

SISTEMA INTELIGENTE DE CONTROL DE PRODUCCIÓN BASADO EN POWER BI Y AUTOMATIZACIÓN DE DATOS

INTELLIGENT PRODUCTION CONTROL SYSTEM BASED ON POWER BI AND DATA AUTOMATION

Sosa Pintle Ana María¹, Porras Aguirre Josefina², Martínez Ramírez Violeta³,
Machorro Teresa Luciano⁴, Mezura Galindo Adrián Uriel⁵

¹Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Puebla, ana.sosa@puebla.tecnm.mx, <https://orcid.org/0009-0000-6529-9793>

²Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Puebla, josefina.porras@puebla.tecnm.mx, <https://orcid.org/0009-0006-3316-7511>

³Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Puebla, violeta.martinez@puebla.tecnm.mx, <https://orcid.org/0000-0003-1518-786X>

⁴Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Puebla, teresa.luciano@puebla.tecnm.mx, <https://orcid.org/0000-0003-3979-9369>

⁵ Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Puebla, i20222174.19@puebla.tecnm.mx, <https://orcid.org/0009-0003-4078-5658>

<https://doi.org/10.61117/ipsumtec.v8i2.424>

Resumen – El siguiente trabajo, expone las fases de creación de la automatización de software que controla los flujos de producción registrados dentro del área industrial. El desarrollo del proyecto se llevó a cabo bajo un enfoque práctico y estructurado, basado en la metodología de modelo de cascada. Este enfoque permitió construir el sistema por etapas, validando continuamente su funcionalidad con los usuarios clave en la planta. A lo largo del proceso se combinaron técnicas de análisis de requerimientos, diseño de bases de datos, desarrollo de aplicaciones no-code en Tulip, modelado de datos en Power BI y visualización de indicadores clave de desempeño (KPIs).

Palabras Clave: dashboard, Power Bi, TULIP, silos.

Abstract -- The following work outlines the stages of creating software automation that controls production flows within the industrial area. The project was developed using a practical and structured approach, based on the waterfall model methodology. This approach allowed the system to be built in stages, continuously validating its functionality with key users at the plant. Throughout the process, techniques such as requirements analysis, database design, no-code application development in Tulip, data modeling in Power BI, and key performance indicators (KPI) visualization were combined.

Key words – dashboard, Power Bi, TULIP, silos.

INTRODUCCIÓN

La Secretaría de Agricultura reporta el liderazgo de cinco estados en producción agrícola (1). En México existen instaladas una gran cantidad de plantas productivas que generan una economía en movimiento constante. Dentro

las plantas agrícolas, se destacan desde las cosechas de verduras como maíz, papa, jitomate, caña de azúcar, alfalfa (estados de mayor producción: Jalisco, Sinaloa, Veracruz, Oaxaca, Chihuahua hasta las plantas ornamentales como cempashúchil, orquídea, dalia (Estados de mayor producción: Ciudad de México, Puebla y Morelos: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2).

Lo referente a plantas Industriales de relevancia, se encuentran del sector automotriz, electrónicas, bebidas, minería, energía, etc. La industria automotriz destaca por generar 3.8. del PIB lo que significa al 20% de las exportaciones totales en México. En segundo lugar, se ubica la industria electrónica que representa el 6% de las exportaciones anuales en el país. La industria Aeroespacial ha venido sosteniendo un crecimiento significativo alcanzando en sus exportaciones más de 9 mil millones de dólares anuales. Le sigue, la producción Alimentos bebidas ya que aporta el 4% del PIB. Además, con la industria Textil, sector turismo, energética, de construcción, TIC's, Farmacéutica se posicionan en el Top Ten de los sectores que soportan significativamente en el desarrollo económico en México, publicado en Tijuana EDC (3)

El cometido de este último rubro es modernizar y simplificar los procesos de producción en las plantas para que cumplan estándares internacionales en sus reglas, existen diversas aplicaciones de softwares como TULIP que facilitan esta y otras múltiples tareas que coadyuvan en el alcance de indicadores de desempeño industrial. EL portal en la web de TULIP (4), muestra los objetivos específicos a alcanzar con el software en el rubro de "fabricación discreta". La cual está orientada principalmente a eliminar los silos de acuerdo con la RAE (5): contenedores de almacenamiento a granel, sinónimo de almacén, obtención de información valiosa y optimización de flujos de trabajo. Sobre este último versa

el objetivo del desarrollo en comento y relativo a tiempo muertos en el área de producción.

La aplicación TULIP se define como un ecosistema abierto, donde es posible integrar a otros sistemas de software, hardware e IA con facilidad y así, potenciar sus beneficios adaptados a las necesidades del cliente, dentro de los cuales destaca a ORACLE, snowflake, LandingAI, HighByte, etc.

La Universidad de Bordeaux, Francia (6) define a TULIP como un software basado en lenguaje C++ que visualiza información dedicada al análisis de datos, la cual contempla biblioteca de componentes para datos relacionales para su reutilización.

Además, TULIP nace como una plataforma de no-code de fabricación digital que subyace la tecnología MES (Manufacturing Execution System) cuyo cometido es supervisar y controlar la producción para análisis en tiempo real así lo indica su portal Nine Aptitudes (7).

Los indicadores de desempeño necesarios a identificar durante la producción revelan información de suma importancia para la empresa en la etapa de supervisión y gestión. Los llamados KPI's provienen del inglés key performance indicator: indicador clave de rendimiento. Una de las características de ellos es ser medible y específico. Beneficios: ayuda a lograr objetivos estratégicos, información acerca de una buena planificación de los recursos, realiza seguimientos para controlar e incidir favorablemente, permea en la visión integrada de colaboradores y empresa, afirmado en el portal de ASANA (8).

Importancia de un DashBoard en un sistema informático.

Como un tablero digital, permite visualizar a la vez diferentes componentes gráficos y monitorear la información estadística en tiempo real. Su significado estratégico es el relativo como documento cuya representación gráfica refleja las KPI's que intervienen en los objetivos estratégicos de la empresa como lo señalado por KYOCERA (9).

El portal de EAE Business Shcool Barcelona (10), por su importancia en el monitoreo de KIPs, gestión de datos y administración de negocios debe considerar los paneles contendrán qué gráficos dinámicos de información idónea a visualizar en un solo lugar, ya que posteriormente, se generarán de ahí los informes ejecutivos para una toma de decisiones informada.

Otra de las herramientas de suma importancia en la creación del presente proyecto es Power Bi. Se ha vuelto un arma poderosa para la obtención de informes en tiempo real.

Durante el desarrollo del proyecto se abordó uno de los principales retos de la empresa: mejorar la recolección, centralización y análisis de la información generada en el área de producción y calidad, específicamente en las 3 plantas de la región de Puebla. Previo al inicio del proyecto, la captura de datos se realizaba de forma manual, con registros semanales que dificultaban el seguimiento puntual de indicadores clave, como tiempos muertos, producción real contra esperada, eficiencia, scrap y otros KPIs relevantes. Esta situación limitaba la

capacidad de reacción de los responsables de área y generaba ineficiencias en la toma de decisiones.

Como respuesta a esta problemática, se diseñó e implementó desde cero un sistema integral basado en tecnologías digitales, compuesto por bases de datos desarrolladas en Tulip Tables, aplicaciones interactivas construidas en TULIP para los operadores de producción y personal de calidad, así como visualizaciones automatizadas en Power BI.

Se diseñó y estructuró una base de datos robusta y funcional que sirve como columna vertebral del sistema, permitiendo que todas las aplicaciones se integren y alimenten dinámicamente los dashboards de Power BI. Estos tableros interactivos, organizados por VSM, línea, célula y turno, proporcionan una visión clara y actualizada del desempeño operativo, lo que facilita el análisis detallado de la producción, el cumplimiento de metas y la detección de desviaciones en tiempo real.

Este informe detalla cada una de las etapas del proyecto, desde el análisis y levantamiento de requerimientos, hasta la implementación y validación del sistema, destacando los beneficios obtenidos y la importancia de la digitalización en el entorno industrial actual. y demuestra cómo la integración de herramientas como TULIP y Power BI puede transformar por completo la forma en que se gestionan los procesos productivos y de calidad.

Planteamiento del problema

Muchas organizaciones aún enfrentan limitaciones significativas en la forma que recolectan, organizan y utilizan la información operativa. Este era el caso de Herramientas Stanley Black & Decker en sus plantas de Puebla, donde los procesos de captura de datos de producción eran en su mayoría manuales, fragmentados y esporádicos.

La información crítica relacionada con la producción como: piezas fabricadas, tiempos muertos, scrap, retrabajo, eran registradas semanalmente, lo cual impedía tener una visión clara y en tiempo real del estado de las líneas de producción. Esta situación dificultaba la detección de problemas, el seguimiento continuo de los indicadores clave de desempeño (KPIs) y la toma de decisiones correctivas inmediatas.

Las carencias de información atrasada generaban varios problemas operativos, entre ellos:

- Retrasos de la generación de reportes y visualizaciones.
- Aumento en el riesgo de errores por capturar manual o duplicidad de datos.
- Falta de herramientas que permitieran tomar decisiones rápidas y basadas en datos actualizados.

Ante este contexto, se hizo evidente la necesidad de desarrollar un sistema que permitiera automatizar la captura de datos hora por hora, centralizar la información de forma estructurada, integrarla desde las distintas áreas y facilitar su análisis mediante dashboards dinámicos y actualizables en tiempo real. Resolver esta problemática era fundamental para mejorar la eficiencia operativa, reducir el margen de error y fortalecer la cultura de mejora continua en la empresa.

Objetivo general

Crear el sistema inteligente de control de producción basado en Power BI y automatización de datos.

Objetivos específicos

- Diseñar y estructurar una base de datos funcional en Tulip.
- Desarrollar una aplicación en Tulip para el registro horario de datos de producción.
- Implementar una segunda aplicación enfocada al área de calidad.
- Diseñar y construir tableros interactivos en Power BI.
- Automatizar el flujo de información entre Tulip y Power BI.
- Documentar cada fase del desarrollo.

Objetivos específicos

- Diseñar y estructurar una base de datos funcional en Tulip.
- Desarrollar una aplicación en Tulip para el registro horario de datos de producción.
- Implementar una segunda aplicación enfocada al área de calidad.
- Diseñar y construir tableros interactivos en Power BI.
- Automatizar el flujo de información entre Tulip y Power BI.
- Documentar cada fase del desarrollo.

Delimitaciones

- Capacitación y adopción del personal: El conocimiento del sistema implementado recae únicamente en el desarrollador del proyecto, lo que limita futuras actualizaciones sin una transferencia técnica adecuada.
- Implementación en la ciudad de Puebla.

Estado del arte

El trabajo titulado “Propuesta de metodología para el diseño de dashboard” expone la utilización del dashboard que permitió dar seguimiento de indicadores claves tener una perspectiva clara de la situación actual de la organización por medio del análisis de datos eficiente en los paneles creados. (11).

En España, se realizó un trabajo computacional “Implementación de Data Mart, en Power BI, para el análisis de ventas a clientes, en los Ecomercios “Gransol” donde se implementó exitosamente la herramienta para el Dashboard por medio de Power BI. Trabajo publicado en Dialnet por Moyano & Molina (12).

El proyecto desde Ecuador titulado “Power BI Como herramienta de apoyo a la toma de decisiones”, destaca a Power BI como su herramienta tecnológica más utilizada en la inteligencia de negocios (BI) que aumentó la productividad del negocio implementado (13)

DESARROLLO

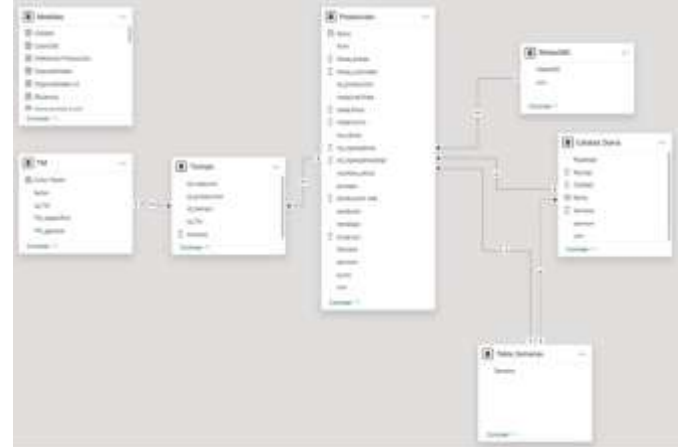
El desarrollo del sistema se organizó en seis fases: Análisis y Planificación, Preparación de datos, Diseño de la interfaz en Tulip, desarrollo de visualizaciones en Power BI, pruebas y ajustes y Mantenimiento.

Diseño de la base de datos

La etapa de diseño se enfocó en definir la arquitectura del sistema digital que integraría los registros de producción, calidad y tiempos muertos en una base de datos unificada, permitiendo su análisis posterior en Power BI.

El primer paso fue estructurar la base de datos desde cero en Tulip Tables, organizando los campos necesarios para registrar de forma detallada. Ver imagen 1.

Imagen 1. Modelo relacional.



Fuente. Elaboración propia (2025).

Diseño de Aplicación de Hora por Hora. Ver imagen 2.

Imagen 2. Diseño de App de Producción.



Fuente. Elaboración propia (2025).

Esta aplicación es controlada solo por el operador que es jefe de línea para hora con hora registrar los datos necesarios para poder calcular la Eficiencia, Disponibilidad y el OEE.

Los datos más importantes que guarda la aplicación son los siguientes (Ver tabla 1):

Tabla 1. Campos principales de App Hora por Hora.

CAMPO	DESCRIPCIÓN
ID para Producción	El ID se genera automáticamente al guardar, para establecer relaciones.
Fecha y hora	Se registran automáticamente al presionar el botón "Guardar" en la parte de producción
Horas Trabajadas	Se necesitan las Horas normales y Horas extras para calcular la Producción Esperada.
VSM	El VSM es importante para los filtros en nuestras visualizaciones de Power BI.
Célula (Se guarda el Número de la célula y el nombre de la célula)	Son necesarios para los próximos filtros a usar y para mostrar cómo trabajan hora por hora mostrando los KPIs por cada una.
Línea o Máquina de trabajo	Sirve para futuros filtros.
Turno	Sirve para filtrar la información.
Producto	Puede ser útil al filtrar.
Proceso	Puede ser útil al filtrar.

CAMPO	DESCRIPCIÓN
ID para Producción	El ID se genera automáticamente al guardar, para establecer relaciones.
Fecha y hora	Se registran automáticamente al presionar el botón "Guardar" en la parte de producción
Horas Trabajadas	Se necesitan las Horas normales y Horas extras para calcular la Producción Esperada.
VSM	El VSM es importante para los filtros en nuestras visualizaciones de Power BI.
Célula (Se guarda el Número de la célula y el nombre de la célula)	Son necesarios para los próximos filtros a usar y para mostrar cómo trabajan hora por hora mostrando los KPIs por cada una.
Línea o Máquina de trabajo	Sirve para futuros filtros.
Turno	Sirve para filtrar la información.
Producto	Puede ser útil al filtrar.
Proceso	Puede ser útil al filtrar.

Fuente. Elaboración propia (2025).

Diseño de Aplicación de Calidad.

Una segunda aplicación fue creada para el personal del área de calidad. En esta interfaz se registran: Fecha, VSM y el porcentaje de Scrap. Teniendo estos datos internamente se hacen los cálculos y ya nos arroja el porcentaje de calidad en la tabla. Para complementar el análisis operativo y conectar la eficiencia con los aspectos de calidad del producto, se diseñó una aplicación en Tulip específicamente dirigida al área de calidad. Ver imagen 3.



Fuente. Elaboración propia (2025).

Esta lógica se aplicó posteriormente dentro de Power BI, una vez integrados los datos de calidad con los registros de producción. La relación entre ambos conjuntos de datos se estableció a través de campos como fecha y VSM, lo que permitió un análisis consolidado por semana, célula o línea.

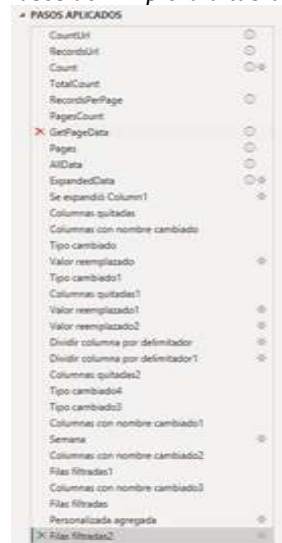
Limpieza de Datos en Power Query.

Los datos recolectados desde Tulip Tables (mediante las aplicaciones diseñadas para producción y calidad) fueron exportados en archivos con estructura tabular, los cuales se procesaron en Power BI para darles forma y contexto. Dentro de Power Query, los datos fueron tratados con los siguientes pasos:

- Se eliminaron columnas vacías o no necesarias.
- Se aseguraron los tipos de datos adecuados (fechas, números, texto).
- Se normalizaron nombres de células, turnos, VSM y líneas para evitar errores por variación ortográfica.
- Se unificaron las tablas de producción y calidad mediante campos clave como semvsm.

Los pasos aplicados a la limpieza de la información extraída para cada tabla son los siguientes (Ver imágenes 4 y 5):

Imagen 4. Pasos de Limpieza a tabla Producción.



Fuente. Elaboración propia (2025).

Imagen 5. Pasos de Limpieza a tabla Tiempo.



Fuente. Elaboración propia (2025).

Automatización y Medidas.

Una parte esencial del proceso de pruebas fue garantizar que los dashboards de Power BI se mantuvieran actualizados con los datos más recientes, sin depender de una actualización manual por parte del usuario. Para ello, se implementó un flujo automatizado utilizando Power Automate, una herramienta integrada dentro del ecosistema de Microsoft 365.

El objetivo del flujo fue forzar la actualización del dataset de Power BI de manera programada, garantizando así que los datos provenientes de Tulip Tables fueran procesados periódicamente en Power BI y reflejados en los dashboards sin intervención manual. Ver imagen 6.

Imagen 6. Flujo para actualizar Dataset.



Fuente. Elaboración propia (2025).

Las Medidas que se usaron son las siguientes (Ver imagen 7):

Imagen 7. Medidas usadas.



Fuente. Elaboración propia (2025).

Desarrollo de dashboards en Power BI.

Se crearon 6 dashboards, cada uno con un propósito específico:

Dashboard general: Lo usa principalmente el director de la planta para comparar con diferentes plantas a nivel global los indicadores. Ver imagen 7.

Imagen 8. Dashboard General funcionando.



Fuente. Elaboración propia (2025).

Análisis por semana: Se ocupa para los reportes que hacen por semana las gerencias de producción, manufactura, procesos y mejora continua. Ver imagen 9.

Imagen 9. Dashboard General funcionando.



Fuente. Elaboración propia (2025).

Top tiempos muertos: Identifica los tiempos muertos donde se pierde más tiempo. Ver imagen 10.

Imagen 10. Dashboard Top Tiempos muertos funcionando.



Fuente. Elaboración propia (2025).

1. Hora por hora: Este tablero es una herramienta clave para detectar desviaciones en tiempo real. Permite identificar: Si se cumple la producción esperada por hora, los paros recurrentes en ciertos horarios o líneas y células que registran más tiempo muerto. Ver imagen 11.

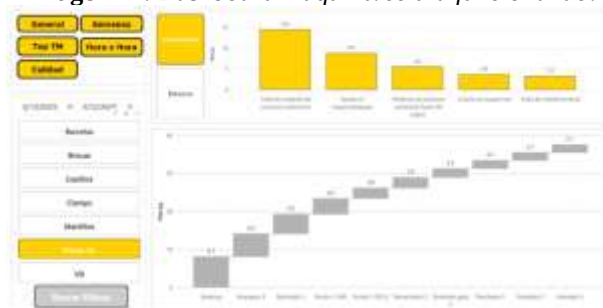
Imagen 11. Dashboard Hora por Hora funcionando.



Fuente. Elaboración propia (2025).

2. Análisis por célula: Este panel está diseñado para profundizar en la relación entre el tiempo muerto total y las células que lo generan, así como diferenciar si las pérdidas se deben a eficiencia o disponibilidad. Ver imagen 12.

Imagen 12. Dashboard máquina/célula funcionando.



Fuente. Elaboración propia (2025).

3. Dashboard de calidad: Su propósito es ofrecer una visión clara sobre el impacto que los problemas de calidad tienen en la eficiencia del sistema productivo. Ver imagen 13.

Imagen 13. Dashboard Calidad funcionando.



Fuente. Elaboración propia (2025).

En resumen.

La metodología empleada permitió una transición ordenada del sistema manual a una solución digital integral. La combinación de captura automática, limpieza estructurada y visualización avanzada ha generado una herramienta escalable y alineada con los principios de la Industria 4.0.

El desarrollo de este sistema representó un reto técnico y profesional significativo que me permitió aplicar conocimientos reales en un entorno de manufactura global

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Mantenimiento

Introducción al mantenimiento del sistema

El sistema implementado para la captura, análisis y visualización de datos productivos está conformado por múltiples componentes que requieren mantenimiento continuo para garantizar su funcionamiento correcto: las aplicaciones en Tulip, la estructura de datos, los archivos de entrada (CSV), las transformaciones en Power Query, y los dashboards en Power BI.

El mantenimiento no solo implica corrección de errores, sino también ajustes por cambios en los procesos de la planta, incorporación de nuevas líneas de producción, o solicitudes del personal directivo. A continuación, se describen los tipos de mantenimiento aplicables al sistema, así como las recomendaciones para asegurar su sostenibilidad a largo plazo.

Tipos de mantenimiento aplicados

a) Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo consiste en revisar de manera periódica los flujos de datos, La actualización constante de los datos generados por Tulip Tables, y la integridad de las relaciones entre tablas en Power BI. Esto incluye:

- Verificación del formato y consistencia de los archivos de Tulip descargados.
- Validación del correcto funcionamiento de las fórmulas DAX y las medidas.
- Comprobación de actualizaciones automáticas de Power BI y compatibilidad de versiones.

b) Mantenimiento correctivo

Este tipo de mantenimiento se aplica cuando el sistema presenta fallos inesperados, como errores en la carga de datos, visualizaciones incorrectas o rupturas en las relaciones entre tablas. Las acciones comunes incluyen:

- Corrección de medidas DAX mal formuladas o que no filtran correctamente.
- Ajuste de relaciones entre tablas en el modelo de Power BI.

c) Mantenimiento evolutivo

Implica la incorporación de nuevas funcionalidades o modificaciones solicitadas por los usuarios conforme evolucionan los procesos de la planta. Este tipo de mantenimiento es clave para mantener la utilidad del sistema a lo largo del tiempo. Algunas acciones son:

- Agregar nuevos filtros (por línea, supervisor, etc.).
- Incluir nuevas métricas, como tiempo ciclo, uso de energía o rendimiento por operario.
- Integrar otras fuentes de datos, como listas de SharePoint o flujos de Power Automate.

Protocolo de mantenimiento

Dado que actualmente solo el desarrollador del proyecto posee el conocimiento completo del sistema, se recomienda implementar un protocolo interno de mantenimiento que incluya:

- Documentación técnica del modelo de Power BI (tablas, relaciones, medidas, transformaciones).
- Manual de uso de las apps en Tulip, con pantallas y flujos explicados.
- Cronograma de revisión semanal y mensual del sistema.
- Bitácora de cambios aplicados.

Capacitación y transferencia de conocimiento

Uno de los principales retos en el mantenimiento del sistema es la dependencia de una sola persona con conocimientos en Power BI. Por ello, es fundamental realizar una transferencia progresiva del conocimiento hacia el equipo de mejora continua o sistemas.

Tabla 1. Datos comparativos

Aspecto	Antes del sistema	Después del sistema
Captura de datos	Manual, en fichas de papel (aproximadamente 800 al día)	Digital, a través de aplicaciones en Tulip, registrando hora por hora
Registro de calidad	Parcial, fuera de tiempo, con recopilación semanal	Inmediato, mediante app específica para calidad, con cálculos automáticos
Consolidación de información	Manual, usando Excel, cada semana	Automática en Power BI con datos centralizados y actualizados
Disponibilidad de KPIs	Limitada, se entregaban semanalmente	Tiempo real, filtrable por semana, turno, VSM, célula o línea

Detección de tiempos muertos	General, sin detalle por causa, línea o célula	Específica, con Top 5 de causas, clasificación por eficiencia/disponibilidad, etc.
Visualización de datos	Tablas en Excel sin interactividad	Dashboards interactivos en Power BI, con gráficos comparativos y filtros dinámicos
Toma de decisiones	Basada en reportes tardíos y resumen semanal	Inmediata, con datos actualizados que permiten actuar en el mismo turno
Escalabilidad	Sistema limitado a una planta y a reportes manuales	Listo para comparación entre plantas a nivel global mediante Power BI
Carga operativa del personal	Alta, con horas invertidas en llenado, revisión y digitalización de fichas	Baja, ya que todo el flujo es automatizado desde la captura hasta la visualización
Errores en los datos	Frecuentes, por escritura manual y transcripción en Excel	Mínimos, gracias a validaciones en la app y estructura digital de los formularios

Fuente. Elaboración propia (2025).

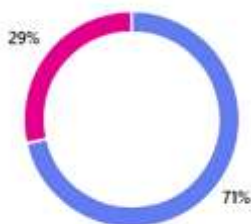
Encuesta de satisfacción.

Al concluir el sistema se hizo una encuesta de satisfacción a los usuarios finales, esto para evaluar la experiencia usando el sistema, ver que tal fácil de usar es, la capacitación que tuvo previo al uso del sistema, el apoyo durante su uso y el nivel de utilidad que les da diariamente.

A. El siguiente gráfico muestra si el sistema cumple con las expectativas del usuario final:

- 5 personas dijeron que estaban totalmente de acuerdo (71%)
- 2 personas dijeron que parcialmente (29%).

Imagen 14. Gráfica de expectativas.



Fuente. Elaboración propia (2025).

B. El siguiente gráfico muestra qué tan satisfecho(a) está con la solución implementada donde:

(Escala del 1 al 5, donde 1 = Muy insatisfecho y 5 = Muy satisfecho):

- 4 personas dijeron muy satisfecho (57%)
- 3 personas dijeron satisfecho (29%)

Imagen 15. Gráfica de expectativas.



Fuente. Elaboración propia (2025).

C. El siguiente gráfico muestra cómo calificaría la facilidad de uso del sistema:

(Escala del 1 al 5, donde 1 = Muy difícil de usar y 5 = Muy fácil de usar)

- 4 personas dijeron muy fácil de usar (57%)
- 2 personas dijeron fácil de usar (29%)
- 1 persona dijo que no era tan fácil de entender



gráfica de facilidad de uso del sistema

D. El siguiente gráfico muestra si el usuario se siente apoyado(a) por el equipo responsable ante dudas o problemas:

(Escala del 1 al 5, donde 1 = Nunca recibí apoyo y 5 = Siempre recibí apoyo):

- 6 personas dijeron que siempre recibieron apoyo (86%)
- 1 persona dijo que sí recibía el apoyo (14%)

Imagen 16. Gráfica del nivel de apoyo recibido durante el uso del sistema.



Fuente. Elaboración propia (2025).

E. El siguiente gráfico muestra qué tan útil consideran esta herramienta para su trabajo diario:

- 5 personas dijeron que muy útil (71%)
- 2 personas dijeron que era útil (29%)

Discusión

Como resultado del análisis de la implementación exitosa del proyecto, el tema a discutir se dirige principalmente hacia la evolución real de este tipo de soluciones computacionales que contemplan herramientas tecnológicas de software de vanguardia.

En ellas, es posible mencionar según expertos de la construcción dinámica creadas para aplicaciones móviles (Apps) que dirija las operaciones de forma más dinámica por las cambiantes necesidad de las empresas según el portal TULIP (14).

La transformación digital en la fabricación implica la adopción de tecnologías digitales quienes proporcionan principalmente a fabricantes eficiencia y reducción de costos, en consecuencia, logra optimizar la producción y eliminar los tiempos muertos indudablemente así lo afirma el portal de MINGOSMARTFACTORY (15).

En mismo sentido, la publicación de CAPTERRA (16), destaca las bondades de MES incluido en TULIP por su rapidez de solución a retos durante las operaciones, su robustez no empobrece su personalización.

CONCLUSIONES

El mantenimiento de un sistema de análisis de datos no termina con su implementación, sino que representa un proceso continuo. A medida que cambian los procesos, equipos y necesidades de información en la planta, el sistema debe ajustarse para seguir brindando valor. Con una correcta estrategia de mantenimiento preventivo, correctivo y evolutivo, se garantiza la durabilidad, confiabilidad y escalabilidad de esta solución tecnológica en Stanley Black & Decker – Planta Puebla.

Una vez concluida la implementación del sistema, se observaron múltiples beneficios operativos y estratégicos en las áreas de Producción, Calidad y Mejora Continua. A continuación, se detallan los principales resultados alcanzados:

En primer lugar, se logró eliminar por completo el uso de fichas físicas, que anteriormente eran llenadas de manera manual por los operadores para registrar la producción por hora. Este procedimiento implicaba más de 800 fichas diarias, lo cual generaba altos volúmenes de papel, retrasos en la consolidación de datos y una alta probabilidad de errores humanos. Gracias a la digitalización mediante las aplicaciones desarrolladas en Tulip, la captura se volvió inmediata, estructurada y estandarizada.

Además, la centralización de la información en Power BI permitió que los datos registrados por los operadores y el área de calidad pudieran visualizarse de manera automática, sin necesidad de exportaciones a Excel ni de procesamientos manuales. Esta integración mejoró significativamente la eficiencia del análisis y la disponibilidad de la información para los diferentes niveles jerárquicos de la planta.

Uno de los beneficios más importantes fue la posibilidad de identificar de forma precisa las principales causas de tiempos muertos. A través de dashboards como el “Top Tiempos Muertos” y “Análisis por Célula”, se visualizó claramente dónde y por qué se estaban perdiendo minutos valiosos, permitiendo una rápida intervención de las áreas correspondientes, como mantenimiento o supervisión.

Asimismo, los dashboards habilitaron una mejor toma de decisiones, al ofrecer análisis por hora, turno, semana o flujo de valor (VSM). Los responsables de producción pudieron actuar en tiempo real ante desviaciones, y la dirección de planta obtuvo una herramienta visual para evaluar el desempeño general y por unidad operativa.

Finalmente, la implementación fomentó una cultura de mejora continua basada en datos, en la cual los operadores, supervisores y analistas participan activamente tanto en la captura como en el uso de la información para la toma de decisiones y propuestas de mejora.

En resumen, el sistema desarrollado no solo automatiza el proceso de captura y análisis de datos, sino que fortalece la capacidad de respuesta, el control operativo y la calidad de la toma de decisiones en la planta.

Las recomendaciones incluyen:

- Realizar sesiones de capacitación interna sobre el uso de Power BI y Power Query.

- Documentar los pasos para actualizar datos y revisar medidas.
- Crear tutoriales en video o guías PDF paso a paso para el uso de los dashboards.

Trabajo futuro

El sistema desarrollado podrá ser instalado en la nube, ya que TULIP de última generación provee las herramientas necesarias para lograrlo y consultarse desde cualquier lugar, las 24 horas.

Aplicar la IA para crear un análisis predictivo para optimizar la toma de decisiones informadas y eliminar costos por tiempos muertos.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Gobierno de México. Secretaría de Agricultura. Cinco estados con cinco estrellas en producción agrícola [Internet]. 7 mayo 2021 [citado 8 ago 2025]. Disponible en: [https://www.gob.mx/agricultura/articulos/cinco-estados-con-cinco-estrellas-en-produccion-agricola#:~:text=Ma%C3%ADz%20grano%20\(6%2C440%2C205%20t\)%20y%20jitomate%20\(764%2C435%20t\)\(https://www.gob.mx/agricultura/articulos/cinco-estados-con-cinco-estrellas-en-produccion-agricola#:~:text=Ma%C3%ADz%20grano%20%286%2C440%2C205%20t%29%20y%20jitomate%20%28764%2C435%20t\).](https://www.gob.mx/agricultura/articulos/cinco-estados-con-cinco-estrellas-en-produccion-agricola#:~:text=Ma%C3%ADz%20grano%20(6%2C440%2C205%20t)%20y%20jitomate%20(764%2C435%20t)(https://www.gob.mx/agricultura/articulos/cinco-estados-con-cinco-estrellas-en-produccion-agricola#:~:text=Ma%C3%ADz%20grano%20%286%2C440%2C205%20t%29%20y%20jitomate%20%28764%2C435%20t).)
- [2] Gobierno de México. Secretaría de Agricultura. Lista, producción nacional de flores para los festejos del Día de la Madre [Internet]. 7 mayo 2021 [citado 8 ago 2025]. Disponible en: [https://www.gob.mx/agricultura/articulos/cinco-estados-con-cinco-estrellas-en-produccion-agricola#:~:text=Ma%C3%ADz%20grano%20\(6%2C440%2C205%20t\)%20y%20jitomate%20\(764%2C435%20t\)\(https://www.gob.mx/agricultura/articulos/cinco-estados-con-cinco-estrellas-en-produccion-agricola#:~:text=Ma%C3%ADz%20grano%20%286%2C440%2C205%20t%29%20y%20jitomate%20%28764%2C435%20t\).](https://www.gob.mx/agricultura/articulos/cinco-estados-con-cinco-estrellas-en-produccion-agricola#:~:text=Ma%C3%ADz%20grano%20(6%2C440%2C205%20t)%20y%20jitomate%20(764%2C435%20t)(https://www.gob.mx/agricultura/articulos/cinco-estados-con-cinco-estrellas-en-produccion-agricola#:~:text=Ma%C3%ADz%20grano%20%286%2C440%2C205%20t%29%20y%20jitomate%20%28764%2C435%20t).)
- [3] Tijuana EDC. ¿Cuáles son las 10 industrias más importantes de México? [Internet]. 3 mayo 2025 [citado 8 ago 2025]. Disponible en: [https://es.tijuanaedc.org/cuales-son-las-10-industrias-mas-importantes-de-mexico/\)\(https://es.tijuanaedc.org/cuales-son-las-10-industrias-mas-importantes-de-mexico/\)](https://es.tijuanaedc.org/cuales-son-las-10-industrias-mas-importantes-de-mexico/)(https://es.tijuanaedc.org/cuales-son-las-10-industrias-mas-importantes-de-mexico/))
- [4] TULIP. Operaciones componibles: transformación continua [Internet]. España; 2025 [citado 8 ago 2025]. Disponible en: [https://tulip.co/es/\)\(https://tulip.co/es/\)](https://tulip.co/es/)(https://tulip.co/es/)
- [5] Real Academia Española. Diccionario de la lengua española: silo [Internet]. 2025 [citado 8 ago 2025]. Disponible en: [https://dle.rae.es/silo\)\(https://dle.rae.es/silo\)](https://dle.rae.es/silo)(https://dle.rae.es/silo)
- [6] Université Bordeaux. TULIP [Internet]. Francia; [citado 8 ago 2025]. Disponible en: [https://tulip.labri.fr/site/\)\(https://tulip.labri.fr/site/\)](https://tulip.labri.fr/site/)(https://tulip.labri.fr/site/)
- [7] Nine Altitudes. Tulip, el MES de la próxima generación [Internet]. [citado 8 ago 2025]. Disponible en: [https://9altitudes.com/es/productos/tulip#35696\)\(https://9altitudes.com/es/productos/tulip#35696\)](https://9altitudes.com/es/productos/tulip#35696)(https://9altitudes.com/es/productos/tulip#35696)

[8] Asana. Qué es un KPI, para qué sirve y cómo utilizarlo en tu proyecto [Internet]. 16 ago 2024 [citado 8 ago 2025]. Disponible en:

https://asana.com/es/resources/key-performance-indicator-kpi

[9] KYOCERA. Dashboard y su significado estratégico [Internet]. 2025 [citado 8 ago 2025]. Disponible en: https://www.kyoceradocumentsolutions.es/es/smarter-workspaces/business-challenges/procesos/dashboard-y-su-significado-estrategico.html

[10] Business School Barcelona. La importancia del dashboard en la gestión empresarial [Internet]. Barcelona: EAE; 28 nov 2024 [citado 8 ago 2025]. Disponible en:

https://www.eaebaselona.com/es/blog/que-es-un-dashboard#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20un%20dashboard?,comprens%C3%B3n%20de%20los%20datos%20reunidos

[11] Córdova Viera Y, Martínez Borrego J, Córdova Viera E. Propuesta de metodología para el diseño de dashboard. Rev Cub Transf Dig [Internet]. 2021;2(3):56-7 [citado 8 ago 2025]. Disponible en: https://rctd.uic.cu/rctd/article/view/141

[12] Moyano DMB, Molina MAC. Implementación de Data Mart en Power BI para el análisis de ventas a clientes en los Eneconegocios “Gransol”. Polo Conocim Rev Cient Prof [Internet]. 2020;5(1):647-73 [citado 8 ago 2025]. Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7436046

[13] Vásquez RAD, Espinoza JLA, Cabrera MAC. Power BI como herramienta de apoyo a la toma de decisiones. Univ Soc [Internet]. 2022;14(S3):195-207 [citado 8 ago 2025]. Disponible en:

https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2949

[14] TULIP. Cómo funciona: una forma nueva y más inteligente de dirigir sus operaciones [Internet]. 2025 [citado 8 ago 2025]. Disponible en: https://tulip.co/es/how-it-works/

[15] Mingo Smart Factory. Mingo Smart Factory vs. Tulip: comparación en profundidad [Internet]. 25 abr 2023 [citado 8 ago 2025]. Disponible en: https://www.mingosmartfactory.com/mingo-smart-factory-vs-tulip-in-depth-comparison/

[16] G2. Tulip: reseñas y detalles del producto [Internet]. 2025 [citado 8 ago 2025]. Disponible en:

https://www.g2.com/es/products/tulip-interfaces-tulip/reviews

Tabla de Roles de Contribución

Rol	Autor (es)
Conceptualización	Adrián Uriel Mezura Galindo
Curación de datos	Adrián Uriel Mezura Galindo
Metodología	Teresa Luciano Machorro
Administración del proyecto	Josefina Porras Aguirre
Recursos	Revisión y edición – Violeta Martínez Ramírez
Software	Adrián Uriel Mezura Galindo
Supervisión	Josefina Porras Aguirre
Validación	Adrián Uriel Mezura Galindo
Visualización	Ana María Sosa Pintle
Redacción	Borrador original – Violeta Martínez Ramírez
Redacción	Revisión y edición – Violeta Martínez Ramírez



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.