

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN  
CIENCIAS ADMINISTRATIVAS

**Descripción del sistema de planificación y control, caso de estudio  
en una industria manufacturera**

***Description of the planning and control system, case study in a  
manufacturing industry***

**Luis Antonio Quiroz de la Cruz<sup>1</sup>, Erik Orozco Crespo<sup>1</sup>, Sebastiana del Monserrate Ruiz  
Cedeño<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Maestría en Gestión de Proyectos, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Manabí, Ecuador  
Email: [lquiroz6669@utm.edu.ec](mailto:lquiroz6669@utm.edu.ec), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7154-5065>  
Email: [erik.orozco@utm.edu.ec](mailto:erik.orozco@utm.edu.ec), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2811-6243>  
Email: [sebastiana.ruiz@utm.edu.ec](mailto:sebastiana.ruiz@utm.edu.ec), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9887-9222>

Recibido: 17/04/2023

Aprobado: 12/06/2023

**RESUMEN**

Las empresas buscan un buen ajuste entre su sistema de planificación y control de la producción y las características del entorno, con la finalidad de mejorar el desempeño de sus operaciones. Tal situación se dificulta en el contexto de la fabricación bajo pedido, debido al procesamiento de órdenes cada vez más personalizadas. En este contexto se desarrolló esta investigación, en una empresa manufacturera destinada a la fabricación de transformadores. Persiguió describir a profundidad el sistema de planificación y control de la producción, su entorno y la repercusión que tiene el ajuste entre ambos sobre el desempeño de la empresa. Se empleó una metodología de caso de estudio con cuatro etapas, que abarcaron desde el diseño del caso, la recolección de los datos, el análisis de estos, hasta la elaboración del informe. La observación directa, la entrevista abierta y semiestructurada y la revisión documental fueron las herramientas utilizadas para la recopilación de la información. Se constata que la empresa posee un entorno de producción complejo que se combina con el bajo desarrollo y digitalización de su sistema de planificación y control, para afectar la fiabilidad, la capacidad de respuesta y la agilidad; específicamente, los tiempos de ciclo de compra y de fabricación y la flexibilidad del suministro de materias primas y componentes. Sin embargo, se identifica su enorme potencial como sistema de fabricación bajo pedido, con un

proceso de producción layout y trabajadores multitareas que apoyan la flexibilidad de fabricación.

**PALABRAS CLAVE:** Planificación de la producción; control de la producción; industria manufacturera; estudio de caso; fabricación bajo pedido.

## ABSTRACT

Companies seek a good fit between their production planning and control system and the characteristics of the environment, to improve the performance of their operations. Such a situation is difficult in the make-to-order context due to the processing of increasingly personalized orders. In this context, the research was carried out in a manufacturing company dedicated to the production of transformers. The aim was to describe in depth the production planning and control system, its environment, and the repercussion of the adjustment between the two on the performance of the company. A case study methodology was used that covered four stages which went from the design of the case, the collection of the data, the analysis of these, to the preparation of the report. Direct observation, open and semi-structured interview, and documentary review were the tools used to collect the information. The company has a complex production environment that is combined with the low development and digitalization of its planning and control system, affecting reliability, responsiveness and agility; specifically, the purchasing and manufacturing cycle times and the flexibility of the supply of raw materials and components. However, its enormous potential as a make to order system is identified with a production process, layout, and multitasking workers that support manufacturing flexibility.

**KEYWORDS:** production planning; production control; manufacturing industry; case study; make to order.

## INTRODUCCIÓN

El sistema de planificación y control de la producción (PPC, por sus siglas en inglés), es un proceso clave y de valor agregado en la industria manufacturera. Algunos autores lo consideran un recurso en sí, con capacidad, procedimientos de trabajo, que se intra e interrelaciona con otras categorías de la gestión de las operaciones y que se sostiene sobre una tecnología (Lopes de Sousa Jabbour et al., 2019). Debe ser resiliente, adaptándose continuamente a los entornos operativos y estratégicos, los requisitos complejos de los clientes y las oportunidades de la cadena de suministro (Helgeson & Roa Henríquez, 2022). El nivel de ajuste que se logre entre el PPC y su entorno determina la eficiencia, la rentabilidad y la viabilidad a largo plazo de las empresas (Oluyisola et al., 2020). Este se dificulta en el contexto de fabricación bajo pedido (MTO, en sus siglas en inglés), en el que las empresas intentan responder a una variedad más amplia de necesidades de los clientes para mejorar



su participación en el mercado, a través de productos cada vez más personalizados (Bagheri et al., 2022). Tal estrategia debe estar respaldada por un sistema de producción que garantice un buen desempeño enfocado hacia la satisfacción del cliente.

Con una visión futurista, la estrategia MTO contará con una mayor integración de datos horizontal y vertical en la cadena de valor (Mahdavisarif et al., 2022); un mayor nivel de automatización y digitalización de la producción para incrementar la flexibilidad del sistema (Kundu et al., 2018); el intercambio de datos en tiempo real entre los procesos de fabricación y las órdenes de producción (Kundu et al., 2018); y con la recepción, aceptación y programación de pedidos en tiempo real (Rahman et al., 2019). Aquí juegan un rol destacado las herramientas de la Industria 4.0 para lograr estos objetivos (Bueno et al., 2022).

La presente investigación se desarrolla en una empresa ecuatoriana productora de transformadores eléctricos que son destinados a la distribución de energía. Esta entidad no está exenta de presentar oportunidades de mejora en cuanto a productividad y competitividad; como tampoco se aleja de la realidad de las MiPyMES del país, en cuanto a los bajos niveles de digitalización y automatización de sus procesos. En ella predomina un sistema de PPC que se caracteriza por desarrollar actividades básicas de programación de la producción, basadas en la experiencia y en hojas de cálculo en Excel.

Bajo estos precedentes se planteó como objetivo describir a profundidad el sistema de planificación y control de la producción, su entorno y la repercusión que tiene el ajuste entre ambos sobre el desempeño de una empresa productora de transformadores eléctricos en el Ecuador, mediante una metodología de estudio de caso.

## MÉTODOS

Un número creciente de investigadores en el área de la Gestión de las Operaciones ha visto la necesidad de recopilar mejor información sobre las realidades de los sistemas de operaciones y desarrollar teorías mejores y más completas sobre ellos (Ebneyamini & Sadeghi Moghadam, 2018). La atención se ha centrado en cómo funcionan las técnicas cuando son adoptadas por los gerentes, más allá de la elegancia o la novedad de las matemáticas utilizadas en la programación (Childe, 2017). Por tal razón, el estudio de caso se ha consolidado como un método (Rashid et al., 2019; Yin, 2014), que ha tenido un amplio campo de aplicación en el entorno empresarial (Johansson, 2007) y ha sido especialmente poderoso en el área de la Gestión de las Operaciones, para construir y probar teorías empresariales y para la solución de problemas prácticos (Dul & Hak, 2007).

La metodología de esta investigación se definió como un estudio caso único, piloto, de diseño holístico y con alcance descriptivo, cuya metodología contó de cuatro etapas (Figura 1).



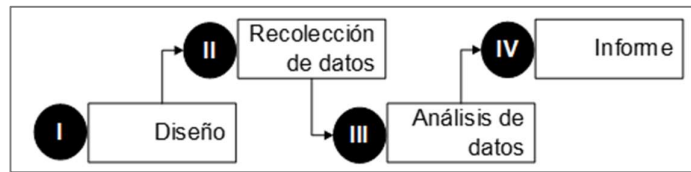


Figura 1. Metodología para el estudio de caso.

Fuente: Adaptado de Yin (2014).

### Diseño del caso de estudio

El caso de estudio se desarrolló en una empresa ecuatoriana, que produce transformadores eléctricos para la distribución de energía<sup>1</sup>. El proceso se clasifica de producción por lotes pequeños con lanzamientos frecuentes, cuya estrategia para satisfacer la demanda es MTO. El sistema de PPC se describió mediante las actividades más comunes que en él se ejecutan, las que deben ajustarse al entorno de planificación. Este último fue descrito a partir de las características del producto, del proceso y del mercado. El nivel de ajuste entre el sistema de PPC y su entorno determina el desempeño de las operaciones de la empresa (APICS, 2017). Un resumen de las dimensiones y variables a describir, así como, de las preguntas a responder ( $P_i$ ), se ilustra en la figura 2.

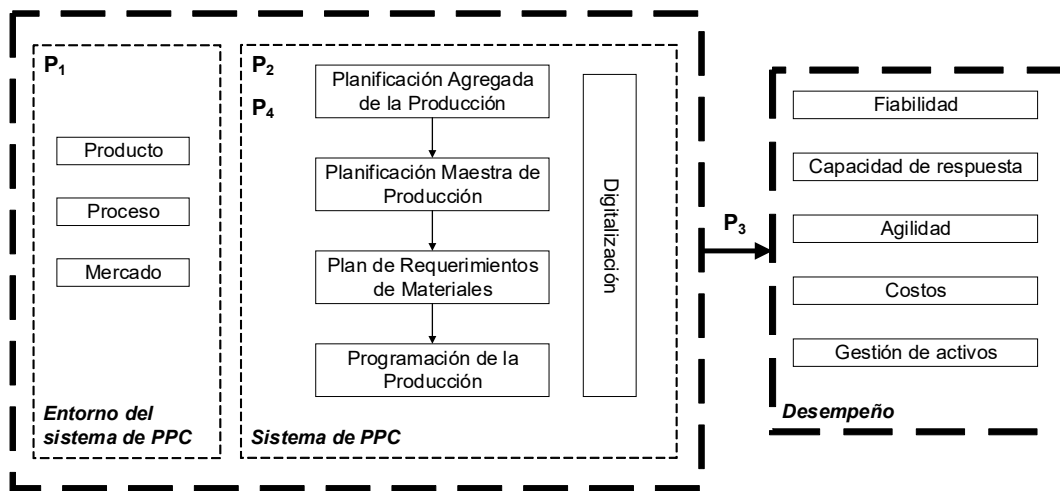


Figura 2. Variables y preguntas a responder.

Pregunta 1 ( $P_1$ ): ¿Cuáles son las principales características del entorno del sistema de PPC?

Pregunta 2 ( $P_2$ ): ¿Cuáles son las actividades de PPC que se ejecutan, ¿cómo se desarrollan y cuáles son las soluciones que se emplean?

Pregunta 3 ( $P_3$ ): ¿Qué consecuencias originan las características del entorno y el sistema de PPC implementado en el desempeño operativo del sistema?

Pregunta 4 ( $P_4$ ): ¿Cuáles son las barreras que limitan el desarrollo del sistema de PPC?

<sup>1</sup> Se omite el nombre de la empresa por razones de confidencialidad.

Este es un caso de estudio piloto, a partir del cual se desarrollarán secuencialmente futuros casos de estudios. Es por ello que también se persiguió perfeccionar la metodología de caso de estudio aquí empleada, de conjunto con sus instrumentos de recopilación de la información.

### Recolección de datos

Previamente, se envió un correo al Gerente de la Empresa especificando el objetivo general, las actividades a desarrollar, los temas y preguntas de interés, las razones que justifican la selección de la empresa y el interés de intercambiar con varios especialistas relacionados con el sistema de PPC. También, se aclaró sobre el equipo de investigadores, las instituciones auspiciantes de la investigación y una propuesta del cronograma de trabajo.

Se inició con la contextualización del sistema de producción de la empresa dentro del sector manufacturero ecuatoriano: la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU-4.0) hasta el nivel de actividad económica con literal y seis dígitos y el tamaño de la empresa según la Metodología del Directorio de Empresas y Establecimientos 2021 (INEC, 2023). Posteriormente, se desarrolló una visita guiada por el jefe de Planta (Figura 3), que abarcó los procesos clave de suministro, fabricación, distribución y devolución, la que constituyó la inmersión inicial al estudio de caso. Parte de la información aquí recopilada también alimentó al resto de las actividades de recolección de la información. Las herramientas empleadas fueron la observación directa, la revisión documental y la entrevista abierta. Los resultados fueron las anotaciones, las representaciones gráficas y la grabación de la visita en un archivo de audio.

Visita guiada			
	Revisión documental	Entrevista semiestructurada	
<b>Herramienta</b>	Observación directa, la revisión documental y la entrevista abierta	Entrevista semiestructurada	Revisión documental
<b>Pregunta a responder</b>	Inducción inicial	P <sub>1</sub> , P <sub>3</sub> y P <sub>4</sub>	P <sub>2</sub>
<b>Fuente</b>	Procesos físicos	Entrevistados	Entrevistados y las TIC
<b>Duración</b>	2 horas	2 horas entre cada par	2 horas
<b>Recursos</b>	Celular con aplicativo para la grabación de voz	Celular con aplicativo para la grabación de voz	Celular con aplicativo para la grabación de voz
<b>Producto esperado</b>	Audio, transcripciones y representaciones gráficas	Audio y transcripciones	Audio y transcripciones

**Figura 3. Actividades para la recolección de la información.**

La entrevista semiestructurada estuvo dirigida a responder las preguntas P<sub>1</sub>, P<sub>3</sub> y P<sub>4</sub>, cuyo guion se centró en las variables declaradas como entorno al sistema de PPC, con un total de 48 preguntas que se desglosaron de la manera siguiente: 10, 19 y 17 preguntas para describir el mercado, el proceso y el producto, respectivamente (P<sub>1</sub>); una pregunta para indagar sobre



P<sub>3</sub>; y otra pregunta para responder a P<sub>4</sub>. El resultado principal fue la grabación de audio por cada entrevistado, cuyos perfiles se describen en la tabla 1.

**Tabla 1. Perfiles de los entrevistados.**

Cargo	Género	Experiencia (años)	Titulación
Gerente general	Masculino	7	Ingeniero Eléctrico
Jefe de Producción	Masculino	4	Ingeniero Eléctrico
Contador	Femenino	7	Ingeniera en Auditoría

La revisión de archivos físicos o electrónicos se desarrolló para responder a la pregunta P<sub>2</sub>. En esta actividad se empleó la entrevista abierta. El resultado principal fueron las anotaciones y la grabación de audio.

### **Análisis de los datos**

Se siguió un proceso de triangulación de fuentes y de instrumentos de recolección de datos (Creswell & Poth, 2018). Los audios fueron transcritos y guardados en documentos independientes. Según recomiendan Creswell y Poth (2018), los archivos de audio fueron previamente escuchados por varios miembros del equipo para la triangulación entre investigadores, los que en una sesión de trabajo adicional fueron generando los resultados mediante un proceso de unificación, interpretación y síntesis para la conformación del informe final.

Fueron considerados los criterios de Yin (2014) para garantizar la calidad del estudio de caso: validez de constructo, validez externa y fiabilidad. Estos criterios también fueron considerados de forma similar en otros estudios de casos de Gestión de las Operaciones y Cadenas de Suministro, por autores tales como, Mittal et al. (2020) y Sundarakani et al. (2021). La validez de constructo se garantizó al establecer la cadena de evidencia, que demuestra la objetividad y transparencia del proceso desarrollado, a través del cual los datos y las notas de campo se fueron convirtiendo en conclusiones (Sadeghi Moghadam et al., 2021). Al ser un caso de estudio único, la validez externa se buscó a partir de la generalización analítica, para corroborar la consistencia entre los resultados emergentes del estudio de caso y su dominio teórico (Barratt et al., 2011; Yin, 2014).

Se apuntó hacia la fiabilidad al detallar en el protocolo y aportar la base de datos de la investigación. En este sentido, se tomaron las medidas apropiadas para reducir el sesgo del entrevistador, ya que un sólo investigador realizó las preguntas durante todo el período, lo que garantizó que estas siempre se plantearan de la misma manera (Dora et al., 2016; Yin, 2014).

### **Informe**

No existe una regla general para redactar los informes de un caso de estudio (Sadeghi Moghadam et al., 2021; Yin, 2014). Sin embargo, en este informe se cuidó de no prescindir de la descripción del caso por parte de los participantes en el estudio, de las relaciones, de



los detalles del protocolo de campo, de la interpretación, del análisis del material empírico y de las conclusiones (Rashid et al., 2019).

## RESULTADOS

La empresa se clasifica con el código C2710.11 al dedicarse a la fabricación de transformadores de distribución, es de tamaño mediana al superar el millón de dólares en sus ventas anuales y fue fundada el 24 de septiembre de 2015.

### **P1: ¿Cuáles son las principales características del entorno del sistema de PPC?**

Se fabrican tres familias de productos: transformadores monofásicos, transformadores trifásicos y cajas de maniobra. Los primeros se dividen en monofásico, monofásico *pad mounted* malla y monofásico *pad mounted* radial, con variantes que van desde cinco hasta los 75 Kva; los segundos en trifásico convencional, trifásico *pad mounted* malla y trifásico *pad mounted* radial, con variantes que van desde 30 hasta los 400 Kva; los últimos se dividen en dos, tres y cuatro salidas. La nomenclatura se compone de un total tres familias, siete tipos de productos y 72 variantes, pudiendo superar esta cantidad en dependencia de la personalización de la orden de los clientes. El producto más vendido es el transformador monofásico, y los productos *pad mounted* aportan los mayores ingresos.

Por lo general, los pedidos se ajustan a los diseños de la empresa, con casos muy particulares que cambian ciertos requisitos a nivel de variantes. El jefe de Producción es el encargado de esta labor, que también se encarga de definir las características y parámetros, así como, de los requerimientos tecnológicos del producto. No se desarrollan otras actividades relacionadas con el diseño del producto.

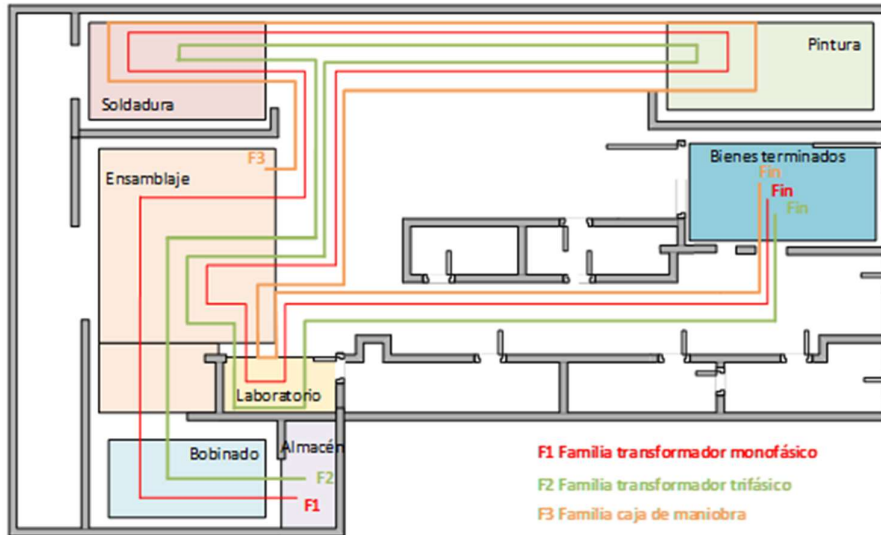
Las partes y componentes de los productos están en la mente del jefe de Producción y del Gerente General. Formalmente, no existen las listas de materiales de los productos, ni tampoco documentos que reflejen los controles de cambio en el diseño de las variantes. Para esta investigación se construyó la lista de materiales del transformador monofásico, dando como resultado un total de tres niveles: cuatro componentes en el nivel 1 (parte activa, tanque o cuba, accesorios internos y accesorios externos); tres componentes en el nivel 2; y 45 ítems en el nivel 3 que varían dependiendo de la variante. La empresa llega a gestionar anualmente en el aprovisionamiento hasta 213 ítems con códigos diferentes.

Tecnológicamente, predominan las operaciones de ensamblado, con procesos de soldadura y uniones mecánicas; en menor medida, se desarrollan operaciones de deformación, eliminación de material, tratamiento térmico y limpieza y tratamiento de superficies. Se adicionan actividades de inspección, manejo de materiales y almacenamiento. El 33,33% de estas actividades son manuales y el 66,66% son sistemas trabajador máquina, no existiendo actividades automatizadas. Al combinar los productos y las actividades puede decirse que el



proceso productivo es capaz de desarrollar hasta 999 productos-operaciones diferentes, lo que da una medida de su flexibilidad.

Los centros de trabajo se agrupan en cinco áreas: bobinado, soldadura, pintura, ensamblaje y laboratorio, para una distribución de flujo flexible o funcional. El movimiento de las familias se realiza con ineficiencias visibles en la vista en planta (Figura 4).



**Figura 4. Layout y flujo de materiales en el taller de fabricación**

Plantean que el cuello de botella es movable, dependiendo de la composición de productos que conformen el lanzamiento de la orden de producción. En tales casos, se toman las medidas necesarias para reajustar la cantidad de trabajadores por centro de trabajo, lo que destaca la flexibilidad de la mano de obra. Se desconocen cuáles son los recursos restringidos por capacidad.

La producción defectuosa es baja, como resultado de los constantes reprocesos para calibraciones los que emergen como buenas reservas de productividad. Dentro de las no conformidades se destacan las fugas de aceite, problemas en el breaker, problemas en el empaque y problemas en los *bushing*. Puede ocurrir el deterioro del producto en manos del cliente, el cual se retorna a la fábrica como parte del servicio de garantía. Un caso particular es la refabricación de las cubas, como práctica de economía circular. En todas estas situaciones, los componentes o productos se incorporan como carga de trabajo al flujo directo de producción para su reproceso o refabricación; y es el jefe de Producción quién decide a qué etapa del proceso productivo dirigirlos.

Los productos son de ciclo de vida largo y no deben entrar en la etapa de declive en los próximos 20 años. La empresa comercializa en los mercados B2B y B2C. Los pedidos de los clientes se consolidan mensual, semanal y diario para lanzar las órdenes en lotes pequeños y frecuencia semanal. Si la orden es voluminosa penetra hasta la actividad de compra (60%), ya que no se dispone de grandes niveles de inventario de materiales y componentes; en caso



contrario irá directo a la fabricación (30%); mientras que el 10% restante penetran hasta la etapa de diseño del producto.

El tiempo de cumplimiento de la orden depende de su penetración, de su volumen y del tipo de transformador, y en menor medida de los reprocesos y la refabricación. Abarca desde que se acepta la orden hasta que esta se dispone en el almacén de productos terminados; e incluye la compra, el diseño y la fabricación, según sea el caso. No incluye la distribución ya que esta ocurre en la planta y corre a cargo del cliente. El tiempo de fabricación depende del tipo de transformador, para el que manejan diez días para los transformadores monofásicos y 30 días para los trifásicos, que incluye una holgura de cinco días, aproximadamente. El incremento de la demanda en los últimos tiempos desfavorece la duración de la entrega debido a cuestiones de capacidad, bajo la frase *“lo importante es vender, más allá de la fiabilidad del sistema de producción”*.

No existe un calendario de entrega anual pactado con los clientes. Desarrollaron pronósticos para el 2023 basados en métodos cualitativos, que se basaron en las ventas del 2022 con un incremento del 15 al 20%. El lanzamiento de la orden de compra ocurre cuando el cliente anticipa el 50% del pago de su pedido. En este proceso llegan a gestionarse hasta 213 ítems, que provienen de 154 proveedores nacionales e internacionales (Tabla 2).

**Tabla 2. Proveedores nacionales e internacionales.**

Proveedor	Cantidad	Tiempo de entrega
Nacional	150	1-3 días
Internacional- China	1	2-3 meses
Internacional- USA	1	1 mes
Internacional- Colombia	3	1 mes

Además de vender sus productos finales, comercializan partes y componentes, lo que complejiza la estructura de la demanda al ser esta dependiente e independiente. La primera se distribuyó en 115 clientes en el 2022, y la otra sucede con poca frecuencia. Los entrevistados coincidieron al resaltar el bajo nivel colaborativo con proveedores y clientes. El buffer principal se concentra en los niveles de inventario de partes y componentes, que no son suficientes para enfrentar la variabilidad y la incertidumbre de la demanda.

**P2: ¿Cuáles son las actividades de PPC que se ejecutan, ¿cómo se desarrollan y cuáles son las soluciones que se emplean?**

Las actividades que se desarrollan se basan totalmente en la vasta experticia del Gerente General y del jefe de Producción. La capacidad de producción del taller es desconocida, recurriendo al trabajo de horas extras para solventar las variaciones en la demanda. La capacidad de producción y los tiempos estándares nunca han sido estudiados.

En noviembre de 2022 compraron varios materiales y componentes que no llegan a la fecha de abril de 2023, lo que ha llevado a la empresa a incumplir con los plazos de entrega y a comprar en el mercado nacional encareciendo el costo de producción. Los materiales y



componentes importados son los que mayormente inciden en esta situación, a la que se añaden aquellos que se adquirirían en el mercado nacional y que hoy no se encuentran producto del desabastecimiento postpandemia.

La programación de la producción es progresiva de carga infinita. Se reciben los pedidos, se consolidan, se lanzan las órdenes de compra, de diseño o de producción, según corresponda. Finalmente, se proyectan todas las actividades que deben ser completadas. Las órdenes de producción se asignan a un centro de trabajo según requiera el flujo de actividades del proceso de producción. La secuenciación de las órdenes considera los pedidos en el flujo directo e inverso y es realizada por el Gerente General, estableciendo las prioridades según el tipo de cliente. El control de la producción no va más allá de la realización de inspecciones frecuentes sobre los recursos para que no existan sobrecargas, ni grandes retrasos en las entregas de los pedidos; pero no existe un sistema de control de la producción instituido.

El Excel es el soporte tecnológico empleado por excelencia, al que se añade un demo de Trello para la gestión de pedidos. En el Excel se controlan las cantidades atrasadas de transformadores, los pendientes por fabricar en el mes y en el mes siguiente, los que están en proceso y su estado de avance y las cantidades de materiales y componentes. Todo esto desglosado hasta el nivel de variante de producto.

**P3: ¿Qué consecuencias originan las características del entorno y el sistema de PPC implementado en el desempeño operativo del sistema?**

Respecto al producto y el proceso puede decirse que: (i) la compleja lista de materiales, la gran cantidad de códigos diferentes que manejan en el aprovisionamiento, unido a la baja planificación de este, alargan el tiempo de ciclo para el cumplimiento de las órdenes, específicamente, el tiempo de ciclo de compra para la fabricación de las órdenes de alto volumen; (ii) la nula automatización de las operaciones, el desconocimiento de los tiempos estándar, las aproximaciones de la capacidad de producción, la gran cantidad de variantes y de piezas operaciones diferentes, unidos a una programación de la producción basada en la experiencia, alargan el tiempo de ciclo para el cumplimiento de las órdenes, y dentro de este, el tiempo de ciclo de fabricación. Ambas situaciones afectan, tanto a la confiabilidad como a la capacidad de respuesta.

A lo anterior se añade que: (iii) el bajo nivel de colaboración con los proveedores, sobre todo con los internacionales, que la mayor parte de los pedidos penetren hasta los procesos de compra y que todos los productos lleven al menos un material o componente importado, afecta la flexibilidad de los flujos directos e inversos implícitos en el suministro de materiales y componentes; (iv) el bajo nivel de colaboración con los clientes impide conocer de antemano la demanda, lo que impide adquirir con anterioridad aquellos ítems que deben importarse. Tal situación desfavorece la flexibilidad del suministro y por tanto la agilidad.

El desempeño del sistema de producción se ve favorecido por las situaciones siguientes:



- Es regular que las órdenes se entregan en su totalidad y con el producto indicado, con la documentación establecida y en perfecto estado.
- El tiempo de ciclo para la entrega no afecta el tiempo de cumplimiento de la orden, debido a que el pedido se entrega en planta.
- La empresa es mediana con poca burocracia administrativa, lo que favorece los flujos inversos. Estas órdenes tienen prioridad en la secuenciación de la producción, aun cuando esto no implique el buen desempeño operativo del sistema de producción.
- La cantidad de componentes que se adquieren, la cantidad de piezas operaciones diferentes que se pueden ejecutar en el proceso de producción, el layout flexible y los trabajadores multitareas son fuentes para la flexibilidad de la fabricación, por lo que favorecen la agilidad.
- La práctica de economía circular, que implica a la refabricación de la cuba, mejora el desempeño medioambiental de la empresa.

#### **P4: ¿Cuáles son las barreras que limitan el desarrollo del sistema de PPC?**

Los entrevistados plantean que hasta hace un tiempo no habían considerado sofisticar el sistema de PPC y continuarían desarrollando estas actividades sobre la base de la experiencia y el empleo de las soluciones actuales. No obstante, tomarían alguna decisión al respecto en caso de que la demanda continúe con tendencia positiva, se incremente la variedad de productos y los servicios ofertados o crezca la cartera de clientes. En cuyo caso, identifican como principales barreras: la preparación del personal en temas relacionados con la PPC, requiriendo entrenamiento en este sentido; y la falta de comprensión de la importancia que tiene el sistema de PPC para el incremento de la sostenibilidad y la sustentabilidad de la empresa.

## **DISCUSIÓN**

Durante el desarrollo del estudio de caso piloto se constatan dudas en los entrevistados respecto a términos y definiciones empleados alrededor de las dimensiones y variables tratadas en la investigación, que conllevaron a disímiles explicaciones *in situ*, sobre todo en la entrevista semiestructurada. Sobre este instrumento cabe añadir que, aplicarlo a un número impar de entrevistados contribuye con el proceso de triangulación de los investigadores y por transitividad con la fiabilidad del estudio de caso. Además, se percibe que los entrevistados no han centrado su atención en reflexionar acerca del sistema de PPC, las barreras que impiden su desarrollo y las consecuencias que esto origina cuando se combina con un entorno complejo. Toda esta situación resalta la importancia de los casos piloto y su utilidad para perfeccionar los instrumentos de recolección de datos (Yin, 2014). Se puede añadir que, emplear la metodología de caso de estudio para abordar la descripción del sistema de PPC y



su entorno, ratifica su efectividad para desarrollar estudios más profundos, mejores y más completos sobre las realidades de los sistemas de operaciones (Ebneyamini & Sadeghi Moghadam, 2018).

Las descripciones obtenidas para las variables consideradas en el estudio de caso se asemejan a un contexto típico de un sistema MTO (Bagheri et al., 2022). El crecimiento de la demanda, su variedad y de la cartera de clientes, con necesidades crecientes de personalización masiva, incrementan la incertidumbre de la demanda (Demartini et al., 2019). La numerosa cantidad de materiales y componentes en la lista de materiales, unido a un proceso básico de diseño de productos, destacan oportunidades de mejora en las etapas de diseño, fabricación y servicio al cliente. El nulo nivel de automatización del proceso productivo unido a la baja estandarización, se destacan como una enorme brecha que podría ser la oportunidad para el comienzo en el camino hacia la automatización y de la Industria 4.0 (Kundu et al., 2018). Esta complejidad tendrá que ser enfrentada por la empresa de manera efectiva si quiere sobrevivir ante un futuro que se le vislumbra prometedor pero incierto.

La empresa desarrolla su PPC de forma empírica y con bajos niveles de desarrollo y digitalización, con consecuencias negativas en su desempeño, sobre todo en aquellos atributos relacionados con el cliente. La solución podría comenzar con las actividades relacionadas al Plan Maestro de Producción y con la programación de la producción. Considerar este inicio, adaptado parcial o totalmente al entorno complejo de la empresa, les permitirá obtener los beneficios de estas actividades y sentar las bases para aquellas relacionadas con la Planificación de los Requerimientos de Materiales, capacidad de producción, dimensionamiento de lotes, entre otras.

Las barreras que limitan el desarrollo del sistema de PPC, y que refieren a la preparación del personal y a la incomprensión de la importancia que este sistema tiene para el desempeño y la competitividad, coinciden con las listadas por Khanzode et al. (2021).

## **CONCLUSIONES**

Las variables tratadas en el estudio de caso permiten describir el entorno del sistema de PPC, las actividades que comúnmente se desarrollan en él, sus principales soluciones y las barreras que limitan su desarrollo, así como, las consecuencias que origina un mal ajuste sobre el desempeño de la empresa. Emplear la metodología de estudio de caso permite responder a las preguntas de investigación de forma efectiva, a través de descripciones profundas. Seleccionar este caso como piloto es vital para el desarrollo de futuros estudios similares y para el perfeccionamiento de los instrumentos de recolección de datos y de la metodología en general.



Las características complejas del entorno de producción se combinan con el bajo nivel de desarrollo y digitalización del sistema de PPC de la empresa, para afectar el desempeño del sistema de producción, específicamente en aquellos atributos centrados en el cliente. Impactan desfavorablemente sobre el tiempo de ciclo para el cumplimiento de las órdenes de los clientes y, por tanto, deterioran el comportamiento de la fiabilidad y de la capacidad de respuesta de la empresa. Se añaden las afectaciones sobre la flexibilidad del suministro en sus flujos directos e inversos, las que inciden negativamente sobre la agilidad.

Se identifica que la empresa posee un excelente potencial en cuanto a la flexibilidad del proceso de producción, para enfrentar una estrategia MTO. Un buen punto de partida podría ser la elaboración del MPS en hojas de cálculo en Excel, de conjunto con la aplicación de técnicas sencillas para la programación de la producción, que consideren la capacidad de los procesos.

## REFERENCIAS

- APICS. (2017). *Supply Chain Operations Reference Model. SCOR. Version 12.0.* <https://n9.cl/fnyiv>
- Bagheri, F., Demartini, M., Arezza, A., Tonelli, F., Pacella, M., & Papadia, G. (2022). An Agent-Based Approach for Make-To-Order Master Production Scheduling. *Processes*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/pr10050921>
- Barratt, M., Choi, T. Y., & Li, M. (2011). Qualitative case studies in operations management: Trends, research outcomes, and future research implications. *Journal of Operations Management*, 29(4), 329-342. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2010.06.002>
- Bueno, A., Filho, M. G., Carvalho, J. V., & Callefi, M. (2022). Smart Production Planning and Control Model. *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 256, 253-267. [https://doi.org/10.1007/978-981-16-5063-5\\_21](https://doi.org/10.1007/978-981-16-5063-5_21)
- Childe, S. J. (2017). Case studies in the management of operations. *Production Planning & Control*, 28(1). <https://doi.org/10.1080/09537287.2017.1257464>
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry and research design. Choosing among five approaches* (4th Ed.). SAGE Publications. <https://n9.cl/vjejo>
- Demartini, M., Evans, S., & Tonelli, F. (2019). Digitalization Technologies for Industrial Sustainability. *Procedia Manufacturing*, 33, 264–271. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.04.032>
- Dora, M., Kumar, M., & Gellynck, X. (2016). Determinants and barriers to lean implementation in food-processing SMEs – a multiple case analysis. *Production Planning & Control*, 27(1), 1–23. <https://doi.org/10.1080/09537287.2015.1050477>



- Dul, J., & Hak, T. (2007). *Case study methodology in business research*. Routledge. <https://n9.cl/d2s3x>
- Ebneyamini, S., & Sadeghi Moghadam, M. R. (2018). Toward Developing a Framework for Conducting Case Study Research. *International Journal of Qualitative Methods*, 17(1). <https://doi.org/10.1177/1609406918817954>
- Helgeson, J. F., & Roa-Henriquez, A. (2022). A Theoretical Framework for Supply Chain Resilience Planning. En C. C. Price. (Ed.) *International Series in Operations Research and Management Science (Vol. 332)*. (pp. 159-189) [https://doi.org/10.1007/978-3-031-09183-4\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-031-09183-4_8)
- INEC. (2023). *Metodología del Directorio de Empresas y Establecimientos 2022*. <https://n9.cl/ow5pp>
- Johansson, R. (2007). On Case Study Methodology. *Open House International*, 32(3), 48–54. <https://doi.org/10.1108/OHI-03-2007-B0006>
- Khanzode, A. G., Sarma, P. R. S., Mangla, S. K., & Yuan, H. (2021). Modeling the Industry 4.0 adoption for sustainable production in Micro, Small & Medium Enterprises. *Journal of Cleaner Production*, 279. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123489>
- Kundu, K., Rossini, M., & Portioli-Staudacher, A. (2018). Analysing the impact of uncertainty reduction on WLC methods in MTO flow shops. *Production & Manufacturing Research*, 6(1), 328–344. <https://doi.org/10.1080/21693277.2018.1509745>
- Lopes de Sousa Jabbour, A. B., Rojas Luiz, J. v, Rojas Luiz, O., Jabbour, C. J. C., Ndubisi, N. O., Caldeira de Oliveira, J. H., & Junior, F. H. (2019). Circular economy business models and operations management. *Journal of Cleaner Production*, 235, 1525–1539. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.349>
- Mahdavisarif, M., Cagliano, A. C., & Rafele, C. (2022). Investigating the Integration of Industry 4.0 and Lean Principles on Supply Chain: A Multi-Perspective Systematic Literature Review. *Applied Sciences*, 12(2). <https://doi.org/10.3390/app12020586>
- Mittal, S., Khan, M. A., Purohit, J. K., Menon, K., Romero, D., & Wuest, T. (2020). A smart manufacturing adoption framework for SMEs. *International Journal of Production Research*, 58(5), 1555–1573. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1661540>
- Oluyisola, O. E., Sgarbossa, F., & Strandhagen, J. O. (2020). Smart production planning and control: Concept, use-cases and sustainability implications. *Sustainability (Switzerland)*, 12(9). <https://doi.org/10.3390/su12093791>
- Rahman, H. F., Janardhanan, M. N., & Nielsen, I. E. (2019). Real-Time Order Acceptance and Scheduling Problems in a Flow Shop Environment Using Hybrid GA-PSO Algorithm. *IEEE Access*, 7, 112742–112755. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2935375>



- Rashid, Y., Rashid, A., Warraich, M. A., Sabir, S. S., & Waseem, A. (2019). Case Study Method: A Step-by-Step Guide for Business Researchers. *International Journal of Qualitative Methods*, 18. <https://doi.org/10.1177/1609406919862424>
- Sadeghi Moghadam, M. R., Ghasemnia Arabi, N., & Khoshsima, G. (2021). A Review of Case Study Method in Operations Management Research. *International Journal of Qualitative Methods*, 20. <https://doi.org/10.1177/16094069211010088>
- Sundarakani, B., Ajaykumar, A., & Gunasekaran, A. (2021). Big data driven supply chain design and applications for blockchain: An action research using case study approach. *Omega*, 102, 102452. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.omega.2021.102452>
- Yin, R. K. (2014). *Case study research: Design and methods* (5<sup>th</sup> Ed.). SAGE Publications, Inc. <https://doi.org/10.3138/cjpe.30.1.108>

