electrónicos, ERP SIESA, matriz de pronóstico y múltiples archivos Excel.	Información centralizada e integrada dentro de una sola plataforma.
Planeación de materiales	Seguimiento manual de inventarios y requerimientos.	Gestión mediante buffers dinámicos basados en demanda.
Programación de producción	Elaboración manual de programaciones y actualización de múltiples archivos.	Programación soportada por el sistema mediante parámetros previamente configurados.
Cambios de prioridad	Generan múltiples ajustes manuales y reprogramaciones.	Mayor capacidad de respuesta mediante herramientas de priorización y visibilidad de materiales.
Control de inventarios	Validación manual de disponibilidad de materiales.	Monitoreo mediante ADU, demanda calificada y flujo neto.
Toma de decisiones	Basada en análisis manual de información dispersa.	Basada en información integrada y actualizada en tiempo real.
Visibilidad del proceso	Limitada por la utilización de múltiples herramientas independientes.	Mayor trazabilidad y visualización de materiales, inventarios y recursos productivos.
Gestión de productos intermedios	Seguimiento mediante archivos de apoyo.	Administración estructurada mediante modelos de productos intermedios y buffers.

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 12 presenta la comparación entre las condiciones actuales y las condiciones esperadas del proceso de planeación y programación de la producción en la empresa Protec. La comparación entre el modelo actual y la propuesta basada en la metodología DDMRP con apoyo de WA Solutions permitió establecer diferencias importantes en el proceso de planeación de la producción. Mientras el esquema actual depende en gran medida de archivos de Excel, actualizaciones manuales y una visibilidad limitada de los inventarios, la propuesta plantea una mayor integración de la información, una mejor gestión de los materiales y una priorización más eficiente de las actividades, aspectos que favorecen una mayor estabilidad en la planeación y programación de la producción.

De igual manera, la evaluación realizada permitió establecer que la aplicación de WA Solutions, como herramienta de apoyo a la metodología DDMRP, fortalece el proceso de planeación mediante una mayor integración de la información y una administración más organizada de los materiales y los inventarios.

Durante la fase de pruebas se observó que la herramienta centraliza información que actualmente se encuentra distribuida en diferentes archivos y sistemas, facilitando el análisis de los requerimientos productivos y disminuyendo la necesidad de realizar actualizaciones manuales.

De igual forma, la utilización de buffers de inventario, buffers de tiempo y mecanismos de priorización basados en demanda contribuye a mejorar la capacidad de respuesta frente a cambios en los pedidos y prioridades de producción, una de las principales causas de reprogramación identificadas durante el desarrollo de la investigación.

Finalmente, la implementación de WA Solutions proporciona una mayor visibilidad de los materiales, recursos y procesos productivos, fortaleciendo la toma de decisiones dentro del área de planeación y generando condiciones favorables para la reducción de ajustes manuales, reprocesos y reprogramaciones.

7. 4 Propuesta de Mejora: Propuesta de lineamientos de mejora para la planeación y programación de la producción

7.4.1 Diseño de lineamientos de mejora

A partir de los hallazgos identificados durante la caracterización del proceso actual, el análisis de reprocesos y reprogramaciones y la evaluación de la metodología DDMRP con apoyo del sistema WA Solutions, se formularon lineamientos de mejora orientados a fortalecer el proceso de planeación y programación de la producción en la empresa Protec.

Los lineamientos propuestos buscan reducir la dependencia de actividades manuales, mejorar la integración de la información y fortalecer la capacidad de respuesta frente a cambios en la demanda y prioridades de producción.

Tabla 13. Lineamientos de mejora propuestos

Situación identificada	Lineamiento de mejora
Información distribuida en múltiples herramientas	Consolidar la información de planeación en WA Solutions.
Actualización manual de archivos Excel	Reducir progresivamente la dependencia de herramientas manuales durante la fase de estabilización del sistema.
Reprogramaciones frecuentes por cambios de prioridad	Implementar criterios de priorización soportados en DDMRP y buffers de inventario.
Baja visibilidad de materiales críticos	Utilizar los mecanismos de monitoreo y alertas de WA Solutions para la gestión de materiales.
Dependencia de productos intermedios	Fortalecer el seguimiento de buffers asociados a inyección e impresión gráfica.

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 13 evidencia que las acciones de mejora propuestas se concentran principalmente en la integración de la información y la reducción de actividades manuales. Se observa que la mayoría de los lineamientos están orientados al fortalecimiento de WA Solutions y a la gestión de materiales mediante DDMRP, respondiendo directamente a las causas de reprocesos y reprogramaciones identificadas durante la investigación.

7.4.2 Definición de estrategias de planeación

Con base en las oportunidades de mejora identificadas, se definieron estrategias orientadas a fortalecer el proceso de planeación y programación de la producción.

Tabla 14. Estrategias de planeación propuestas

Estrategia propuesta	Descripción	Lineamiento(s) de mejora asociado(s)
Digitalización e integración del proceso de planeación	Promover la utilización progresiva de WA Solutions como herramienta principal para la gestión de la información de planeación y programación, reduciendo la dependencia de archivos independientes y facilitando la trazabilidad de los datos.	• Consolidar la información de planeación en WA Solutions. • Reducir progresivamente la dependencia de herramientas manuales durante la fase de estabilización del sistema.
Gestión proactiva de materiales y prioridades de producción	Aplicar mecanismos de monitoreo, alertas y criterios de priorización que permitan anticipar necesidades de abastecimiento y responder de manera oportuna a los cambios en la demanda.	• Implementar criterios de priorización soportados en DDMRP y buffers de inventario. • Utilizar los mecanismos de monitoreo y alertas de WA Solutions para la gestión de materiales.
Seguimiento estratégico de productos intermedios	Fortalecer el control de los productos provenientes de inyección e impresión gráfica mediante el seguimiento permanente de su disponibilidad dentro del proceso productivo.	• Fortalecer el seguimiento de buffers asociados a inyección e impresión gráfica.

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 14 presenta las estrategias de planeación propuestas para contribuir al cumplimiento de los lineamientos de mejora definidos durante la investigación. Las estrategias propuestas se enfocan principalmente en fortalecer la integración de la información, la gestión de materiales y el seguimiento de los productos intermedios, aspectos que durante el diagnóstico fueron identificados como factores críticos para el proceso de planeación y programación de la producción.

La relación entre estas estrategias y los lineamientos de mejora refleja la coherencia de la propuesta, ya que las acciones planteadas buscan fortalecer el proceso de planeación y programación mediante el uso de WA Solutions como herramienta de apoyo y la aplicación de los principios de la metodología DDMRP

7.4.3 Estructuración de propuesta final

Con base en los lineamientos de mejora y las estrategias formuladas durante la investigación, se estructuró una propuesta orientada a facilitar la implementación de las acciones definidas para el fortalecimiento del proceso de planeación y programación de la producción. La propuesta se presenta como una guía de ejecución que establece las actividades a desarrollar, los responsables, las áreas involucradas, la frecuencia de aplicación y los resultados esperados para cada estrategia planteada.

El propósito de esta estructuración es proporcionar a la empresa una hoja de ruta que permita orientar la aplicación progresiva de las estrategias propuestas, favoreciendo el aprovechamiento de las funcionalidades de WA Solutions y la incorporación de los principios de la metodología DDMRP dentro de las actividades de planeación y programación de la producción.

La Figura 18 presenta la estructura de implementación de las estrategias de mejora propuestas.

Ilustración 18. Estructura de implementación de las estrategias de mejora propuestas.



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 18 presenta el plan de acción propuesto para implementar las estrategias definidas durante la investigación. En él se integran las actividades previstas, los responsables, las áreas involucradas, los tiempos de ejecución y los resultados esperados, lo que facilita la organización y el seguimiento de cada una de las acciones planteadas.

Además, el plan incorpora actividades transversales relacionadas con la gestión del cambio, el seguimiento de indicadores, la capacitación del personal y la mejora continua, con el propósito de favorecer la sostenibilidad de la propuesta y fortalecer el proceso de planeación y programación de la producción.

La propuesta final constituye una guía estructurada para apoyar la implementación de acciones orientadas al fortalecimiento de la planeación y programación de la producción en la empresa Protec.

Su aplicación permitirá mejorar la integración de la información, optimizar el seguimiento de materiales y productos intermedios, y fortalecer la capacidad de respuesta ante cambios en la demanda. De esta manera, se espera contribuir al desarrollo de un proceso de planeación más eficiente, soportado en herramientas tecnológicas y prácticas alineadas con los principios de mejora continua.

8. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Discusión

Los resultados obtenidos durante la investigación permitieron evidenciar que el proceso de planeación y programación de la producción en la empresa Protec presenta una alta dependencia de herramientas desarrolladas en Microsoft Excel, las cuales son utilizadas para consolidar información, programar recursos y gestionar los diferentes procesos productivos. Aunque estas herramientas han permitido atender las necesidades operativas de la organización, también generan una alta carga administrativa debido a la necesidad de realizar múltiples actualizaciones manuales y verificaciones permanentes de la información.

El análisis de los indicadores productivos permitió identificar que durante el año 2025 se registraron 305 cambios de producción, afectando un total de 480.168 unidades. Asimismo, se evidenció que las prioridades de entrega constituyen una de las principales causas de reprogramación dentro de la organización, situación que impacta directamente la estabilidad de los planes de producción y aumenta la necesidad de realizar ajustes operativos sobre las programaciones previamente establecidas.

Desde el punto de vista económico, las unidades comprometidas por los cambios de producción representan un valor aproximado de $22.912 millones, estimado a partir del costo promedio de fabricación por casco. Aunque esta cifra no corresponde a pérdidas económicas directas, permite dimensionar el volumen de recursos productivos involucrados en actividades de reprogramación y ajustes operativos, resaltando la importancia de fortalecer los procesos de planeación.

Por otra parte, la evaluación de la aplicación de WA Solutions, bajo los principios de la metodología DDMRP, permitió identificar oportunidades para mejorar la gestión de la información y fortalecer la toma de decisiones. El uso de buffers de inventario, productos intermedios, programación finita y mecanismos de priorización basados en la demanda constituye una alternativa frente al modelo tradicional de planeación, caracterizado por una alta dependencia de actividades manuales.

Desde el punto de vista metodológico, esta investigación integró herramientas para el análisis de procesos, indicadores productivos y enfoques modernos de gestión de materiales, evidenciando que metodologías como DDMRP pueden aplicarse en entornos manufactureros caracterizados por una alta variabilidad de la demanda y frecuentes cambios en las prioridades de producción. Los hallazgos obtenidos aportan elementos que fortalecen el análisis de la planeación de la producción y respaldan el uso de herramientas digitales en este tipo de procesos.

8.2 Conclusiones

- Se identificó una alta dependencia de herramientas Excel y múltiples actividades manuales para la gestión de la información, lo que limita la integración de los procesos de planeación y programación y favorece la aparición de reprocesos, reprogramaciones y ajustes operativos.

- Los 305 cambios de producción registrados durante el año 2025 evidencian la recurrencia de modificaciones en la programación, afectando un total de 480.168 unidades y confirmando que las reprogramaciones constituyen una de las principales problemáticas del proceso de planeación y programación de la producción.

- Se determinó que los cambios de prioridad en los pedidos y la falta de integración de la información constituyen las principales causas de reprocesos, reprogramaciones y ajustes manuales dentro del proceso de planeación.

- Se evidenció que la aplicación de la metodología DDMRP con apoyo de WA Solutions fortalece la gestión de materiales, la visibilidad de la información y la capacidad de respuesta frente a cambios en la demanda.

- Se concluye que la propuesta de mejora formulada constituye una alternativa viable para fortalecer el proceso de planeación y programación de la producción, al establecer estrategias que contribuyen a la integración de la información, la gestión de materiales y el seguimiento de productos intermedios.

8.3 Recomendaciones

- Continuar con la estabilización e implementación de WA Solutions como herramienta principal para la gestión de la planeación de la producción.

- Realizar seguimiento mensual a indicadores como cumplimiento del plan de producción, reprogramaciones e inventarios, con el fin de evaluar el impacto de WA Solutions una vez finalice su fase de estabilización e identificar oportunidades de mejora en el proceso de planeación y programación.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2018). *Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros* (15.ª ed.). McGraw-Hill Education.

Chopra, S., & Meindl, P. (2016). *Supply chain management: Strategy, planning, and operation* (6th ed.). Pearson.

Christopher, M. (2016). *Logistics & supply chain management* (5th ed.). Pearson.

Demand Driven Institute. (2023). *Demand driven material requirements planning (DDMRP) overview*. https://demanddriveninstitute.com

Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2020). *Operations management: Sustainability and supply chain management* (13th ed.). Pearson.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.

Jacobs, F. R., Berry, W. L., Whybark, D. C., & Vollmann, T. E. (2020). *Manufacturing planning and control for supply chain management*. McGraw-Hill Education.

Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2016). *Management information systems: Managing the digital firm* (14th ed.). Pearson.

Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo* (12.ª ed.). McGraw-Hill.

Orlicky, J. (1975). *Material requirements planning*. McGraw-Hill.

Panko, R. R. (2015). What we know about spreadsheet errors. *Journal of End User Computing*, 10(2), 15–21.

Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (2015). How smart, connected products are transforming companies. *Harvard Business Review*, 93(10), 96–114.

Ptak, C., & Smith, C. (2016). *Demand driven material requirements planning (DDMRP)*. Industrial Press.

Robbins, S. P., & Coulter, M. (2018). *Administración* (13.ª ed.). Pearson.

Slack, N., Brandon-Jones, A., & Burgess, N. (2022). *Operations management* (10th ed.). Pearson.

Stadtler, H. (2005). Supply chain management and advanced planning systems. *European Journal of Operational Research*, 163(3), 575–588.

Vollmann, T. E., Berry, W. L., Whybark, D. C., & Jacobs, F. R. (2005). *Manufacturing planning and control systems for supply chain management* (5th ed.). McGraw-Hill.

Wight, O. W. (1984). *MRP II: Unlocking America's productivity potential*. Oliver Wight Publications.

ANEXOS

Anexo A. Instrumento de observación del proceso de planeación y programación de la producción

El presente instrumento de observación fue diseñado para registrar y analizar las actividades desarrolladas durante el proceso de planeación y programación de la producción en la empresa Protec. Su propósito fue identificar las herramientas utilizadas, el flujo de información, las actividades manuales, las limitaciones operativas y las situaciones que generan reprocesos y reprogramaciones, como apoyo para el diagnóstico del proceso.

Tabla A1. Instrumento de observación del proceso de planeación y programación de la producción.

Aspecto observado	Descripción de la observación	Evidencia
Recepción de pedidos	Forma en que se reciben y consolidan los pedidos de producción.	ERP SIESA / Correos

Planeación de producción	Elaboración del programa de producción.	Matriz de Pronóstico
Programación	Secuencia de fabricación y asignación de recursos.	Gantt de Producción
Gestión de materiales	Verificación de disponibilidad de materiales e inventarios.	ERP SIESA
Actualización de información	Cambios realizados durante la ejecución del plan.	Excel
Reprogramaciones	Motivos de los cambios en la programación.	Indicadores
Reprocesos	Situaciones que originan retrabajos.	Reportes internos
Uso de herramientas	Sistemas y archivos utilizados en la planeación.	SIESA, Excel y WA Solutions

Procedimiento de observación

La información fue obtenida mediante observación directa del proceso de planeación y programación de la producción, complementada con la revisión de documentos internos, indicadores de gestión y herramientas utilizadas por el área de Planeación. Durante la observación se identificaron las actividades desarrolladas, el flujo de información entre las diferentes áreas, las herramientas empleadas y las principales situaciones que ocasionan reprocesos, reprogramaciones y ajustes en la programación de la producción, como se relacionan a continuación en la Tabla A.2.

Tabla A2. Registros de observación del proceso de planeación y programación de la producción

Fecha	Área	Actividad observada	Hallazgos
mar-25	Planeación	Actualización de la Matriz de Pronóstico	Se evidenció dependencia de actualizaciones manuales en Excel.
abr-25	Planeación	Revisión de cambios de producción	Se identificaron ajustes frecuentes por cambios en prioridades de pedidos.
may-25	Planeación	Verificación de materiales	Se observaron diferencias entre la información disponible y los requerimientos de producción.

Anexo B. Evidencias complementarias de la evaluación de WA Solutions

El presente anexo reúne evidencias complementarias relacionadas con la evaluación del sistema WA Solutions durante el desarrollo de la investigación. Su propósito es respaldar el análisis realizado sobre las funcionalidades del sistema y su aporte potencial al fortalecimiento del proceso de planeación y programación de la producción en la empresa Protec.

Las evidencias presentadas corresponden a las funcionalidades analizadas durante la investigación y complementan la información expuesta en el capítulo de resultados. Estas permiten visualizar las herramientas disponibles para la gestión de materiales, la administración de buffers, la programación de operaciones y el seguimiento de productos intermedios, de acuerdo con los principios de la metodología Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP).

Ilustración B1. Pantalla de administración de buffers.

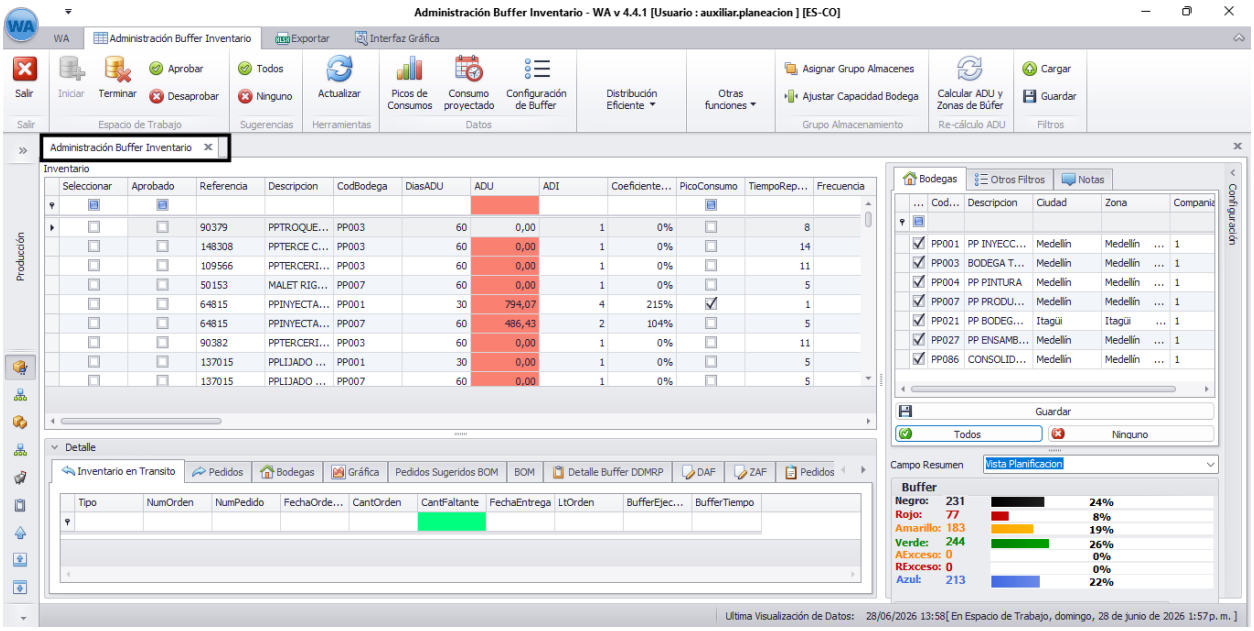
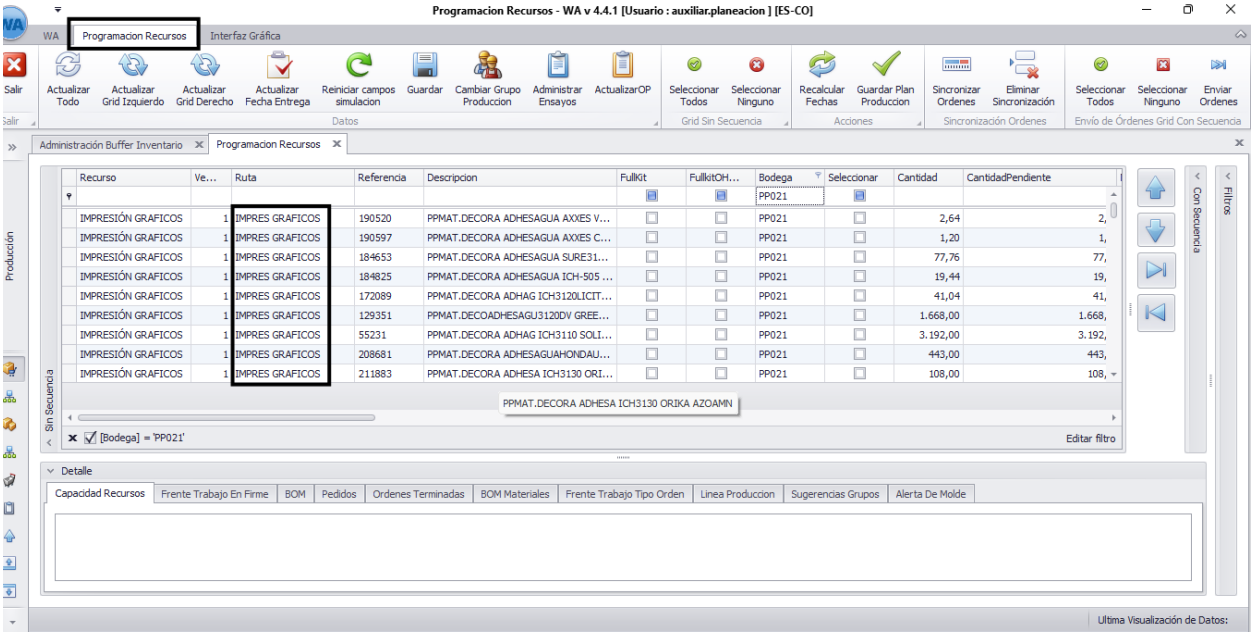


Ilustración B2. Gestión de productos intermedios.



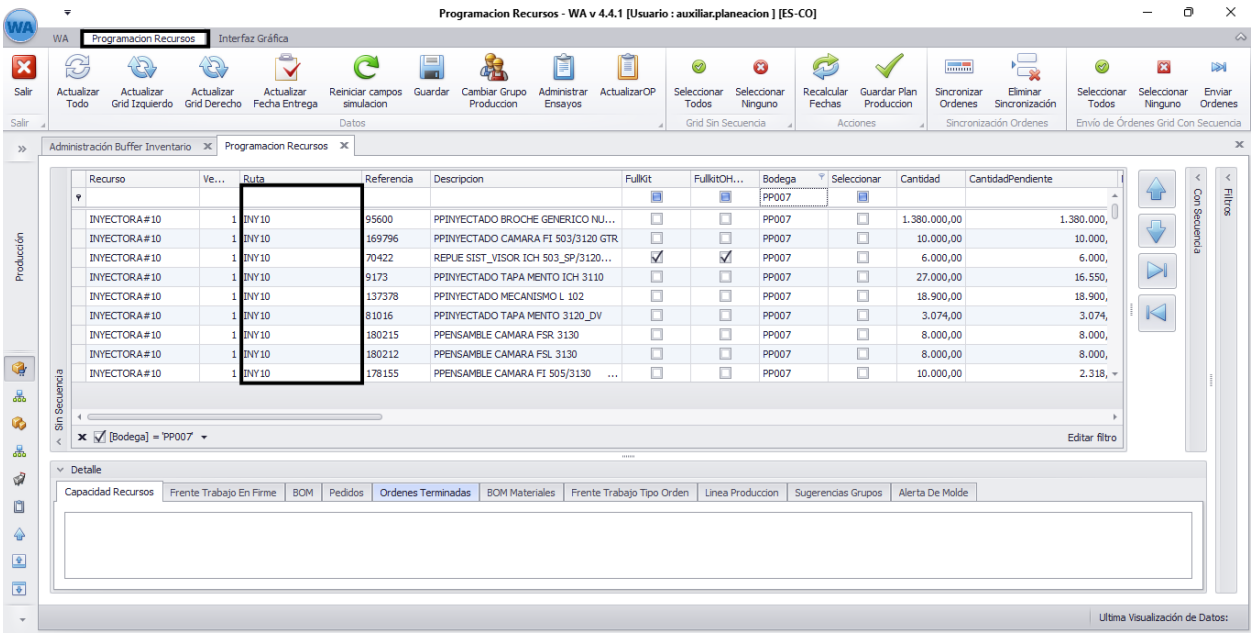
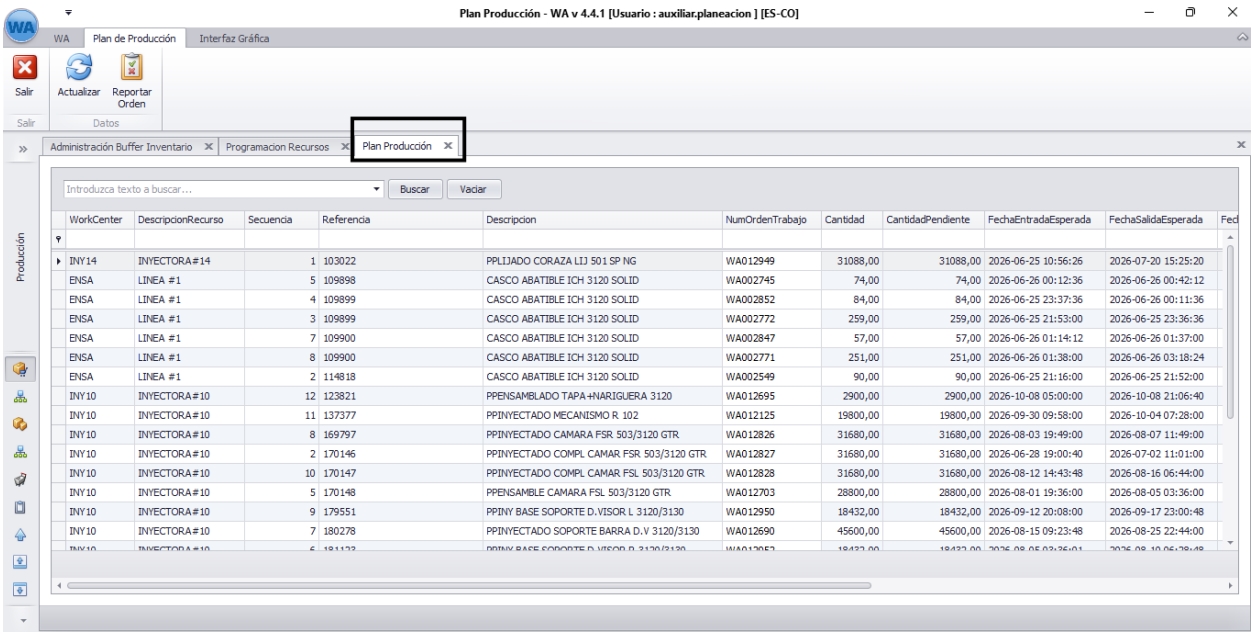
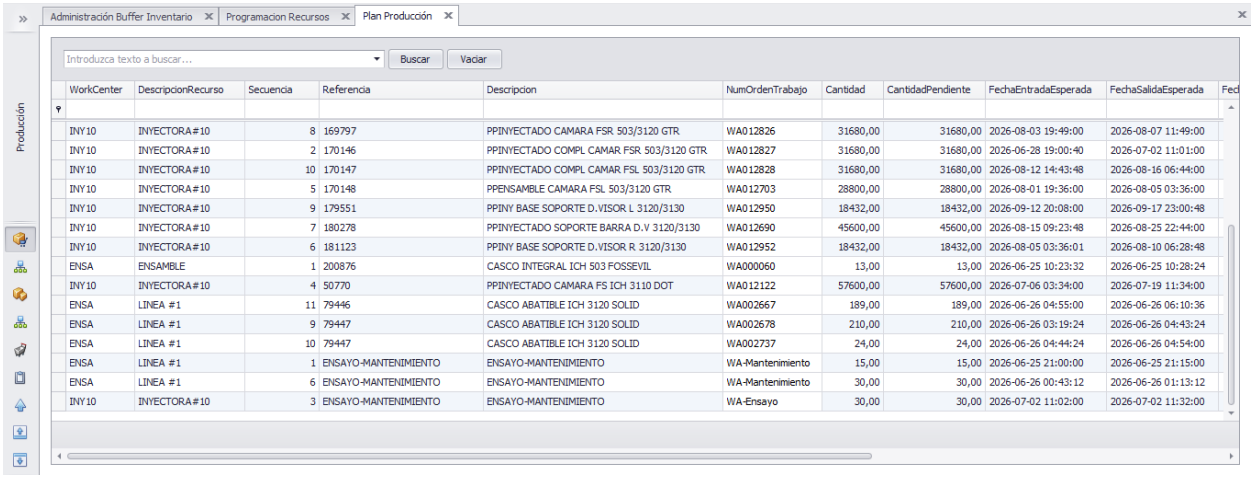


Ilustración B3. Programación finita de la producción.



WorkCenter	DescripcionRecurso	Secuencia	Referencia	Descripcion	NumOrdenTrabajo	Cantidad	CantidadPendiente	FechaEntradaEsperada	FechaSalidaEsperada	Fec
INY14	INYECTORA#14	1	103022	PPLIJADO CORAZA LIJ 501 SP NG	WA012949	31088,00	31088,00	2026-06-25 10:56:26	2026-07-20 15:25:20	
ENSA	LINEA #1	5	109898	CASCO ABATIBLE ICH 3120 SOLID	WA002745	74,00	74,00	2026-06-26 00:12:36	2026-06-26 00:42:12	
ENSA	LINEA #1	4	109899	CASCO ABATIBLE ICH 3120 SOLID	WA002852	84,00	84,00	2026-06-25 23:37:36	2026-06-26 00:11:36	
ENSA	LINEA #1	3	109899	CASCO ABATIBLE ICH 3120 SOLID	WA002772	259,00	259,00	2026-06-25 21:53:00	2026-06-25 23:36:36	
ENSA	LINEA #1	7	109900	CASCO ABATIBLE ICH 3120 SOLID	WA002847	57,00	57,00	2026-06-26 01:14:12	2026-06-26 01:37:00	
ENSA	LINEA #1	8	109900	CASCO ABATIBLE ICH 3120 SOLID	WA002771	251,00	251,00	2026-06-26 01:38:00	2026-06-26 03:18:24	
ENSA	LINEA #1	2	114818	CASCO ABATIBLE ICH 3120 SOLID	WA002549	90,00	90,00	2026-06-25 21:16:00	2026-06-25 21:52:00	
INY10	INYECTORA#10	12	123821	PPENSAMBLADO TAPA+NARIGUERA 3120	WA012695	2900,00	2900,00	2026-10-08 05:00:00	2026-10-08 21:06:40	
INY10	INYECTORA#10	11	137377	PPINYECTADO MECANISMO R 102	WA012125	19800,00	19800,00	2026-09-30 09:58:00	2026-10-04 07:28:00	
INY10	INYECTORA#10	8	169797	PPINYECTADO CAMARA FSR 503/3120 GTR	WA012826	31680,00	31680,00	2026-08-03 19:49:00	2026-08-07 11:49:00	
INY10	INYECTORA#10	2	170146	PPINYECTADO COMPL CAMAR FSR 503/3120 GTR	WA012827	31680,00	31680,00	2026-06-28 19:00:40	2026-07-02 11:01:00	
INY10	INYECTORA#10	10	170147	PPINYECTADO COMPL CAMAR FSL 503/3120 GTR	WA012828	31680,00	31680,00	2026-08-12 14:43:48	2026-08-16 06:44:00	
INY10	INYECTORA#10	5	170148	PPENSAMBLE CAMARA FSL 503/3120 GTR	WA012703	28800,00	28800,00	2026-08-01 19:36:00	2026-08-05 03:36:00	
INY10	INYECTORA#10	9	179551	PPINY BASE SOPORTE D.VISOR L 3120/3130	WA012950	18432,00	18432,00	2026-09-12 20:08:00	2026-09-17 23:00:48	
INY10	INYECTORA#10	7	180278	PPINYECTADO SOPORTE BARRA D.V 3120/3130	WA012690	45600,00	45600,00	2026-08-15 09:23:48	2026-08-25 22:44:00	



WorkCenter	DescripcionRecurso	Secuencia	Referencia	Descripcion	NumOrdenTrabajo	Cantidad	CantidadPendiente	FechaEntradaEsperada	FechaSalidaEsperada	Fec
INY10	INYECTORA#10	8	169797	PPINYECTADO CAMARA FSR 503/3120 GTR	WA012826	31680,00	31680,00	2026-08-03 19:49:00	2026-08-07 11:49:00	
INY10	INYECTORA#10	2	170146	PPINYECTADO COMPL CAMAR FSR 503/3120 GTR	WA012827	31680,00	31680,00	2026-06-28 19:00:40	2026-07-02 11:01:00	
INY10	INYECTORA#10	10	170147	PPINYECTADO COMPL CAMAR FSL 503/3120 GTR	WA012828	31680,00	31680,00	2026-08-12 14:43:48	2026-08-16 06:44:00	
INY10	INYECTORA#10	5	170148	PPENSAMBLE CAMARA FSL 503/3120 GTR	WA012703	28800,00	28800,00	2026-08-01 19:36:00	2026-08-05 03:36:00	
INY10	INYECTORA#10	9	179551	PPINY BASE SOPORTE D.VISOR L 3120/3130	WA012950	18432,00	18432,00	2026-09-12 20:08:00	2026-09-17 23:00:48	
INY10	INYECTORA#10	7	180278	PPINYECTADO SOPORTE BARRA D.V 3120/3130	WA012690	45600,00	45600,00	2026-08-15 09:23:48	2026-08-25 22:44:00	
INY10	INYECTORA#10	6	181123	PPINY BASE SOPORTE D.VISOR R 3120/3130	WA012952	18432,00	18432,00	2026-08-05 03:36:01	2026-08-10 06:28:48	
ENSA	ENSAMBLE	1	200876	CASCO INTEGRAL ICH 503 FOSSEVIL	WA000060	13,00	13,00	2026-06-25 10:23:32	2026-06-25 10:28:24	
INY10	INYECTORA#10	4	50770	PPINYECTADO CAMARA FS ICH 3110 DOT	WA012122	57600,00	57600,00	2026-07-06 03:34:00	2026-07-19 11:34:00	
ENSA	LINEA #1	11	79446	CASCO ABATIBLE ICH 3120 SOLID	WA002667	189,00	189,00	2026-06-26 04:55:00	2026-06-26 06:10:36	
ENSA	LINEA #1	9	79447	CASCO ABATIBLE ICH 3120 SOLID	WA002678	210,00	210,00	2026-06-26 03:19:24	2026-06-26 04:43:24	
ENSA	LINEA #1	10	79447	CASCO ABATIBLE ICH 3120 SOLID	WA002737	24,00	24,00	2026-06-26 04:44:24	2026-06-26 04:54:00	
ENSA	LINEA #1	1	ENSAYO-MANTENIMIENTO	ENSAYO-MANTENIMIENTO	WA-Mantenimiento	15,00	15,00	2026-06-25 21:00:00	2026-06-25 21:15:00	
ENSA	LINEA #1	6	ENSAYO-MANTENIMIENTO	ENSAYO-MANTENIMIENTO	WA-Mantenimiento	30,00	30,00	2026-06-26 00:43:12	2026-06-26 01:13:12	
INY10	INYECTORA#10	3	ENSAYO-MANTENIMIENTO	ENSAYO-MANTENIMIENTO	WA-Ensayo	30,00	30,00	2026-07-02 11:02:00	2026-07-02 11:32:00	

Ilustración B4. Visualización del estado de materiales.

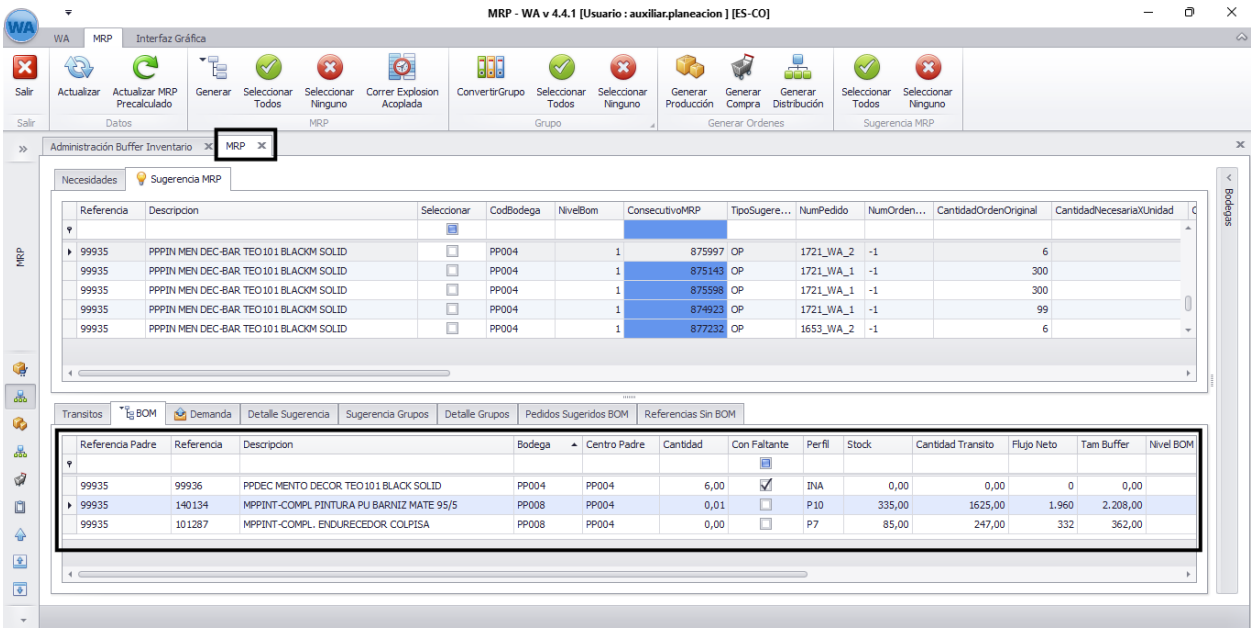


Ilustración B5. Parametrización de buffe y perfiles.

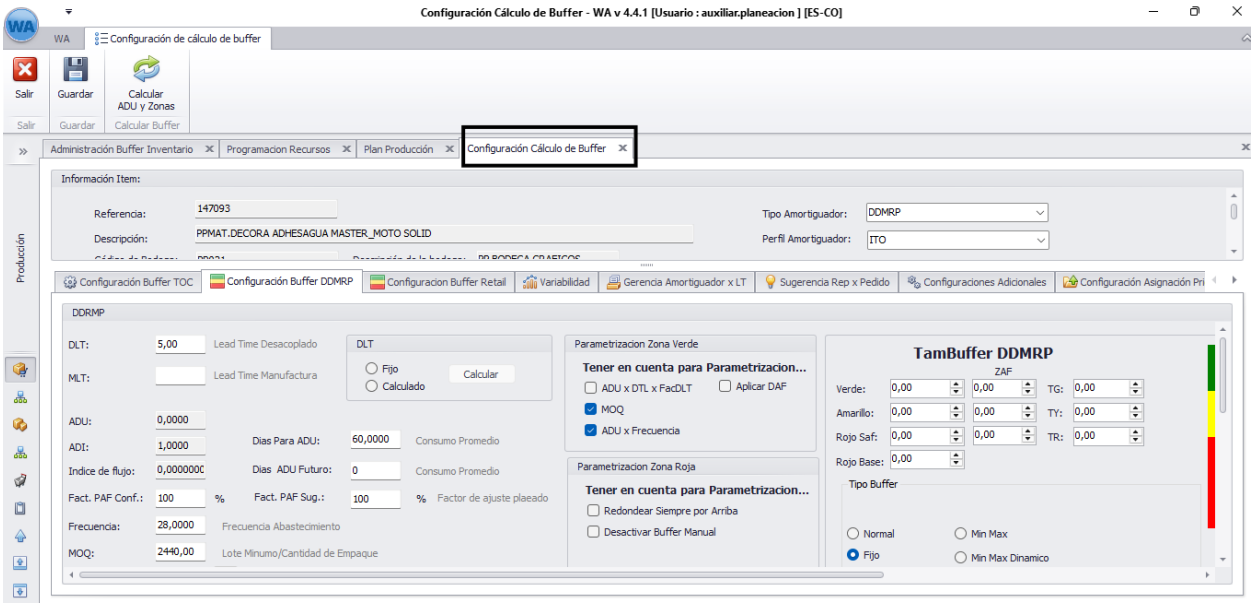


Ilustración B6. Seguimiento de órdenes de órdenes de producción.

