

**Universidad Siglo 21**



**Ingeniería en Software**

**Trabajo Final de Graduación**

**Prototipado Tecnológico**

**Tablero de comando operativo analítico para la gestión de la  
producción**

**Lavilla, Cristian Cesar**

**SOF00962**

**Año 2020**

## **Resumen**

La empresa InSiCon S.R.L. construye matrices de estampado de chapa y produce piezas estampadas.

La recolección de los datos de producción como cantidad de piezas, el tiempo insumido en ellas e información del mantenimiento de las prensas, se realiza llenando planillas en papel, que luego son cargadas en planillas de cálculo para generar los indicadores, que permiten realizar el seguimiento y gestión de la producción tomando acciones sobre datos del día anterior. Esto imposibilita la rápida toma de decisiones para evitar las pérdidas de producción en el mismo momento que están ocurriendo.

En el presente trabajo final de grado se implementó un tablero de comando en tiempo real que presenta los indicadores de producción de manera dinámica. Los datos son recopilados durante la producción por sensores y cámaras instalados en la prensa, y transmitidos vía WI-FI al servidor web que los procesa, generando así los indicadores a presentar en el tablero de comando indicado.

Esta solución le permitió a la organización el monitoreo continuo de lo que sucede durante la producción por medio de indicadores y alarmas, diferenciando así a InSiCon S.R.L. de otras empresas desde la gestión.

Palabras claves: internet de las cosas, gestión de la producción, tablero de comando.

## **Abstract**

The company InSiCon S.R.L. builds sheet metal stamping dies and produces stamped parts.

The collection of production data such as the number of pieces, the time used in them and information related to the maintenance of the presses, is done manually, filling out paper forms, which are then loaded into spreadsheets to calculate the relevant indicators, and, based on them, monitor and manage production making actions using data from the previous day. This means that the necessary decisions cannot be made to correct production losses as they are occurring.

In this final degree project, a real-time dashboard that presents the production indicators dynamically was implemented. The data is taken during production by sensors and cameras installed in the press and transmitted via Wi-Fi to the web server that processes and generates the data to present the indicators on command panel.

This solution allowed the company to continuously monitor what is happening during production through indicators and alarms, thus differentiating InSiCon S.R.L. from other companies.

Keywords: internet of things, production management, dashboard.

# Índice

Título.....	1
Introducción .....	1
Antecedentes .....	1
Descripción del área problemática .....	2
Justificación .....	3
Objetivo general del proyecto.....	3
Objetivos específicos del proyecto.....	3
Marco teórico referencial.....	4
Dominio del Problema.....	4
Actividad del cliente .....	7
TICs .....	7
Competencias.....	12
Diseño metodológico .....	13
Herramientas metodológicas empleadas para el desarrollo del prototipo tecnológico .....	13
Herramientas de software utilizadas para lograrlo.....	13
Técnicas de recolección de datos en el relevamiento .....	14
Planificación del proyecto .....	14
Relevamiento .....	16
Relevamiento estructural.....	16
Relevamiento funcional .....	16
Proceso de Negocio.....	24
Diagnóstico y propuesta.....	26
Diagnóstico.....	26
Propuesta .....	27
Objetivos, límites y alcances del prototipo .....	28
Objetivos del prototipo .....	28

Limites .....	28
Alcance .....	28
Descripción del Sistema .....	29
Product Backlog.....	29
Historias de Usuario .....	29
Sprint Backlog.....	35
Diagrama de Clases .....	36
Diagrama Entidad Relación .....	39
Prototipo de interfaces de pantallas.....	40
Diagrama de arquitectura .....	41
Seguridad.....	42
Acceso a la Aplicación .....	43
Política de Respaldo de Información.....	44
Análisis de costos .....	44
Análisis de Riesgos.....	47
Identificación de riesgos .....	47
Análisis cuantitativo de los riesgos .....	47
Análisis cuantitativo de los riesgos .....	48
Aplicación de Pareto .....	49
Plan de contingencia .....	49
Conclusiones.....	50
Demo .....	51
Referencias .....	52

## Índice de Tablas

Tabla 1	Tabla comparativa de aplicaciones referidas a tableros de comando .....	12
Tabla 2	Herramientas de desarrollo en el presente TFG .....	14
Tabla 3	Product Backlog .....	29
Tabla 4	Historia de Usuario 001 - Registro de usuario al sistema.....	30
Tabla 5	historia de Usuario 002 - Ingreso de usuario al sistema .....	30
Tabla 6	Historia de Usuario 003 - Recuperación de contraseña de usuario .....	30
Tabla 7	Historia de Usuario 004 - Dar de baja un usuario .....	31
Tabla 8	Historia de Usuario 005 - Observar el indicador OEE del equipo.....	31
Tabla 9	Historia de Usuario 006 - Observar el indicador de disponibilidad.....	31
Tabla 10	Historia de Usuario 007 - Observar el indicador de rendimiento .....	32
Tabla 11	Historia de Usuario 008 - Observar el indicador de calidad .....	32
Tabla 12	Historia de Usuario 009 - Observar el indicador de eficiencia del proceso .....	32
Tabla 13	Historia de Usuario 010 - Observar el indicador de pérdidas por disponibilidad .....	32
Tabla 14	Historia de Usuario 011 - Observar el indicador de pérdidas por rendimiento.....	33
Tabla 15	Historia de Usuario 012 - Observar el indicador de pérdidas por calidad .....	33
Tabla 16	Historia de Usuario 013 - Observar el indicador de productividad.....	33
Tabla 17	Historia de Usuario 014 - Observar el indicador de tasa de defectos.....	33
Tabla 18	Historia de Usuario 015 - Observar el indicador MTTR del equipo.....	34
Tabla 19	Historia de Usuario 016 - Observar el indicador MTBF del equipo.....	34
Tabla 20	Historia de Usuario 017 - Observar los indicadores seleccionados en un tablero de comando general.....	34
Tabla 21	Spring Backlog.....	35
Tabla 22	Costos de hardware.....	45
Tabla 23	Costos de software .....	46
Tabla 24	Costos de RRHH .....	46
Tabla 25	Costo total del proyecto .....	46
Tabla 26	Identificación de riesgos.....	47
Tabla 27	Matriz de riesgo .....	48
Tabla 28	Análisis cuantitativo.....	48

Tabla 29 Análisis cuantitativo y grado de exposición .....	48
Tabla 30 Plan de contingencia.....	50

## **Índice de Figuras**

Figura 1. Estampado progresivo de piezas metálicas .....	7
Figura 2 Gantt de planificación del trabajo, primeras 6 semanas .....	15
Figura 3 Gantt de planificación del trabajo hasta semana 15 .....	15
Figura 4 Ubicación de la empresa InSiCon S.R.L. ....	16
Figura 5 Organigrama de la empresa InSiCon S.R.L. ....	17
Figura 6 Diagrama BPM del estampado de piezas metálicas, procesos: P1 a P3 .....	24
Figura 7 Diagrama BPM del estampado piezas metálicas, procesos: P4 a P6 .....	25
Figura 8 Diagrama de Clases .....	36
Figura 9 Diagrama de Clases, parcial 1.....	37
Figura 10 Diagrama de Clases, parcial 2.....	38
Figura 11. Diagrama entidad relación .....	39
Figura 12. Pantalla principal – Tablero de comando.....	40
Figura 13. Pantalla de Productividad .....	40
Figura 14. Pantalla de Pérdidas por Calidad.....	41
Figura 15. Diagrama de arquitectura .....	42
Figura 16 Diagrama de Pareto de la Exposición al Riesgo.....	49

## **Título**

Tablero de comando operativo analítico para la gestión de la producción.

## **Introducción**

El presente trabajo final de grado se llevó a cabo en la empresa InSiCon S.R.L., en el sector de producción de piezas estampadas. Para lo cual se desarrolló un software que recopila los datos del proceso de estampado, los almacena y procesa en la nube, presentándolos como indicadores clave de producción en un tablero de comando al que se accede desde cualquier dispositivo.

### *Antecedentes*

La producción en serie viene de la mano de lo que conocemos como revolución industrial del siglo XIX, la cual incorpora novedades tales como la producción en cadena. La historia revela que para el siglo XX Frederick Winslow Taylor (Taylorismo) desarrolló los primeros modelos teóricos. Más tarde Henry Ford (Fordismo) los incorpora, los hace más viables y los lleva a la práctica, creando y desarrollando así la moderna producción en masa. (Manuel Fortún, 2020)

Para poder gestionar de manera eficiente la producción en la industria, es necesaria la toma de datos y monitoreo de los procesos a fin de mejorar los mismos en procura de reducir las pérdidas y volverse cada día más competitivo. Este concepto se ha realizado hasta ahora de manera manual, en lo que respecta a la recolección de datos, análisis y presentación a gerentes y/o directivos de producción.

La cuarta revolución industrial, conocida comúnmente como Industria 4.0, toma su nombre de una iniciativa lanzada en Alemania en 2011, liderada por hombres de negocio, políticos y académicos que la definieron como ‘un medio para aumentar la competitividad de la industria manufacturera (de fabricación) de Alemania a través de la creciente integración de los sistemas ciberfísicos (CPS, Cyber-Physical Systems) en los procesos de producción. (Aguilar, 2017, p. 9)

Esta nueva revolución industrial posibilita disponer de los datos en tiempo real sin necesidad de ir a recolectarlos, y además acceder a ellos en todo momento para la toma dinámica de decisiones.

### *Descripción del área problemática*

Inicialmente InSiCon S.R.L. diseñaba y construía matrices de estampado, por lo tanto, son especialistas en esa área de negocio. En los últimos años ha incorporado la producción de piezas metálicas a través del estampado en frío por medio de prensas mecánicas, y al ser una actividad nueva para ellos, se enfrentan a los problemas referidos a la producción.

Entre los principales problemas de producción en la citada empresa se pueden mencionar:

- No se lleva un concreto control de la disponibilidad real de las máquinas para la producción.
- No se posee un control real del rendimiento de las máquinas durante la producción.
- Si bien se lleva un indicador de piezas buenas producidas/cantidad total de piezas producidas, este índice no se utiliza junto a los arriba indicados en el cálculo de la 'Eficacia Global de Equipos Productivos' (OEE por sus siglas en inglés).
- Carece de un control minucioso de la pérdida de producción debida a la ralentización de los procesos productivos.
- Los set-up de matrices bajo prensa (cambio de herramental productivo por cambio de pieza a producir) son muy largos y no se miden, por lo tanto, no se dimensiona la pérdida de tiempo y por ende la pérdida de producción.
- El mantenimiento de los equipos productivos se realiza sin seguimiento ni medición de estos.

## **Justificación**

En la producción de piezas estampadas, disponer de indicadores de gestión es de extrema importancia ya que facilita la aplicación de ciclos de mejora continua, además de funcionar como parámetros de viabilidad de procesos.

Para poder mejorar la productividad y rentabilidad del proceso de estampado de la empresa InSiCon S.R.L es necesario disponer rápidamente de los datos de producción para la toma de decisiones.

Con el desarrollo del sistema se buscó satisfacer la necesidad de la organización de gestionar más eficientemente el proceso de estampado al disponer en tiempo real de los datos de su desempeño, reduciendo los tiempos de paradas durante la producción (por abastecimiento o mantenimiento) y monitoreando la calidad del producto.

El sistema desarrollado se basó en la innovación de la Industria 4.0 y la transformación digital ya que por medio de sensores envía datos del proceso de estampado a un servidor web donde se procesan dinámicamente y a continuación son presentados como indicadores clave en el tablero de comando, en cualquier dispositivo con acceso a internet.

## **Objetivo general del proyecto**

Realizar un tablero de comando en tiempo real mediante la recolección y procesamiento de datos aplicando conceptos de Industria 4.0, con el fin de mejorar la gestión y productividad del proceso de estampado de chapa.

## **Objetivos específicos del proyecto**

- Analizar los indicadores de gestión y productividad del proceso de estampado de chapa para definir los sensores a incorporar al proceso y recolectar los datos pertinentes.
- Determinar cómo transferir los datos de los sensores a internet aplicando los conceptos de Industria 4.0.
- Interpretar los datos transferidos y procesar los indicadores.

- Presentar en el tablero de comando en tiempo real los indicadores clave del proceso.

## **Marco teórico referencial**

### *Dominio del Problema*

- Gestión de la producción.

La gestión de la producción se ocupa de la toma de decisiones relacionadas con los procesos de producción para que los bienes o servicios resultantes se produzcan de acuerdo con las especificaciones, en la cantidad y en el plazo exigido y a un coste mínimo.

La gestión de la producción es la herramienta principal de una empresa. Se utiliza para planificar, organizar, dirigir y controlar las actividades de producción. Además, se ocupa de convertir las materias primas en productos terminados para satisfacer las necesidades de la gente. (Aula 21, 2020)

- Indicadores clave de rendimiento.

Los KPI (Key Performance Indicators) o ‘Indicadores clave de rendimiento’ son métricas que permiten controlar el correcto funcionamiento de los procesos, en nuestro caso, las líneas de producción.

Si medimos los KPIs de nuestras líneas de producción, podremos conocerlos con detalle e iniciar un proceso de mejora orientado a elevar la rentabilidad de estos.

Existen 3 KPIs imprescindibles para las líneas de producción, la eficiencia, la productividad y la tasa de defectos. (CDI LEAN, 2019)

- Eficiencia.

“La eficiencia de un proceso (o de una máquina) es la relación que existe entre la producción real obtenida y la producción máxima teórica” (CDI LEAN, 2019).

- Pérdidas del proceso.

Son todo aquello que impide que la eficiencia sea del 100% y se clasifican en 3 grandes grupos:

- Pérdidas por Disponibilidad. Aparecen siempre que se produce una parada de la máquina (averías, cambio de formato, falta de material, falta de personal, arranque de máquina, etc.).
  - Pérdidas por Rendimiento. Se producen cuando la máquina no ha parado, pero fabrica a una velocidad inferior a la teórica. Las pérdidas por rendimiento pueden ser de 2 tipos: las pérdidas por microparadas (paradas de muy poca duración, pero muy frecuentes) y las pérdidas por velocidad reducida, debidas a disminuciones voluntarias de velocidad, ocasionadas por problemas de calidad, inicios de fabricación, etc.).
  - Pérdidas por Calidad. Este tipo de pérdidas se producen al utilizar la instalación para fabricar un producto no conforme. El tiempo empleado en procesar un producto que no cumple con la especificación es tiempo irrecuperable, que dará lugar a las pérdidas de calidad. En este grupo también se incluyen las pérdidas derivadas de reprocesar productos. (CDI LEAN, 2019)
- Eficiencia global de los equipos.
 

El OEE (Overall Equipment Effectiveness) o Eficiencia Global de los Equipos, es el indicador que permite medir la eficiencia con la que trabaja un equipo o un proceso.

El OEE se puede entender cómo la relación que existe entre el tiempo que teóricamente debería haber costado fabricar las unidades correctas obtenidas (si no se hubiesen producido paradas, a la máxima velocidad y sin unidades defectuosas) y el tiempo que realmente ha costado. (CDI LEAN, 2019)
  - Productividad.
 

La productividad de un proceso es la relación que existe entre la producción real obtenida y los recursos empleados para conseguirla.

$$\text{Productividad} = \text{Cantidad fabricada} / \text{Recursos empleados}$$

La productividad mide el aprovechamiento de los recursos humanos utilizados en el proceso.

Al igual que ocurría con el OEE, la empresa será tanto más competitiva cuanto más alta sea su productividad, ya que necesitará menos recursos para obtener la producción deseada. (CDI LEAN, 2019)

- Tasa de defectos.

La tasa de defectos de un proceso es la relación que existe entre la producción no conforme y la producción total realizada.

Tasa de defectos = Cantidad fabricadas no conforme/Cantidad fabricada total

La tasa de defectos nos ayuda a determinar la capacidad de nuestros procesos para cumplir con las especificaciones requeridas para el producto. (CDI LEAN, 2019)

- Tablero de comando (dashboard) operativo analítico.

Los dashboard en el análisis digital son interfaces de usuario o páginas Web que ofrecen un resumen actual, generalmente en forma gráfica y de fácil lectura, de información clave relacionada con el progreso y el rendimiento, especialmente, de una empresa o sitio web.

El término dashboard proviene del tablero del automóvil, salpicadero, donde los conductores pueden supervisar de un vistazo el estado de las funciones principales de su coche a través de un grupo de indicadores mecánicos o digitales.

Existen 3 tipos comunes de tablero de mandos, cada uno con un propósito específico.

- Operacional: Estos cuadros de mando muestran datos que facilitan el lado operativo de un negocio.
- Estratégico / Ejecutivo: Los paneles de mandos estratégicos típicamente proveen los indicadores KPI que el equipo ejecutivo de la compañía necesita rastrear de forma periódica (diaria, semanal o mensual).
- Analítico: Un panel de control analítico puede mostrar datos operativos o estratégicos. Sin embargo, este tipo de cuadro de mandos debe ofrecer la posibilidad de exploración, o sea, permitir al usuario navegar por la jerarquía de datos y obtener información diferente. A menudo,

los cuadros de mando incluyen esta funcionalidad cuando no es necesario que lo hagan. (Márketing Analítico, 2017)

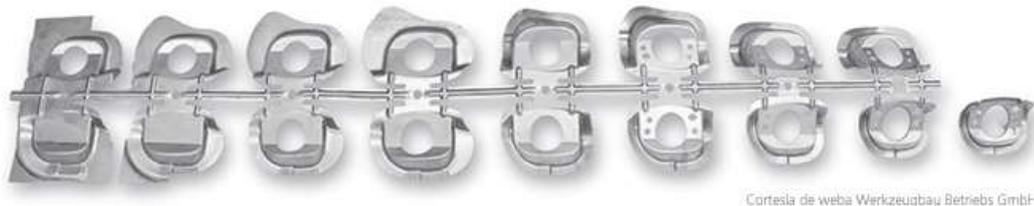
### *Actividad del cliente*

- Estampado en frío de piezas metálicas.

Se define con el término de estampado aquel conjunto de operaciones con las cuales, sin producir virutas, sometemos a una chapa plana a una o más transformaciones, con el fin de obtener una pieza poseyendo forma geométrica propia, sea esta plana o hueca. (Rossi, 1979, p. 6)

- Estampado con matriz progresiva.

La estampación de matriz progresiva es un proceso de conformado de chapa metálica muy usado para fabricar piezas por varias industrias, como la de automoción, electrónica y electrodomésticos. La estampación de matriz progresiva consiste en muchas estaciones de trabajo individuales, cada una de las cuales realiza una o más operaciones diferentes en la pieza. La pieza se lleva de estación a estación en una banda de suministro y se separa de la banda al final de la operación. (Autoform, 2020)



*Figura 1. Estampado progresivo de piezas metálicas*

Fuente: Autoform, 2020, <https://n9.cl/fh2i>

### *TICs*

- Amazon Web Services (AWS)

En 2006, Amazon Web Services (AWS) comenzó a proporcionar servicios de infraestructura de TI para empresas en forma de servicios web, más conocido hoy como informática en la nube. Uno de los principales beneficios de la informática en la nube es la oportunidad de reemplazar importantes gastos anticipados en infraestructura con costos variables reducidos que se escalan con su negocio. Gracias a la nube, las empresas ya no tienen que planificar ni adquirir servidores ni otras infraestructuras de TI con semanas o meses de

antelación. Pueden disponer en cuestión de minutos de cientos o de miles de servidores y ofrecer resultados más rápidamente. (AWS, 2020)

- Amazon EC2

Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2) es un servicio web que proporciona capacidad informática en la nube segura y de tamaño modificable. Está diseñado para simplificar el uso de la informática en la nube a escala web para los desarrolladores. La sencilla interfaz de servicios web de Amazon EC2 permite obtener y configurar capacidad con una fricción mínima. Proporciona un control completo sobre los recursos informáticos y puede ejecutarse en el entorno informático acreditado de Amazon. (AWS, 2020)

- Vesta CP

Vesta CP es un panel de control de código abierto completamente gratuito, script de instalación y frontend. Se centra en la simplicidad y facilidad de uso. A pesar de su interfaz minimalista, VestaCP provee de todas las herramientas necesarias para la creación y gestión de websites: creación de dominios y bases de datos, así como la gestión por parte del usuario.

Vesta CP usa Apache y Nginx juntos. Nginx actúa como un frontend ("Proxy") y sirve para todo contenido estático. Cualquier contenido dinámico se pasará a Apache y se gestionará desde el mismo. El resultado es un uso del servidor súper rápido y ram bajo que saca provecho de los dos puntos fuertes del servidor web. (Cloudi NextGen, 2020)

- Apache

Apache HTTP Server es un software de servidor web gratuito y de código abierto para plataformas Unix con el cual se ejecutan el 46% de los sitios web de todo el mundo. Es mantenido y desarrollado por la Apache Software Foundation.

Les permite a los propietarios de sitios web servir contenido en la web, de ahí el nombre de «servidor web». Es uno de los servidores web más antiguos y confiables, con la primera versión lanzada hace más de 20 años, en 1995. (Hostinger, 2020)

- **Nginx**

NGINX, pronunciado en inglés como 'engine-ex', es un famoso software de servidor web de código abierto. En su versión inicial, funcionaba en servidores web HTTP. Sin embargo, hoy en día también sirve como proxy inverso, balanceador de carga HTTP y proxy de correo electrónico para IMAP, POP3 y SMTP. (Hostinger, 2020)
- **MySQL**

MySQL surgió en una empresa sueca MySQL AB, en la década del noventa. En la actualidad, la empresa es subsidiada por Sun Microsystems de Oracle Corporation. MySQL es, sin duda, uno de los Sistemas de Gestión de Bases de Datos Relacionales (SGBDR) open source más difundido y utilizado. Se puede obtener bajo la licencia GNU GPL (Software Libre) o mediante la distribución comercial, que se diferencia en el soporte, las herramientas de monitoreo y en la posibilidad de incorporarlo en productos privativos. (Reinosa, Maldonado, Muñoz, Damiano y Abrutsky, 2012, p. 336)
- **Sistema de Gestión de Base de Datos**

Un Sistema de Gestión de Base de Datos (SGBD) es un programa de computadora que facilita una serie de herramientas para manejar bases de datos y obtener resultados (información) de ellas. Además de almacenar la información, se pueden hacer consultas sobre esos datos, obtener reportes, generar pequeños programas de mantenimiento de la BD, o ser utilizado como servidor de datos para programas más complejos realizados en cualquier lenguaje de programación. (Thomas y Bertone, 2011, p.6)
- **Aplicación web**

En la ingeniería de software se denomina aplicación web a aquellas herramientas que los usuarios pueden utilizar accediendo a un servidor web a través de Internet o de una intranet mediante un navegador. En otras palabras, es una aplicación software que se codifica en un lenguaje soportado por los navegadores web en la que se confía la ejecución al navegador. (Ictea, 2020)

- PHP

PHP es un lenguaje de programación de código abierto del lado del servidor que se utiliza principalmente para crear páginas web dinámicas. La abreviatura nació originariamente de 'Personal Home Page Tools', aunque hoy en día se ha convertido en el acrónimo recursivo para 'PHP: Hypertext Preprocessor' (Ionos, 2020).

- JavaScript

JavaScript es un lenguaje de programación que se introdujo como una forma de agregar programas a páginas web y ha sido adoptado por todos los navegadores, haciendo posible que las aplicaciones web modernas puedan interactuar directamente sin hacer una recarga de página por cada acción JavaScript. También es usado en sitios web más tradicionales para proporcionar diversas formas de interactividad e inteligencia. (Haverbeke, 2018)

- Node.js

En pocas palabras, Node.js es un entorno de ejecución del lado del servidor que permite que JavaScript se ejecute sin el cliente. Node.js es de código abierto y multiplataforma, lo que lo hace ideal para diferentes tipos de proyectos, desde educativos a empresariales. (Hostinger, 2020)

- MQTT

MQTT es un protocolo de mensajería estándar de OASIS para Internet de las cosas (IoT). Está diseñado como un transporte de mensajería de publicación/suscripción extremadamente liviano que es ideal para conectar dispositivos remotos con una huella de código pequeña y un ancho de banda de red mínimo. Hoy en día, MQTT se utiliza en una amplia variedad de industrias, como la automotriz, la fabricación, las telecomunicaciones, el petróleo y el gas, etc. (MQTT, 2020)

- MQTT Broker

La arquitectura de MQTT sigue una topología de estrella, con un nodo central que hace de servidor o 'broker' normalmente con una capacidad teórica de hasta 10000 clientes. El broker es el encargado de gestionar la red y de

transmitir los mensajes, para mantener activo el canal, los clientes mandan periódicamente un paquete de datos y según el caso pueden esperar una confirmación del broker.

La comunicación se basa en 'topics' o temas, y para que un cliente tenga acceso a la información debe estar suscrito al tema sin importar cuantos clientes estén siguiendo el tema. (Firtec, 2020)

- EMQ X Broker

EMQ X Broker es un agente de mensajes MQTT distribuido altamente escalable y extensible escrito en Erlang / OTP.

Ya sea que lo necesite para una configuración experimental o para la creación de un prototipo de una pequeña aplicación para pymes o incluso para una implementación comercial a gran escala, EMQ X Broker es de código abierto para todos. (EMQ Technologies, 2020)

- Atom

Atom es un editor de código de fuente abierta para macOS, Linux, y Windows con soporte para plug-ins escrito en Node.js, incrustando Git Control, desarrollado por GitHub.

El IDE consta de una aplicación de escritorio construida utilizando tecnologías web. La mayor parte de los paquetes tienen licencias de software libre y es construido y mantenido por su comunidad. Atom está basado en Electrón (Anteriormente conocido como Atom Shell), un framework que permite aplicaciones de escritorio multiplataforma usando Chromium y Node.js. Está escrito en CoffeeScript y Less. También puede ser utilizado como un entorno de desarrollo integrado (IDE). (Drauta, 2020)

- Framework Bootstrap

Bootstrap, es un framework originalmente creado por Twitter, que permite crear interfaces web con CSS y JavaScript, cuya particularidad es la de adaptar la interfaz del sitio web al tamaño del dispositivo en que se visualice. Es decir, el sitio web se adapta automáticamente al tamaño de una PC, una Tablet u otro dispositivo. Esta técnica de diseño y desarrollo se conoce como Responsive Design o Diseño Adaptativo. (Apuntes de Programación, 2020)

- Hardware

#### Placa Arduino

Arduino es una plataforma de desarrollo basada en una placa electrónica de hardware libre que incorpora un microcontrolador reprogramable y una serie de pines hembra. Estos permiten establecer conexiones entre el microcontrolador y los diferentes sensores y actuadores de una manera sencilla. (Página Oficial Arduino Chile, 2019)

#### Placa RaspBerry Pi

RaspBerry Pi es una placa base de 85 x 54 milímetros en el que se aloja un chip Broadcom BCM2835 con procesador ARM hasta a 1 GHz de velocidad (modo Turbo haciendo overclock), GPU VideoCore IV y 512 Mbytes de memoria RAM. Las últimas placas como la RaspBerry Pi 2 y RaspBerry Pi 3 tienen 1GB de memoria RAM. (RaspBerry Shop, 2019)

### Competencias

Luego de realizar una búsqueda de tablero de comando (dashboard) en tiempo real que presenten indicadores de gestión de producción se encontraron los siguientes:

Tabla 1 Tabla comparativa de aplicaciones referidas a tableros de comando

Tipo	Indicadores presentados en el tablero de comando										
	En tiempo real	OEE	Eficiencia	Disponibilidad	Rendimiento	Calidad	Producción Standard	Pérdida de Producción	Set Up de máquina	MTBF	MTTR
Tablero de comando											
LiveMes <sup>1</sup>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗
SmartMon <sup>2</sup>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗
GespLine <sup>3</sup>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗
OEEasy <sup>4</sup>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗

Fuente: Elaboración propia

<sup>1</sup> <https://www.livemes.com/>

<sup>2</sup> <https://smartmon.es/>

<sup>3</sup> <https://proalnet.com/>

<sup>4</sup> <https://oeeasy.com/>

## **Diseño metodológico**

La metodología se refiere a la colección de métodos, tareas y habilidades, conocimientos y otros elementos que se utilizan para lograr un objetivo establecido.

En este apartado mencionaremos todas las herramientas metodológicas que se utilizaron para llevar a cabo este proyecto.

### *Herramientas metodológicas empleadas para el desarrollo del prototipo tecnológico*

La metodología seleccionada para el desarrollo del tablero de comando es la metodología ágil Scrum. Sutherland (2016) afirma que:

Scrum es una metodología ágil que permite crear software de una manera rápida y eficaz. Representa un cambio radical respecto a las metodologías prescriptivas y verticales de gestión de proyectos en el pasado. Scrum se asemeja en cambio a los sistemas evolutivos, adaptativos y capaces de autocorregirse (p. 1).

El hecho de que Scrum:

- Aplique el desarrollo de software incremental.
- Sea flexible a posibles cambios y permita simplificar el proceso.
- El hecho de que el software utilizable esté disponible en un menor tiempo

prueba la racionalidad de esta elección.

### *Herramientas de software utilizadas para lograrlo*

El tablero de comando se desarrolló utilizando PHP para el backend y Bootstrap para el frontend de manera de asegurar el diseño responsive. La información como datos de los sensores e indicadores se almacenaron en la base de datos MySQL.

En el servidor web EC2 se instaló el broker EMQX que actúa como intermediario entre los sensores en la prensa mecánica y el mismo servidor, además en dicho servidor se instaló el web hosting VestaCP que nos brinda los servicios de firewall, de alojamiento de la página web donde se visualiza el tablero de comando y la base de datos MySQL.

Los datos que ingresan desde el broker son almacenados en tiempo real en MySQL por Node.js.

Para la presentación de los indicadores clave de producción en el tablero de comando se tomaron los datos almacenados en la base de datos, y luego de procesarlos en el backend (PHP) son enviados al frontend (Bootstrap).

A continuación, se sintetiza en una tabla las herramientas de desarrollo que se usaron.

*Tabla 2 Herramientas de desarrollo en el presente TFG*

Herramienta de desarrollo	Elección para este TFG
Lenguaje	PHP - JavaScript
Framework	Bootstrap
Editor de código	Atom
Base de Datos	MySQL
Entorno de ejecución	Node.js
Plataforma cloud	AWS
Servidor web	EC2
Host y procesamiento datos	Vesta CP

Fuente: Elaboración propia

### *Técnicas de recolección de datos en el relevamiento*

La técnica de recolección de datos que se utilizó fue la observación personal en piso de planta de estampado con el objetivo de identificar las pérdidas productivas durante el proceso de estampado y la recopilación de requisitos del cliente a partir de reuniones con el gerente de producción.

### *Planificación del proyecto*

A continuación, el diagrama de Gantt con la planificación de las actividades del presente TFG.

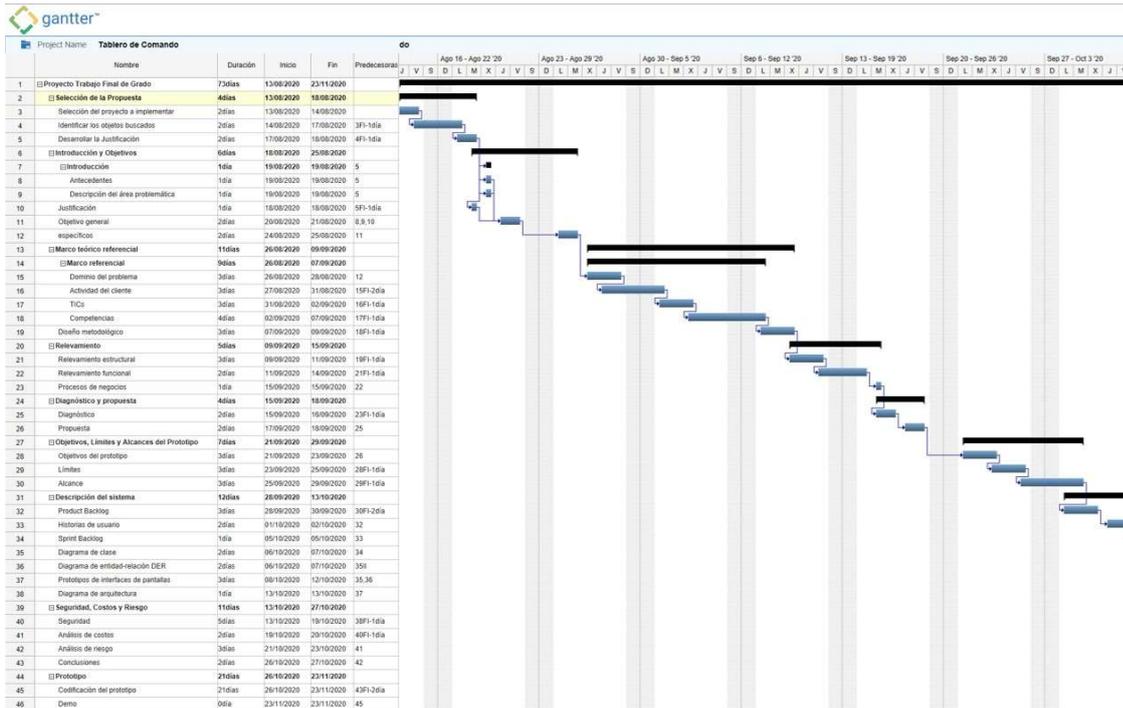


Figura 2 Gantt de planificación del trabajo, primeras 6 semanas

Fuente: Elaboración propia

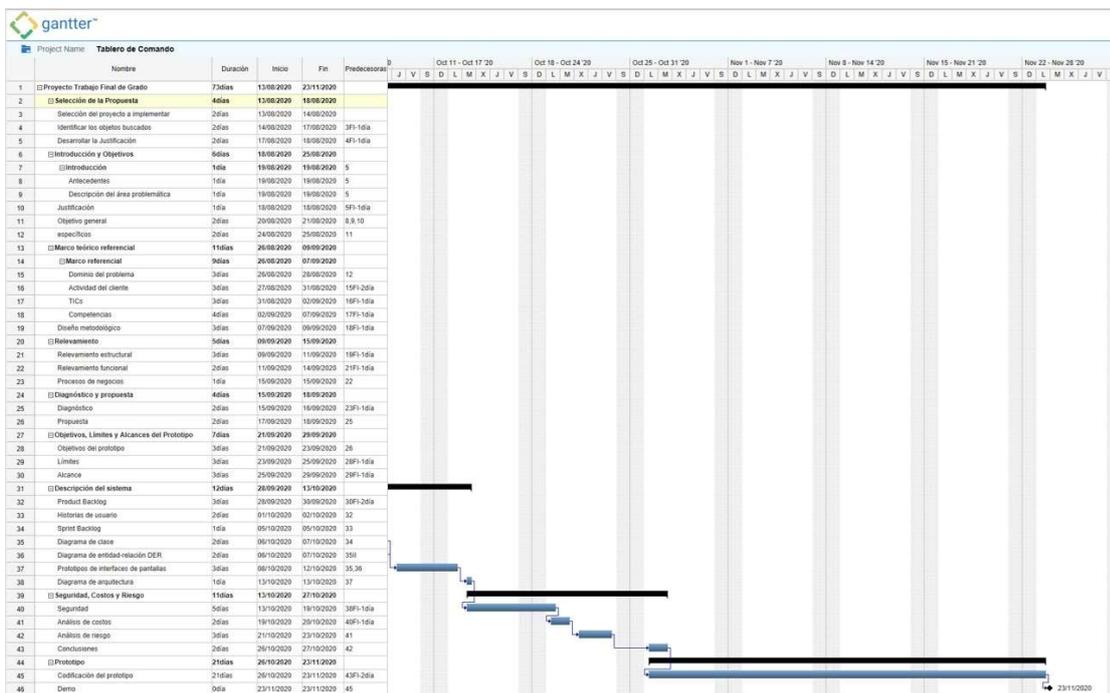


Figura 3 Gantt de planificación del trabajo hasta semana 15

Fuente: Elaboración propia

## Relevamiento

### Relevamiento estructural

A continuación, se brinda la ubicación de la empresa donde se llevó a cabo el proyecto, la misma se encuentra en la ciudad de Córdoba, más específicamente en calle sin nombre sin número del barrio 4 de Febrero.

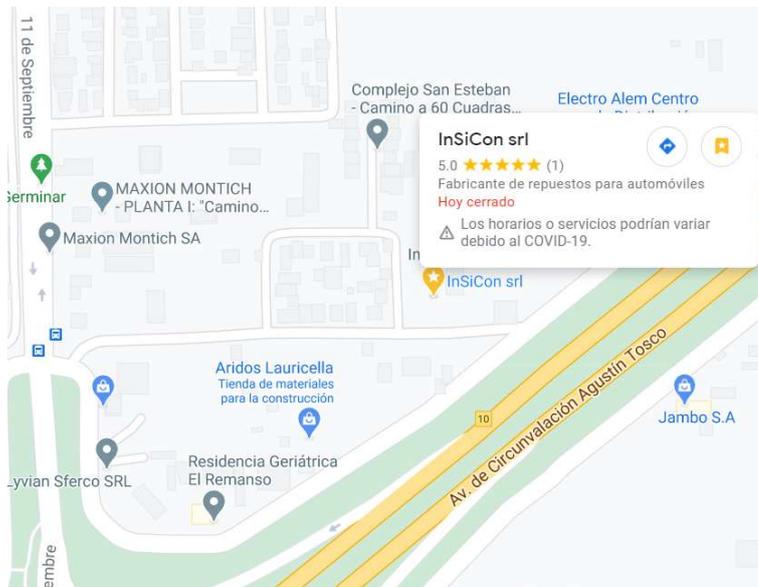


Figura 4 Ubicación de la empresa InSiCon S.R.L.

Fuente: Elaboración propia

InSiCon S.R.L. cuenta con una única sucursal donde se encuentra el siguiente equipamiento:

- Prensa mecánica de 250 Tn.
- Cargador automático de materia prima (chapa).
- Cinta transportadora industrial con banda de PVC de 2 metros.

### Relevamiento funcional

Luego de las reuniones realizadas con el Director General y el Gerente de Producción, se logró recopilar la información necesaria de la empresa InSiCon S.R.L., y de esa forma conocer su estructura.

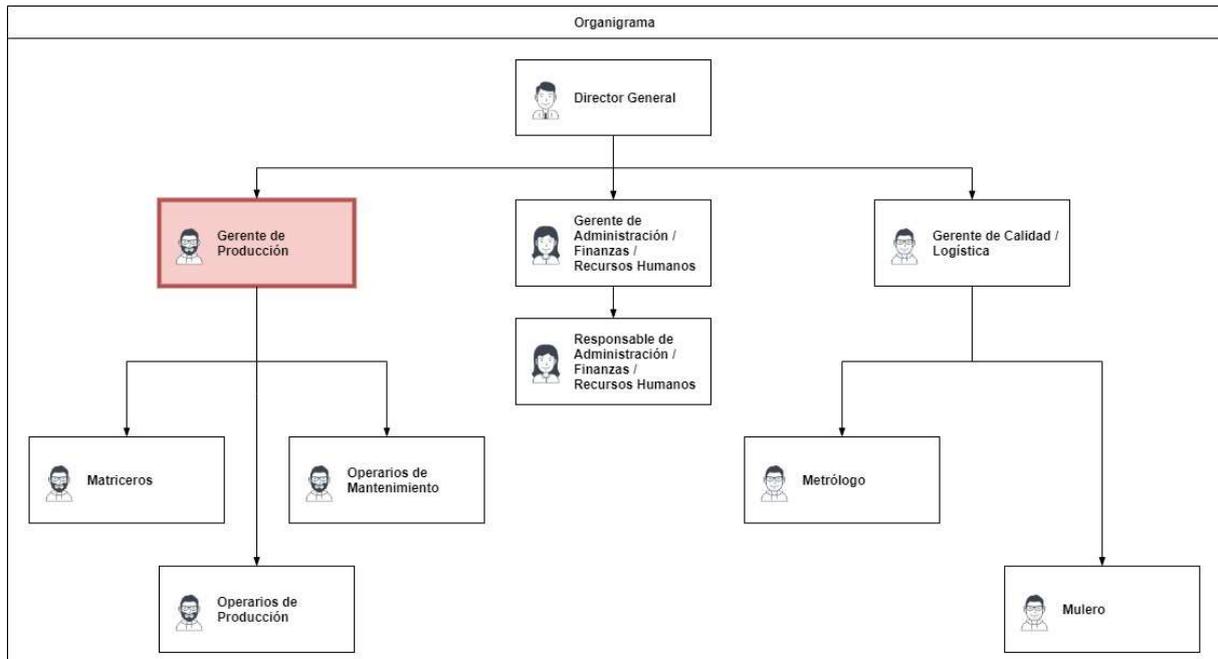


Figura 5 Organigrama de la empresa InSiCon S.R.L.

Fuente: Elaboración propia

Director General. Sus principales funciones son:

- Brindar orientación
- Planificar estrategias
- Organizar los recursos
- Liderar el capital humano
- Controlar y reorganizar los procesos

Gerente de Finanzas, Administración y RRHH. Sus principales funciones son:

- Planificar, organizar, dirigir y controlar la Gestión de los Recursos Humanos:
  - ◆ Logísticos
  - ◆ Contables
- Planificar, organizar, dirigir y controlar la Gestión de:
  - ◆ Activos Fijos y de Finanzas
- Definir los objetivos de la organización

- Desarrollar, aprobar y poner en práctica políticas, programas y campañas organizacionales
- Supervisar las actividades de todos los departamentos, definiendo su estructura jerárquica
- Ser el embajador de la identidad de la empresa, tanto para públicos internos, como externos

Responsable de Finanzas, Administración y RRHH. Sus principales funciones son:

- Revisión y soporte en el análisis de la contabilidad general y los estados extracontables
- Aportar la información financiera necesaria a la Gerencia Financiera de la empresa
- Asegurar los estados contables y financieros
- Planear, implementar y administrar los procesos de evaluación del desempeño, planes de sucesión, planes de desarrollo y políticas de definición de objetivos
- Planear y ejecutar estrategias de atracción de talento y proveer soporte en la transferencia de expatriados

Gerente de Calidad y Logística. Sus principales funciones son:

- Comprender las necesidades y los requisitos de los clientes para desarrollar procesos de control de calidad eficaces
- Diseñar y revisar especificaciones para productos o procesos
- Establecer requisitos para las materias primas o los productos intermedios para proveedores y supervisar su cumplimiento
- Supervisar todos los procedimientos de desarrollo de los productos para identificar el incumplimiento de las normas de calidad
- Planificar y gestionar la logística, el almacén, el transporte y los servicios a los clientes

- Dirección, optimización y coordinación de todo el ciclo de pedidos
- Colaboración y negociación con proveedores, fabricantes, comerciantes y consumidores

Metrólogo. Sus principales funciones son:

- Experiencia en elementos de medición
- Interpretación de planos
- Experiencia en máquina de medir 3D

Mulero. Sus principales funciones son:

- Recepción y descarga de materia prima
- Gestión de remitos y registros de almacén
- Traslado de materia prima de almacén a pie de prensa
- Traslado de piezas terminadas al almacén
- Carga de producto terminado en transporte hacia el cliente

Gerente de Producción. Sus principales funciones:

- Aseguran que los procesos de fabricación se ejecuten de manera confiable y eficiente
- Coordinan, planifican y dirigen las actividades utilizadas para crear una amplia gama de productos
- Supervisar los procesos de producción, planificando y organizando el cronograma de producción
- Sugerir mejoras en el proceso para así mejorar la calidad y la capacidad de producción
- Asignar la carga de trabajo diaria a los miembros del equipo

- Determinar los requerimientos de máquinas, materiales y mano de obra para la ejecución del programa de producción
- Asegurarse que el producto final cumpla con los estándares de calidad y también con las especificaciones del cliente
- El gerente de mantenimiento es el encargado de establecer sistemas y mecanismos informatizados que le permitan monitorear el funcionamiento de los equipos y controlar el estado de las diferentes instalaciones.
- Priorizar correctamente las reparaciones y el mantenimiento
- Mantener y gestionar los indicadores de mantenimiento

Operario de Mantenimiento. Sus principales funciones son:

- Realizar las reparaciones de máquina de una manera eficiente y en el menor tiempo posible
- Completar las planillas de parada de producción
- Realizar el mantenimiento planificado
- Realizar el mantenimiento preventivo

Matricero. Sus principales actividades son:

- Realizar las reparaciones de matrices de una manera eficiente y en el menor tiempo posible
- Completar las planillas de reparación de matriz en producción
- Realizar el mantenimiento planificado de matrices
- Realizar el mantenimiento preventivo de matrices

Operario de Producción. Sus principales funciones son:

- Llevar a cabo la producción
- Llenar los registros de producción

- Llamar a calidad por defectos en calidad de la producción
- Llamar al matricero por rotura de matriz
- Llamar a mantenimiento por rotura de prensa
- Registrar las paradas por:
  - ◆ Rotura de matriz
  - ◆ Rotura de prensa
  - ◆ Mala calidad de piezas
  - ◆ Falta de materia prima
  - ◆ Falta de contenedor vacío
  - ◆ No se retiró contenedor lleno

A continuación, se relevaron los procesos de la gerencia de producción porque es la estructura afectada para la realización del presente trabajo.

Proceso: P1-Set Up de matriz para nueva pieza

Roles:

- Operario de producción (OP)
- Matricero (MT)
- Metrólogo (MTL)

Pasos: El matricero coloca la matriz en la prensa y la pone a punto, mientras esto ocurre el operario de producción coloca la materia prima próxima a la prensa de acuerdo con el layout de máquina para dicha producción.

Una vez finalizado el set up, el matricero busca al metrólogo para que verifique la pieza y autorice el inicio de producción.

Proceso: P2-Producción

Roles:

- Operario de producción (OP)
- Metrólogo (MTL)

Pasos: Una vez iniciada la producción el operario debe realizar los autocontroles de calidad y llenar los registros a mano.

Metrología hace la ronda por el puesto cada 45 minutos y toma una pieza del contenedor de piezas finales para verificarla contra el patrón de pieza ok.

Proceso: P3-Parada de producción por matriz rota

Roles:

- Operario de producción (OP)
- Matricero (MT)

El operario de producción detiene la producción y va a buscar al matricero para que repare la matriz, el matricero llega al puesto y analiza la rotura, si se puede reparar en 60 minutos, efectúa la reparación y repite el proceso P2, de lo contrario avisa al gerente de producción que hay que bajar la matriz y llevarla al taller de mantenimiento lanzando el proceso P1.

Proceso: P4-Parada de producción por prensa rota

Roles:

- Operario de producción (OP)
- Mantenimiento (MTM)

El operario de producción detiene la producción y va a buscar a mantenimiento para que repare la prensa, mantenimiento llega al puesto y analiza la rotura, si se puede reparar en 60 minutos, efectúa la reparación y repite el proceso P2, en cambio, si para realizar la reparación de la prensa debió bajar la matriz, al finalizar la reparación de la prensa lanza el proceso P1.

Proceso: P5-Parada de producción por falta de materia prima

Roles:

- Operario de producción (OP)
- Mulero (LGT)

El operario de producción detiene la producción y llama al mulero para que traiga materia prima para continuar la producción, el mulero entrega la materia prima y el operario de producción relanza el proceso P2.

Proceso: P6-Parada de producción por falta de contenedor vacío para pieza terminada

Roles:

- Operario de producción (OP)
- Mulero (LGT)

El operario de producción detiene la producción y llama al mulero para que traiga contenedores vacíos para piezas terminadas y retire los contenedores llenos con piezas terminadas, el mulero entrega los contenedores vacíos y retira los llenos y el operario de producción relanza el proceso P2.

## Proceso de Negocio

Proceso de negocio de estampado de piezas en prensa mecánica.

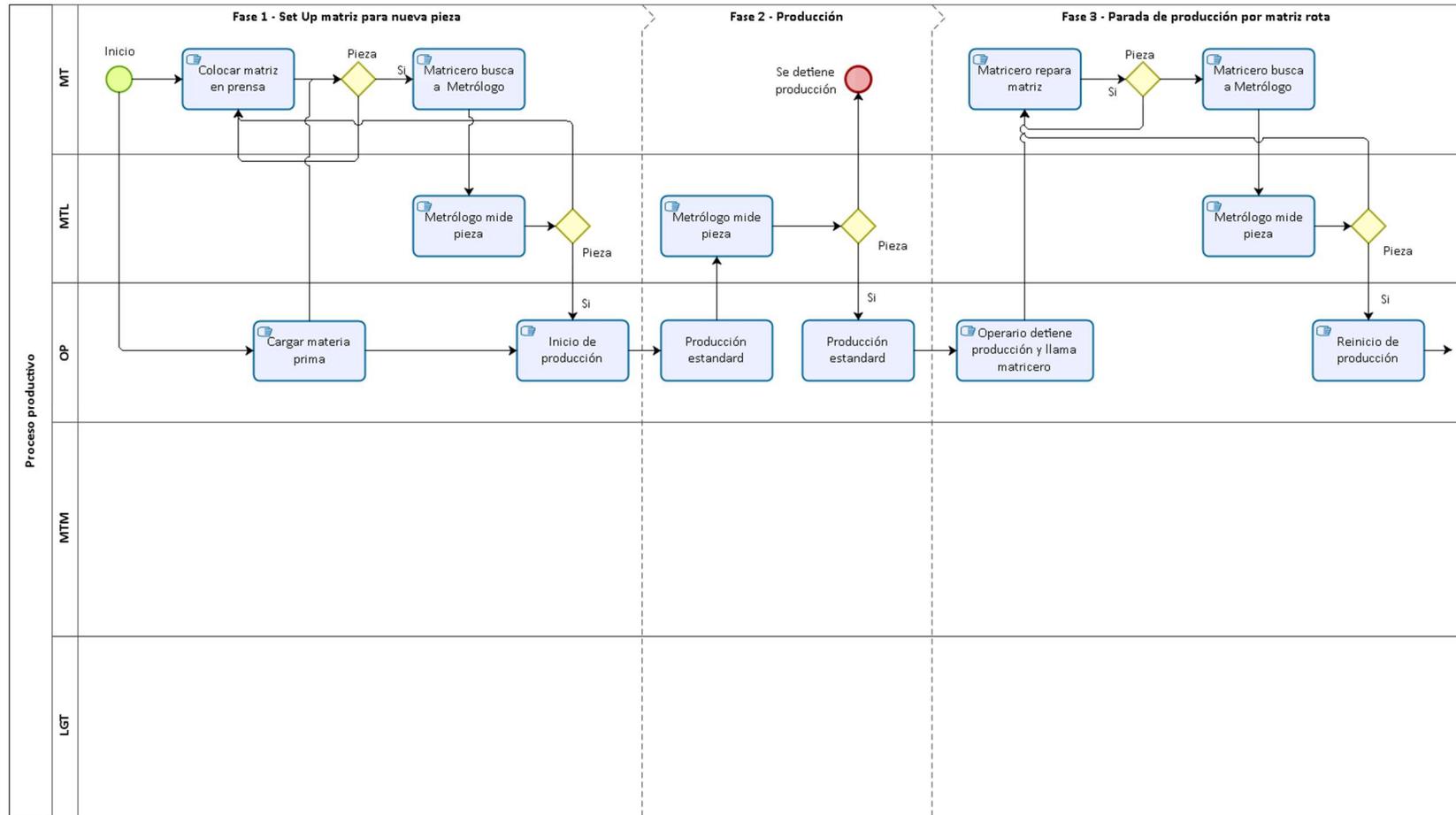


Figura 6 Diagrama BPM del estampado de piezas metálicas, procesos: P1 a P3

Fuente: Elaboración propia

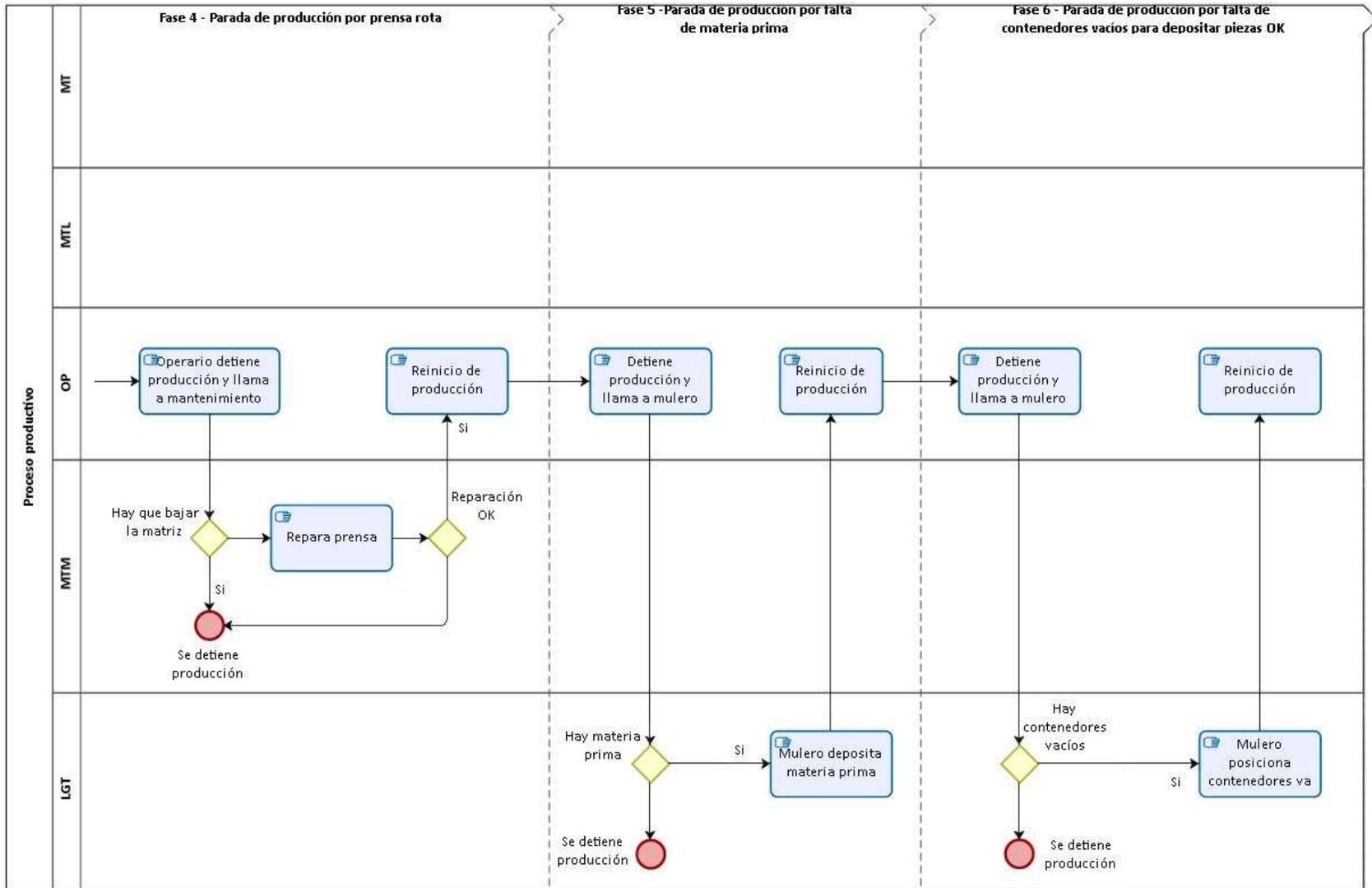


Figura 7 Diagrama BPM del estampado piezas metálicas, procesos: P4 a P6

Fuente: Elaboración propia

## Diagnóstico y propuesta

### *Diagnóstico*

A partir de los procesos relevados en la empresa, se realizó el diagnóstico de cada uno de ellos.

#### Proceso: P1-Set Up de matriz para nueva pieza

- Problema: El tiempo de lanzamiento de producción comprendido desde la última pieza estampada que cumple con sus requisitos de calidad, del pedido que finaliza, y la primera pieza estampada en las mismas condiciones de aceptación de calidad de la producción que comienza, es demasiado largo cuando se cambia de matriz.
- Causa: No se lleva control ni registros del tiempo descripto, por lo tanto, al desconocerlo no se los puede gestionar, para reducirlo al mínimo necesario.

#### Proceso: P2-Producción

- Problema: Los tiempos empleados para producir un determinado lote de piezas (cantidad de piezas solicitada en la orden de producción), es muy variable por cada vez que se produce esa pieza, generando pérdidas a la producción.
- Causa: Inestabilidad del proceso por falta de método. No se calcula la eficiencia de la producción, las pérdidas del proceso productivo, la Eficiencia General del Equipo (OEE por sus siglas en inglés), la productividad y la tasa de defectos, en consecuencia, al no medirlos se los desconoce y no se los gestiona.

#### Proceso: P3-Parada de producción por matriz rota

- Problema: Pérdidas de producción durante el tiempo que se demora en reparar la matriz.
- Causa: Demoras en la comunicación entre los distintos actores que deben solucionar el problema.

#### Proceso: P4-Parada de producción por prensa rota

- Problema: Se generan pérdidas en la producción al detenerla y durante el tiempo que se demora en reparar la prensa.

- Causa: La comunicación entre los distintos actores que deben solucionar el problema es ineficiente.

Proceso: P5-Parada de producción por falta de materia prima

- Problema: Debido a la falta de materia prima se detiene la producción generando pérdidas y tiempos muertos.
- Causa: Nuevamente la comunicación entre las áreas es ineficiente.

Proceso: P6-Parada de producción por falta de contenedor vacío para pieza terminada

- Problema: Al no disponer de contenedores vacíos para almacenar piezas se detiene la producción generando pérdidas y tiempos muertos.
- Causa: Ídem a causa de proceso P5.

### *Propuesta*

A partir del diagnóstico realizado, se propuso la implementación de un sistema que a través de un tablero de comando presenta, en tiempo real, los siguientes indicadores de producción:

- Eficiencia general del equipo (OEE).
  - Rendimiento de la producción.
  - Calidad de las piezas producidas.
  - Disponibilidad de la máquina para producir.
- Eficiencia de la producción.
- Pérdidas por falta de disponibilidad de la máquina para producir.
- Tiempo promedio en reparar una máquina fuera de servicio (MTTR).
- Tiempo promedio desde la reparación de la máquina hasta que sale de servicio nuevamente (MTBF).
- Cantidad de piezas producidas

Los indicadores nombrados dan soporte a los procesos de toma de decisión de la gerencia. Reducen las pérdidas de producción e incrementan la rentabilidad al eliminar las microparadas por tiempos muertos, mejorando la productividad y la calidad del producto.

Por otra parte, ayuda a la organización a cumplir con los pedidos en los tiempos establecidos por los clientes, a la aprobación de las normas de calidad de la industria y por ende a la generación de nuevos negocios.

Estudios han demostrado que un aumento de un 1% en la Eficiencia General del Equipo (OEE) implica un aumento de entre el 3% al 7% de rentabilidad de la empresa, esto último sumado a los beneficios arriba descritos determinan las razones por la cual es muy importante disponer de los indicadores clave de la producción en tiempo real.

## **Objetivos, límites y alcances del prototipo**

### *Objetivos del prototipo*

Brindar una herramienta digital que permita visualizar en tiempo real, reportes e informes estadísticos de los procesos productivos como soporte para la toma de decisión de los diferentes mandos de la empresa, de manera gráfica.

### *Límites*

El prototipo comprende desde el ingreso de los datos al servidor hasta la presentación de los indicadores en el tablero de comando.

### *Alcance*

Para lograr los objetivos marcados, este prototipo contempla los siguientes procesos:

- Brindar información de la Eficiencia General del Equipo (OEE).
- Proporcionar información de las pérdidas de producción del equipo.
- Ofrecer información de la productividad del equipo.
- Proveer información de la tasa de defectos de la producción.
- Suministrar información de los indicadores de mantenimiento que afectan a la producción, como ser el tiempo promedio para reparar un equipo (MTTR por sus siglas en inglés) y el tiempo promedio entre que el equipo es reparado y se vuelve a dañar (MTBF por sus siglas en inglés).

## Descripción del Sistema

### Product Backlog

En la tabla a continuación, se presenta el product backlog con las historias de usuarios relevadas, que presentan la funcionalidad del sistema.

Tabla 3 Product Backlog

ID	Historia de Usuario	Estimación (Story Points)	Prioridad	Dependencia
001	Registro de usuario al sistema	3	Alta	
002	Ingreso de usuario al sistema	3	Alta	001
003	Recuperación de contraseña de usuario	3	Baja	002
004	Dar de baja un usuario	3	Baja	001
005	Observar el indicador OEE del equipo	5	Alta	002
006	Observar el indicador de disponibilidad	5	Media	005
007	Observar el indicador de rendimiento	5	Media	006
008	Observar el indicador de calidad	5	Media	007
009	Observar el indicador de eficiencia del proceso	5	Alta	008
010	Observar el indicador de pérdidas por disponibilidad	5	Media	009
011	Observar el indicador de pérdidas por rendimiento	5	Media	010
012	Observar el indicador de pérdidas por calidad	5	Media	011
013	Observar el indicador de productividad	5	Alta	012
014	Observar el indicador de tasa de defectos	5	Alta	013
015	Observar el indicador MTTR del equipo	5	Baja	014
016	Observar el indicador MTBF del equipo	5	Baja	015
017	Observar los indicadores seleccionados en un tablero de comando general	8	Alta	016

Fuente: Elaboración propia

### Historias de Usuario

A continuación, se presentan las historias de usuarios contenidas en el product backlog detallado anteriormente.

Tabla 4 Historia de Usuario 001 - Registro de usuario al sistema

Historia de Usuario ID	001
Título	Registro de usuario al sistema
Descripción	Como usuario quiero registrarme en el sistema para poder ingresar.
Criterios de Aceptación	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dado que el usuario ingresa en el campo 'contraseña' una contraseña menor a 6 dígitos que solo contiene números o solo contiene letras, cuando hace clic en el botón 'Guardar' entonces el nuevo usuario no se guardará y la siguiente notificación es mostrada: 'Debe ingresar una contraseña alfanumérica de 6 dígitos'.</li> <li>2. Dado que el usuario ingresa un correo electrónico ya registrado en el campo 'usuario' cuando hace clic en el botón 'Guardar' entonces el nuevo usuario no se guardará y la siguiente notificación es mostrada: 'Usuario ya registrado'.</li> <li>3. Dado que el usuario no ha completado los campos obligatorios, cuando hace clic en el botón 'Guardar' entonces el nuevo usuario no se guardará y la siguiente notificación es mostrada: 'Debe completar los campos requeridos'.</li> <li>4. Dado que el usuario ingresa un correo electrónico erróneo en el campo 'usuario' cuando hace clic en el botón 'Guardar' entonces el nuevo usuario no se guardará y la siguiente notificación es mostrada: 'Correo electrónico incorrecto'.</li> </ol>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5 historia de Usuario 002 - Ingreso de usuario al sistema

Historia de Usuario ID	002
Título	Ingreso de usuario al sistema
Descripción	Como usuario quiero iniciar sesión en el sistema para poder visualizar los indicadores de producción.
Criterios de Aceptación	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dado que el usuario que aún no se registró ingresa sus credenciales en los campos 'Usuario' y 'Contraseña', cuando hace clic en el botón 'Ingresar' entonces el usuario no ingresará al sistema y la siguiente notificación es mostrada: 'Usuario y/o contraseña inválidos'.</li> <li>2. Dado que el usuario ingresa un correo electrónico y/o una contraseña errónea en los campos 'Usuario' y 'Contraseña', cuando hace clic en el botón 'Ingresar' entonces el usuario no ingresará al sistema y la siguiente notificación es mostrada: 'Usuario y/o contraseña inválidos'.</li> <li>3. Dado que el usuario ingresa sus credenciales correctamente en los campos 'Usuario' y 'Contraseña', cuando hace clic en el botón 'Ingresar' entonces la siguiente notificación es mostrada: 'Bienvenido usuario...' y el usuario ingresará al sistema.</li> </ol>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6 Historia de Usuario 003 - Recuperación de contraseña de usuario

Historia de Usuario ID	003
Título	Recuperación de contraseña de usuario
Descripción	Como usuario quiero reestablecer mi contraseña para poder ingresar al sistema.
Criterios de Aceptación	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dado que el usuario desea recuperar su contraseña, cuando hace clic en el botón 'Recuperar contraseña' entonces el usuario deberá ingresar el correo electrónico con el que se dio de alta y la siguiente notificación es mostrada: 'Se le envió a su correo los pasos de recuperación de contraseña'.</li> <li>2. Dado que el usuario ingresa un correo electrónico erróneo en el campo 'usuario' cuando hace clic en el botón 'Enviar' entonces la siguiente notificación es mostrada: 'Correo electrónico incorrecto'.</li> </ol>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7 Historia de Usuario 004 - Dar de baja un usuario

Historia de Usuario ID	004
Título	Dar de baja un usuario
Descripción	Como administrador de sistemas quiero dar de baja un usuario para que ya no tenga acceso al sistema.
Criterios de Aceptación	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dado que determinado usuario ya no utilizará el sistema, el administrador de sistemas ingresará a la plataforma con sus credenciales, cuando hace clic en el botón 'Ingresar' el sistema mostrará opciones adicionales a las que se le presentan al usuario común, entre ellas el botón 'Eliminar usuario' que al hacer clic sobre él entonces se muestra una ventana emergente solicitando ingresar el correo electrónico del usuario a eliminar y el botón 'Eliminar' que al oprimirlo la siguiente notificación es mostrada: 'Usuario eliminado'.</li> <li>2. Dado que el usuario al que le fueron dadas de baja sus credenciales ingresa las mismas en los campos 'usuario' y 'contraseña' cuando hace clic en el botón 'Ingresar' entonces el usuario no ingresará al sistema y la siguiente notificación es mostrada: 'Usuario y/o contraseña inválidos'.</li> </ol>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8 Historia de Usuario 005 - Observar el indicador OEE del equipo

Historia de Usuario ID	005
Título	Observar el indicador OEE del equipo
Descripción	Como usuario quiero observar el indicador OEE del equipo para poder evaluar si la producción se desarrolla dentro de los parámetros establecidos.
Criterios de Aceptación	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dado que el usuario está en la página de inicio del sistema cuando selecciona la opción 'OEE' entonces se le redirige a la página del indicador OEE.</li> <li>2. Dado que el usuario está en la página 'OEE' cuando selecciona 'Inicio' entonces se le redirige a la página de inicio del sistema.</li> </ol>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9 Historia de Usuario 006 - Observar el indicador de disponibilidad

Historia de Usuario ID	006
Título	Observar el indicador de disponibilidad
Descripción	Como usuario quiero observar el indicador de disponibilidad para poder evaluar si el equipo produce durante el tiempo establecido.
Criterios de Aceptación	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dado que el usuario está en la página de 'OEE' cuando el usuario selecciona la opción 'Disponibilidad' entonces se muestra una ventana emergente con el indicador de disponibilidad.</li> <li>2. Dado que el usuario ya no quiere ver el indicador de disponibilidad cuando selecciona la opción 'Cerrar' entonces se cierra la ventana emergente dejando visible nuevamente el indicador OEE.</li> </ol>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10 Historia de Usuario 007 - Observar el indicador de rendimiento

Historia de Usuario ID	007
Título	Observar el indicador de rendimiento
Descripción	Como usuario quiero observar el indicador de rendimiento para poder evaluar si el equipo produce a la velocidad establecida.
Criterios de Aceptación	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dado que el usuario está en la página de 'OEE' cuando el usuario selecciona la opción 'Rendimiento' entonces se muestra una ventana emergente con el indicador de rendimiento.</li> <li>2. Dado que el usuario ya no quiere ver el indicador de rendimiento cuando selecciona la opción 'Cerrar' entonces se cierra la ventana emergente dejando visible nuevamente el indicador OEE.</li> </ol>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11 Historia de Usuario 008 - Observar el indicador de calidad

Historia de Usuario ID	008
Título	Observar el indicador de calidad
Descripción	Como usuario quiero observar el indicador de calidad para poder evaluar si el equipo produce dentro de los objetivos de calidad establecidos.
Criterios de Aceptación	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dado que el usuario está en la página de 'OEE' cuando el usuario selecciona la opción 'Calidad' entonces se muestra una ventana emergente con el indicador de calidad.</li> <li>2. Dado que el usuario ya no quiere ver el indicador de calidad cuando selecciona la opción 'Cerrar' entonces se cierra la ventana emergente dejando visible nuevamente el indicador OEE.</li> </ol>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12 Historia de Usuario 009 - Observar el indicador de eficiencia del proceso

Historia de Usuario ID	009
Título	Observar el indicador de eficiencia del proceso
Descripción	Como usuario quiero observar el indicador de eficiencia del proceso para poder evaluar cual es el porcentaje de aprovechamiento del equipo.
Criterios de Aceptación	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dado que el usuario está en la página de inicio del sistema cuando selecciona 'Eficiencia' entonces se le redirige a la página del indicador de eficiencia.</li> <li>2. Dado que el usuario está en la página 'Eficiencia' cuando selecciona 'Inicio' entonces se le redirige a la página de inicio del sistema.</li> </ol>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13 Historia de Usuario 010 - Observar el indicador de pérdidas por disponibilidad

Historia de Usuario ID	010
Título	Observar el indicador de pérdidas por disponibilidad
Descripción	Como usuario quiero observar el indicador de pérdidas por disponibilidad para poder evaluar cuáles fueron las paradas del equipo.
Criterios de Aceptación	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dado que el usuario está en la página de 'Eficiencia' cuando el usuario selecciona la opción 'Pérdida por Disponibilidad' entonces se muestra una ventana emergente con el indicador de pérdidas por disponibilidad.</li> <li>2. Dado que el usuario ya no quiere ver el indicador de pérdidas por disponibilidad cuando selecciona la opción 'Cerrar' entonces se cierra la ventana emergente dejando visible nuevamente el indicador 'Eficiencia'.</li> </ol>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14 Historia de Usuario 011 - Observar el indicador de pérdidas por rendimiento

Historia de Usuario ID	011
Título	Observar el indicador de pérdidas por rendimiento
Descripción	Como usuario quiero observar el indicador de pérdidas por rendimiento para poder evaluar a qué se debe que el equipo produce a menor velocidad.
Criterios de Aceptación	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dado que el usuario está en la página de 'Eficiencia' cuando el usuario selecciona la opción 'Pérdida por Rendimiento' entonces se muestra una ventana emergente con el indicador de pérdidas por rendimiento.</li> <li>2. Dado que el usuario ya no quiere ver el indicador de pérdidas por rendimiento cuando selecciona la opción 'Cerrar' entonces se cierra la ventana emergente dejando visible nuevamente el indicador 'Eficiencia'.</li> </ol>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15 Historia de Usuario 012 - Observar el indicador de pérdidas por calidad

Historia de Usuario ID	012
Título	Observar el indicador de pérdidas por calidad
Descripción	Como usuario quiero observar el indicador de pérdidas por calidad para poder medir el tiempo utilizado para retrabajar piezas de mala calidad.
Criterios de Aceptación	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dado que el usuario está en la página de 'Eficiencia' cuando el usuario selecciona la opción 'Pérdida por Calidad' entonces se muestra una ventana emergente con el indicador de pérdidas por calidad.</li> <li>2. Dado que el usuario ya no quiere ver el indicador de pérdidas por calidad cuando selecciona la opción 'Cerrar' entonces se cierra la ventana emergente dejando visible nuevamente el indicador 'Eficiencia'.</li> </ol>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16 Historia de Usuario 013 - Observar el indicador de productividad

Historia de Usuario ID	013
Título	Observar el indicador de productividad
Descripción	Como usuario quiero observar el indicador de productividad para poder evaluar si se produce con los recursos humanos establecidos.
Criterios de Aceptación	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dado que el usuario está en la página de inicio del sistema cuando selecciona 'Productividad' entonces se le redirige a la página del indicador de productividad.</li> <li>2. Dado que el usuario está en la página 'Productividad' cuando selecciona 'Inicio' entonces se le redirige a la página de inicio del sistema.</li> </ol>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17 Historia de Usuario 014 - Observar el indicador de tasa de defectos

Historia de Usuario ID	014
Título	Observar el indicador de tasa de defectos
Descripción	Como usuario quiero observar el indicador de tasa de defectos para poder evaluar las piezas no conformes producidas respecto de las piezas producidas de manera ok.
Criterios de Aceptación	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dado que el usuario está en la página de inicio del sistema cuando selecciona 'Tasa de Defectos' entonces se le redirige a la página del indicador de tasa de defectos.</li> <li>2. Dado que el usuario está en la página 'Tasa de Defectos' cuando selecciona 'Inicio' entonces se le redirige a la página de inicio del sistema.</li> </ol>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18 Historia de Usuario 015 - Observar el indicador MTTR del equipo

Historia de Usuario ID	015
Título	Observar el indicador MTTR del equipo
Descripción	Como usuario quiero observar el indicador MTTR del equipo para poder evaluar el tiempo promedio de reparación de averías del equipo.
Criterios de Aceptación	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dado que el usuario está en la página de inicio del sistema cuando selecciona 'MTTR' entonces se le redirige a la página del indicador MTTR.</li> <li>2. Dado que el usuario está en la página 'MTTR' cuando selecciona 'Inicio' entonces se le redirige a la página de inicio del sistema.</li> </ol>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19 Historia de Usuario 016 - Observar el indicador MTBF del equipo

Historia de Usuario ID	016
Título	Observar el indicador MTBF del equipo
Descripción	Como usuario quiero observar el indicador MTBF del equipo para poder evaluar el tiempo promedio de reparación de averías del equipo.
Criterios de Aceptación	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dado que el usuario está en la página de inicio del sistema cuando selecciona 'MTBF' entonces se le redirige a la página del indicador MTBF.</li> <li>2. Dado que el usuario está en la página 'MTBF' cuando selecciona 'Inicio' entonces se le redirige a la página de inicio del sistema.</li> </ol>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20 Historia de Usuario 017 - Observar los indicadores seleccionados en un tablero de comando general

Historia de Usuario ID	017
Título	Observar los indicadores seleccionados en un tablero de comando general
Descripción	Como usuario quiero observar los indicadores a mi elección en el tablero de comando para poder evaluar a cada instante la producción del equipo y gestionarla.
Criterios de Aceptación	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dado que el usuario está en la página de inicio del sistema cuando selecciona 'Tablero de comando' entonces se le redirige a la página del tablero de comando.</li> <li>2. Dado que el usuario está en la página tablero de comando cuando selecciona a discreción los indicadores a mostrar entonces los indicadores seleccionados son mostrados en el tablero de comando.</li> <li>3. Dado que el usuario está en la página 'Tablero de comando' cuando selecciona 'Inicio' entonces se le redirige a la página de inicio del sistema.</li> </ol>

Fuente: Elaboración propia

## Sprint Backlog

Con base en el backlog, se priorizaron las historias que se consideraron realizar en el primer sprint y su descomposición en las correspondientes tareas que estuvieron involucradas.

Tabla 21 Spring Backlog

Sprint	ID	Título	Tipo	Tareas	Prioridad	Estado
Sprint 1	001	Registro de usuario al sistema	Historia de Usuario	1. Diseñar diagrama UML	Alta	En Progreso
				2. Diseñar DER		
				3. Codificar DB de acuerdo con el DER		
				4. Diseñar interfaz gráfica		
Sprint 1	002	Ingreso de usuario al sistema	Historia de Usuario	1. Consumir servicio de login y validar datos del usuario	Alta	En Progreso
				2. Restringir acceso a sección de usuarios logueados		
				3. Maquetar pantalla de Landing para usuarios logueados		
				4. Hacer Testing de componentes		
				5. Implementar e integrar		
				6. Hacer Testing de integración		
				7. Implementar e integrar		
Sprint 1	017	Observar todos los indicadores en un tablero de comando general	Historia de Usuario	1. Seleccionar los indicadores	Alta	En Progreso
				2. Diseñar el tablero de comando		
				3. Diseñar la base de datos		
				4. Preparar el template con Bootstrap		
				5. Diseñar alarmas		
				6. Filtrado de datos y Drill Down		
				7. Implementar la librería de gráficos		
				8. Conectar el tablero de comando con los datos		
				9. Implementar alarmas		
				10. Implementar e integrar		

Fuente: Elaboración propia

## Diagrama de Clases

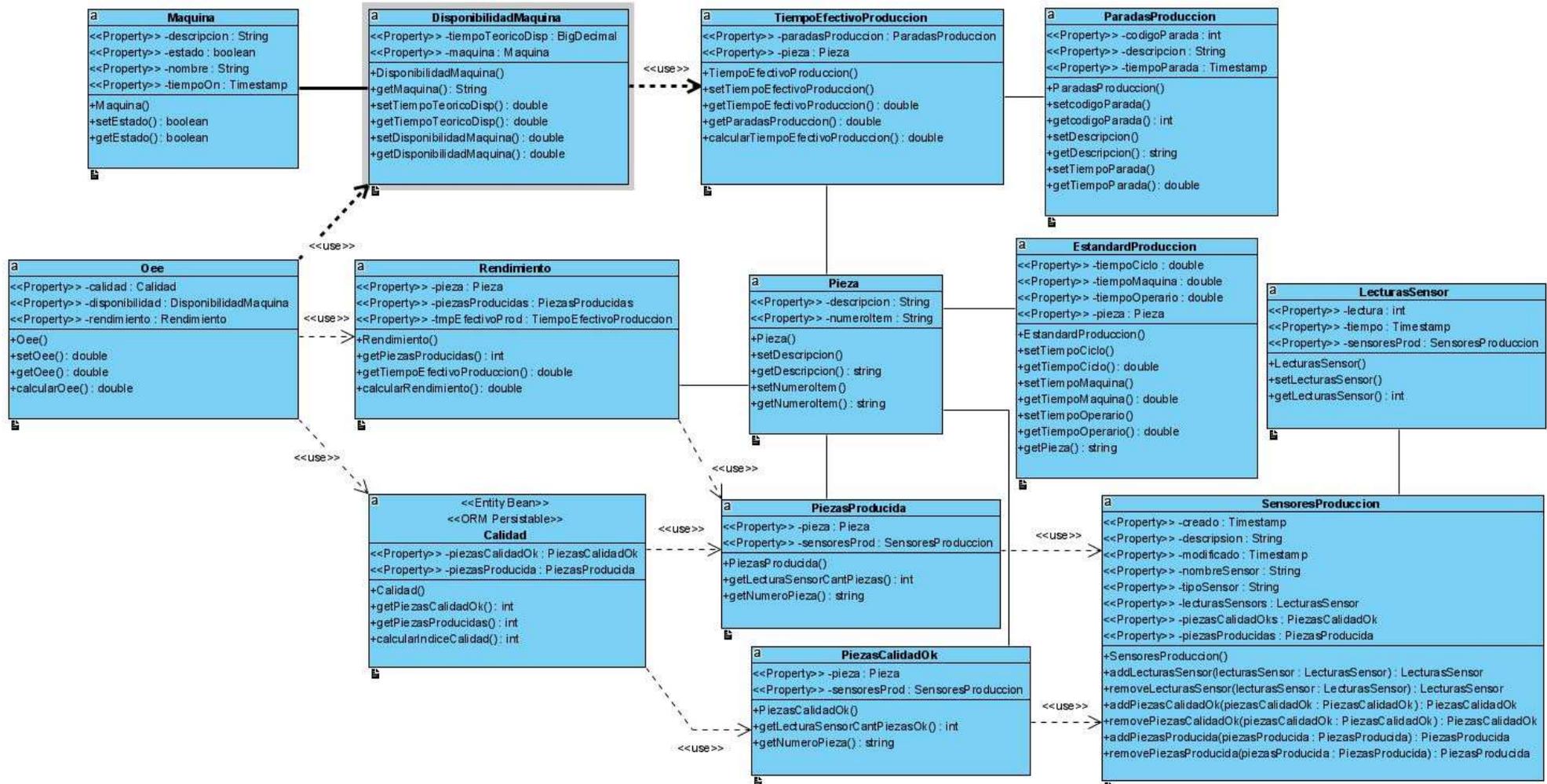


Figura 8 Diagrama de Clases

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta el diagrama de clases dividido en dos imágenes para mejorar su visualización.

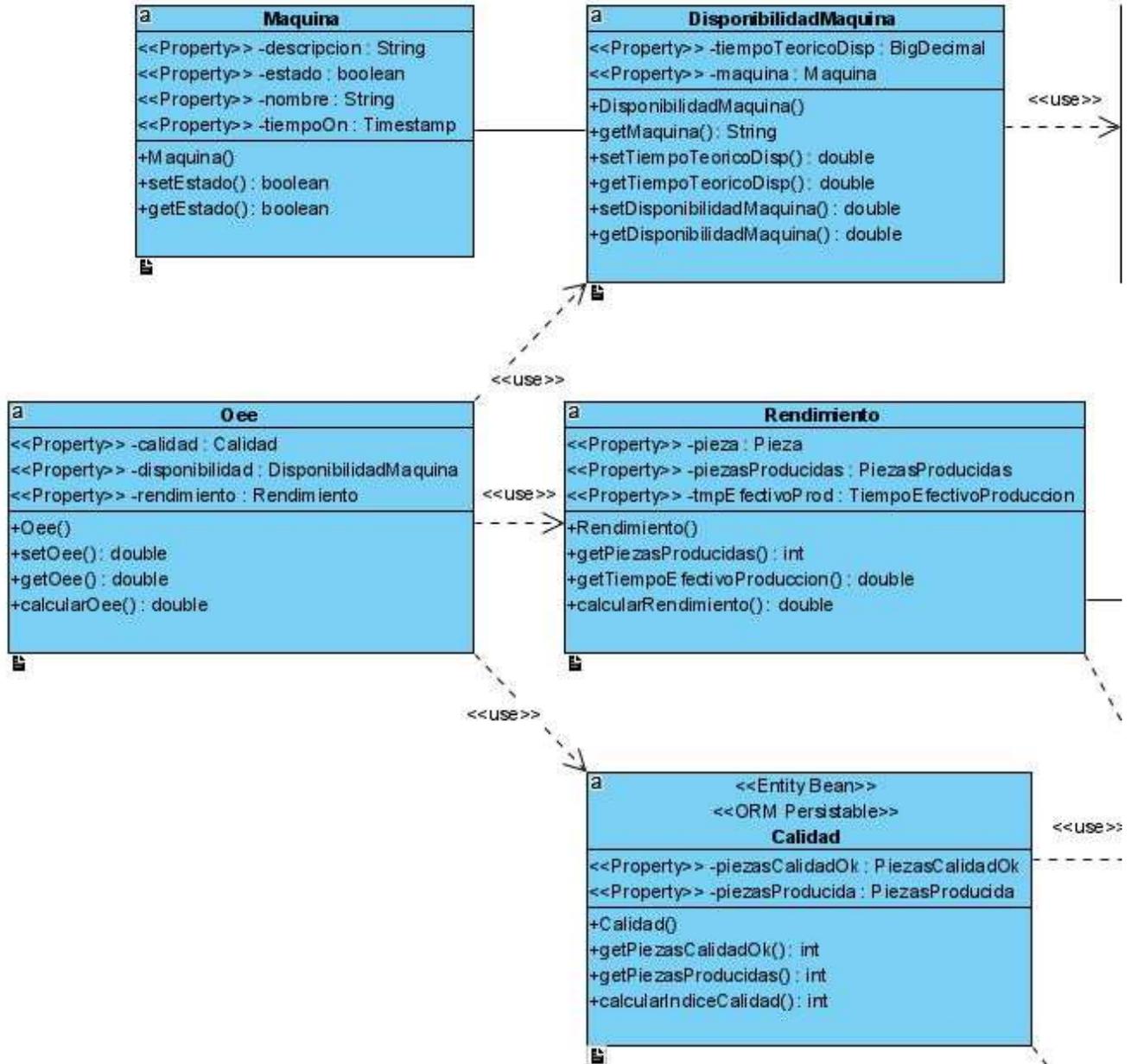


Figura 9 Diagrama de Clases, parcial 1

Fuente: Elaboración propia

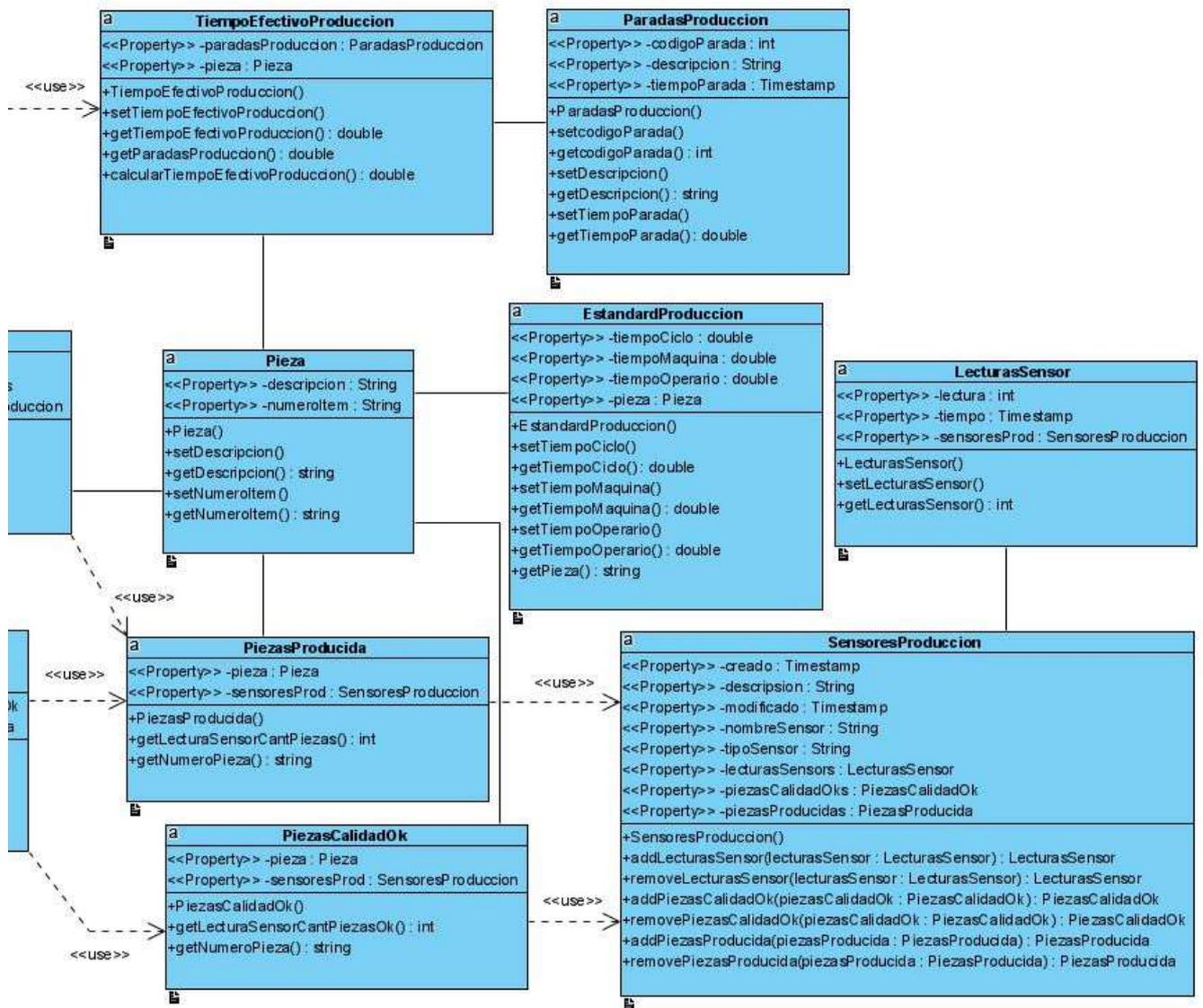


Figura 10 Diagrama de Clases, parcial 2

Fuente: Elaboración propia

## Diagrama Entidad Relación

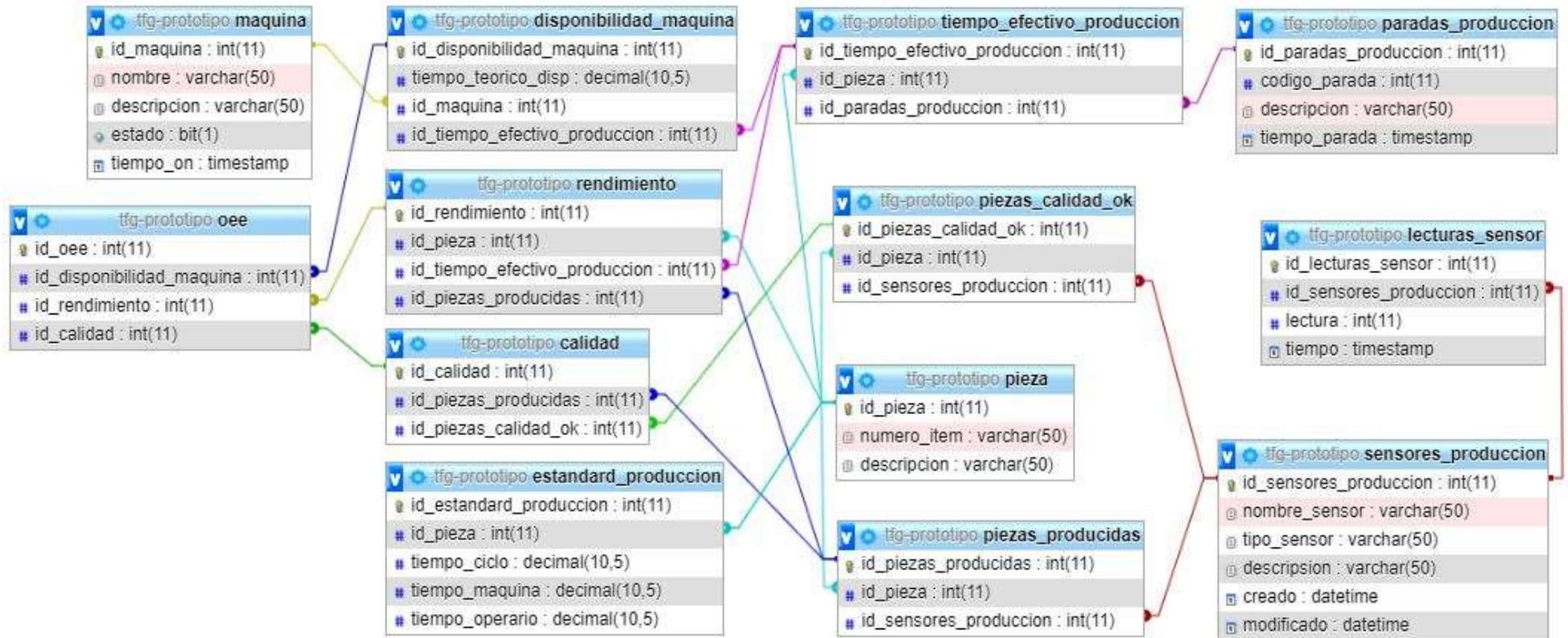


Figura 11. Diagrama entidad relación

Fuente: Elaboración propia

## Prototipo de interfaces de pantallas

Se realizaron los prototipos que representan el core de la aplicación.

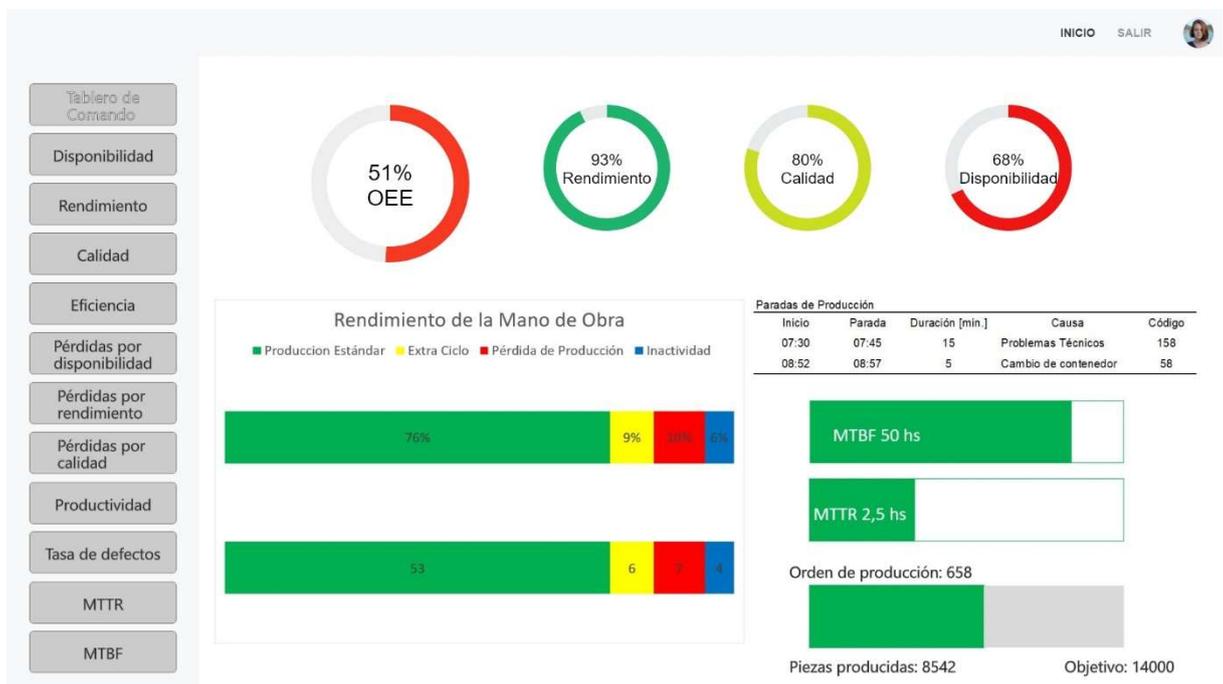


Figura 12. Pantalla principal – Tablero de comando

Fuente: Elaboración propia



Figura 13. Pantalla de Productividad

Fuente: Elaboración propia



Figura 14. Pantalla de Pérdidas por Calidad

Fuente: Elaboración propia

### Diagrama de arquitectura

A continuación, se presenta una gráfica donde se puede visualizar que el sensor fotoeléctrico láser que cuenta piezas y la cámara inteligente que inspecciona la calidad de éstas, instalados ambos en la cinta transportadora que recoge las piezas que expulsa la prensa, se conectan al microcontrolador Arduino a través de sus puertos:

- Analógico: el sensor.
- Digital: la cámara.

El microcontrolador Arduino se comunica por cable USB con la placa Raspberry Pi, la cual recibe a través de su puerto paralelo los datos enviados por el tablero de control de la prensa como ser el tiempo de funcionamiento y de parada.

La placa Raspberry transfiere vía WI-FI con protocolo de transmisión de datos MQTT, toda la información al Servidor Privado Virtual (VPS por sus siglas en inglés) EC2, donde se encuentra instalado el broker EMQX que se encarga de gestionar y transmitir los mensajes como puerta de entrada a la nube.

También en la VPS se aloja el servidor web, el firewall y la base de datos MySQL, los datos de los sensores se almacenan en la base de datos y desde allí se toman para calcular los indicadores clave de producción que luego se presentan en el tablero de comando al que accedemos por medio de internet, ya que dicho tablero es una página web creada con PHP y Bootstrap.

De esta manera se dispone de los indicadores en cualquier dispositivo.

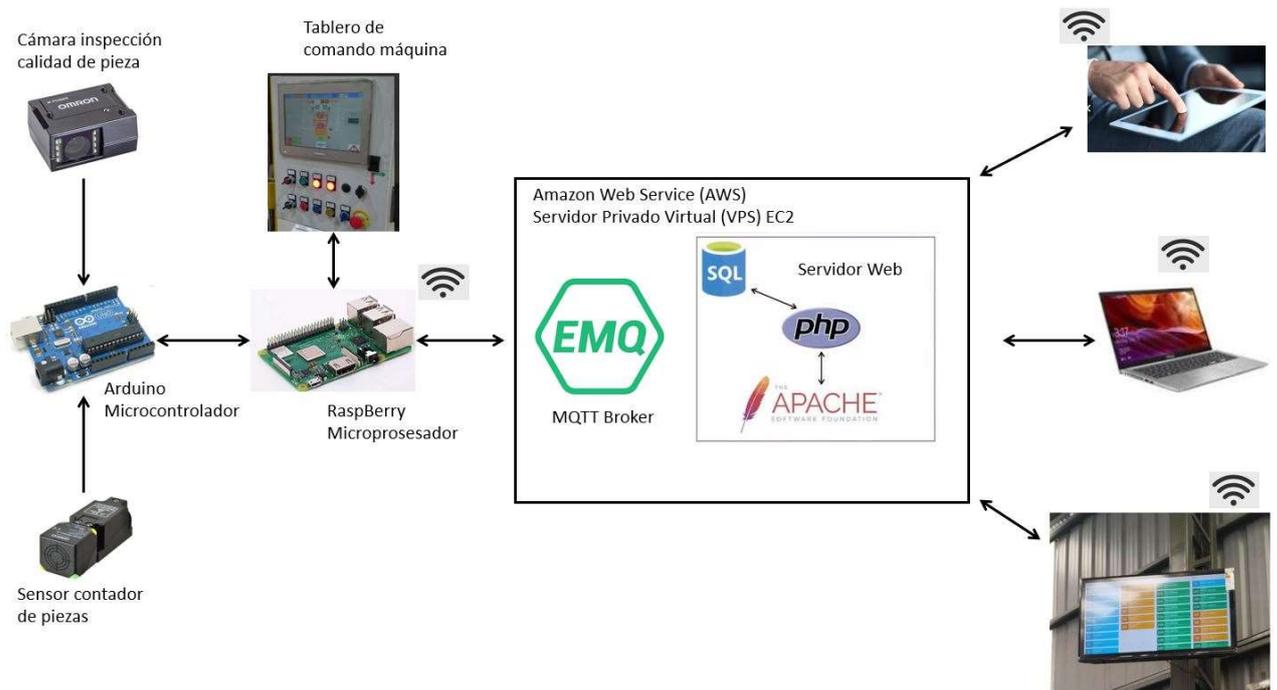


Figura 15. Diagrama de arquitectura

Fuente: Elaboración propia

## Seguridad

Apoyándonos en lo que indica Gómez Vieites (2011):

Podemos definir la Seguridad Informática como cualquier medida que impida la ejecución de operaciones no autorizadas sobre un sistema o red informática, cuyos efectos puedan conllevar daños sobre la información, comprometer su confidencialidad, autenticidad o integridad, disminuir el rendimiento de los equipos o bloquear el acceso de usuarios al sistema. (p. 38)

Es que en el siguiente apartado se describen dos aspectos relacionados a la seguridad del sistema:

- Acceso a la aplicación.
- Política de respaldo de información.

### *Acceso a la Aplicación*

Los nuevos usuarios de la plataforma son registrados por el administrador del sistema, quién utiliza sus correos electrónicos en el campo 'usuario' y coloca una contraseña que caduca al momento del primer ingreso por parte de ellos, por lo tanto, se les solicita el cambio de contraseña.

La contraseña debe ser alfanumérica cumpliendo los siguientes parámetros:

- Debe ser de 8 caracteres.
- Tener dos letras mayúsculas.
- Contener dos letras minúsculas.
- Incluir dos números.
- Poseer dos caracteres especiales.

La contraseña será encriptada por la función bCrypt, para luego ser almacenada de manera segura en la base de datos.

Bcrypt es una función de hashing de passwords diseñado por Niels Provos y David Maxieres, basado en el cifrado de Blowfish. Se usa por defecto en sistemas OpenBSD y algunas distribuciones Linux y SUSE. Lleva incorporado un valor llamado salt, que es un fragmento aleatorio que se usará para generar el hash asociado a la password, y se guardará junto con ella en la base de datos. Así se evita que dos passwords iguales generen el mismo hash y los problemas que ello conlleva, por ejemplo, ataque por fuerza bruta a todas las passwords del sistema a la vez. Otro ataque relacionado es el de Rainbow table (tabla arcoíris), que son tablas de asociaciones entre textos y su hash asociado, para evitar su cálculo y acelerar la búsqueda de la password. Con el salt, se añade un grado de complejidad que evita que el hash asociado a una password sea único. (Solid GEAR, 2017)

Los perfiles del sistema son:

- Administrador: proporciona los privilegios para el alta, baja y modificación de usuarios que utilizarán el sistema.
- Usuario: proporciona los permisos básicos para el uso del sistema.

#### *Política de Respaldo de Información*

La política de respaldo de datos de la aplicación se centra en realizar la copia de seguridad de la base de datos completa una vez al día, esta actividad es realizada a través de una 'tarea programada' o 'cron' que se configura en la aplicación VestaCP la cual se encarga de correrlo diariamente de manera automática.

Una vez a la semana el 'administrador de sistemas' accede a la aplicación VestaCP, descarga los respaldos y los almacena en el servidor físico local y además en discos rígidos externos los cuales son resguardados en el área de archivo de la empresa, que se encuentra apartado del área de sistemas donde se encuentra el servidor físico, por mayor seguridad.

### **Análisis de costos**

A continuación, se detallan los costos para el desarrollo del tablero de comando, los mismos se presentan en tres grupos: hardware (tabla 22), software (tabla 23) y RRHH (tabla 24), de acuerdo con los valores de mercado de noviembre 2020 expresados en pesos argentinos.

Tabla 22 Costos de hardware

*Detalle de Costos Referidos al Hardware Instalado en la Empresa InSiCon para el uso del Tablero de Comando*

Hardware	Precio unitario	Cantidad	Precio final
Servidor DELL T40 XEON E3-2224 8Gb 1TB HDD DVD <sup>5</sup>	\$ 108.749,00	1	\$ 108.749,00
Monitor 19 LED PHILIPS 193V5LHSB2/55 HDMI <sup>6</sup>	\$ 16.238,00	1	\$ 16.238,00
Teclado y Mouse LOGITECH USB MK120 <sup>7</sup>	\$ 1.807,00	1	\$ 1.807,00
UPS TRV 1500 NEO C/SOFT Y USB <sup>8</sup>	\$ 23.113,00	1	\$ 23.113,00
Router TP-LINK ARCHER C58HP AC1350 Dual Band HI-POWER <sup>9</sup>	\$ 9.624,00	1	\$ 9.624,00
Internet – Fibertel 100 Megas <sup>10</sup>	\$ 2.454,00	4 (meses)	\$ 9.816,00
Amazon Web Service (AWS) - EC2 (750h por mes, t2 micro). Gratis por 12 meses <sup>11</sup>	\$ 0,00	4 (meses)	\$ 0,00
Placa Arduino Uno R3 <sup>12</sup>	\$ 2.295,00	1	\$ 2.295,00
RASPBERRYPI3-MODB-1GB Eval BoardRaspberry Pi 3 MoB <sup>13</sup>	\$ 6.795,00	1	\$ 6.795,00
Cámara Inteligente Marca Omron FHV7H-C063R-C <sup>14</sup>	\$ 95.000,00	1	\$ 95.000,00
Sensor Fotoeléctrico Láser Marca Omron Modelo E3Z-LR66 <sup>15</sup>	\$ 21.433,12	1	\$ 21.433,12
		<b>Total</b>	<b>\$ 294.870,12</b>

Fuente: Elaboración propia

<sup>5</sup> <https://www.venex.com.ar/computadoras-y-servidores/servidores/server-dell-t40-xeon-e3-2224-8gb-1tb-hdd-dvd.html?keywords=server>

<sup>6</sup> <https://www.venex.com.ar/monitores/monitor-19-led-philips-193v5lhsb2-55-hdmi.html?keywords=monitor>

<sup>7</sup> <https://www.venex.com.ar/perifericos/teclados---mouse/tec-mouse-logitech-usb-mk120.html?keywords=teclado>

<sup>8</sup> <https://www.venex.com.ar/estabilizadores-ups-y-zapatillas/ups/ups-trv-1500-neo-5t-c-soft-y-usb.html?keywords=ups>

<sup>9</sup> <https://www.venex.com.ar/conectividad-y-redes/routers/router-tp-link-archer-c58hp-ac1350-dual-band-hi-power.html?keywords=router>

<sup>10</sup> <https://www.cablevisionfibertel.com.ar/internet/fibertel-100-megas>

<sup>11</sup> <https://aws.amazon.com/es/free/?all-free-tier.sort-by=item.additionalFields.SortRank&all-free-tier.sort-order=asc>

<sup>12</sup> <https://www.semak.com.ar/tienda/arduino/arduino-boards/arduino-uno-rev-3?q=ARDUINO%20UNO%20REV%2033?q=ARDUINO%20UNO%20REV%203>

<sup>13</sup> <https://www.semak.com.ar/tienda/raspberry/raspberry-pi3-model-b?q=RASPBERRY%20PI3%20MODEL%20B>

<sup>14</sup> <https://cpi.com.ar/productos/fhv7-camara-inteligente-omron/>

<sup>15</sup> <https://cpi.com.ar/productos/e3z-l-sensores-fotoelectricos-laser-para-aplicaciones-de-presicion-cuerpo-plastico/>

Tabla 23 Costos de software

*Detalle de Costos Referidos a Softwares Utilizados para el Desarrollo del Tablero de Comando*

Software	Licencia	Precio
Ubuntu 18.04 <sup>16</sup>	Libre	\$ 0,00
VestaCP – Alojamiento de dominio y base de datos MySQL <sup>17</sup>	Libre	\$ 0,00
MySQL <sup>18</sup>	Libre	\$ 0,00
Atom <sup>19</sup>	Libre	\$ 0,00
Total		\$ 0,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24 Costos de RRHH

*Detalle de Costos Referidos al Personal Contratado para el Desarrollo del Tablero de Comando*

Perfil / Rol / Cargo	Cantidad	Honorario mensual	Tiempo	Precio
Analista funcional	1	\$ 80.629,00	4 meses	\$ 322.516,00
Ingeniero en Software	1	\$ 139.727,00	4 meses	\$ 558.908,00
Diseñador de Usabilidad (UX Usab Experience)	1	\$ 90.256,00	4 meses	\$ 361.024,00
Programador Ambientes Unix/Linux	2	\$ 114.640,00	4 meses	\$ 458.560,00
Tester	1	\$ 97.049,00	4 meses	\$ 388.196,00
Total				\$ 2.547.764,00

Fuente: Elaboración propia, tomando como referencia los honorarios fijados en la página web del Consejo Profesional de Ciencias Informáticas de la Provincia de Córdoba.<sup>20</sup>

El costo total del desarrollo y despliegue del tablero de comando se presenta a continuación en la tabla 25.

Tabla 25 Costo total del proyecto

*Costo Total de Desarrollo y Despliegue del Tablero de Comando*

Concepto	Precio
Hardware	\$ 294.870,12
Software	\$ 0,00
Recursos Humanos	\$ 2.547.764,00
Total	\$ 2.842.634,12

Fuente: Elaboración propia

Como podemos observar, el costo total del proyecto es de \$2.842.634,12.

<sup>16</sup> <https://ubuntu.com/about>

<sup>17</sup> <http://vestacp.com/>

<sup>18</sup> <https://www.mysql.com/products/standard/>

<sup>19</sup> <https://atom.io/>

<sup>20</sup> <https://www.cpcipc.org.ar/content/honorarios>

## Análisis de Riesgos

El análisis y la administración del riesgo son acciones que ayudan al equipo de software a entender y manejar la incertidumbre. Muchos problemas pueden plagar un proyecto de software. Un riesgo es un problema potencial: puede ocurrir, puede no ocurrir. Pero, sin importar el resultado, realmente es una buena idea identificarlo, valorar su probabilidad de ocurrencia, estimar su impacto y establecer un plan de contingencia para el caso de que el problema realmente ocurra. (Pressman, 2010, pág. 640)

### Identificación de riesgos

Con el fin de poder individualizar los riesgos que afectan al proyecto, se utilizó la técnica de análisis de causa raíz, dicha técnica se utiliza para identificar un problema, determinar las causas que lo ocasionan y desarrollar acciones preventivas. (Project Management Institute, 2018)

Tabla 26 Identificación de riesgos

#### Riesgos Identificados del Proyecto

Tipo	Riesgo	Causa
Proyecto	Planificación de proyecto muy optimista	Debido a la falta de experiencia la planificación no es realista.
Proyecto	Error de diseño (se debe rediseñar el producto)	El desarrollo de funciones de software erróneas requiere volver a diseñarlas e implementarlas.
Proyecto	Retraso en la contratación de los RRHH	La contratación del personal toma más tiempo de lo establecido.
Proyecto	Rotación de personal calificado	El personal con mayor experiencia abandona el proyecto por mejores propuestas laborales.
Producto	Vulneración del sistema	Sistema poco seguro.
Proyecto y Producto	Cambios de costos del proyecto por inestabilidad económica (inflación)	Los costos de hardware se incrementan rápidamente debido a la evolución continua del tipo de cambio.

Fuente: Adaptado de "Desarrollo y Gestión de Proyectos Informáticos", de McConnell, S., 1997, p. 102, Madrid, España: McGraw-Hill.

### Análisis cuantitativo de los riesgos

Una vez identificados los riesgos del producto se procedió a ponderar las probabilidades de ocurrencia y los impactos de los mismos, para ello se utilizó la siguiente matriz de riesgo.

Tabla 27 Matriz de riesgo

				GRAVEDAD (IMPACTO)				
				MUY BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
				1	2	3	4	5
PROBABILIDAD	MUY ALTA	90%	0,9	0,9	1,8	2,7	3,6	4,5
	ALTA	70%	0,7	0,7	1,4	2,1	2,8	3,5
	MEDIA	50%	0,5	0,5	1	1,5	2	2,5
	BAJA	30%	0,3	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5
	MUY BAJA	10%	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28 Análisis cuantitativo

*Análisis Cuantitativo de los Riesgos Detectados*

Riesgo	Probabilidad de ocurrencia	Efecto/Impacto
Planificación de proyecto muy optimista	78%	3
Error de diseño (se debe rediseñar el producto)	58%	4
Retraso en la contratación de los RRHH	55%	4
Rotación de personal calificado	40%	3
Vulneración del sistema	25%	2
Cambios de costos del proyecto por inestabilidad económica	10%	5

Fuente: Elaboración propia

*Análisis cuantitativo de los riesgos*

Para poder realizar el análisis cuantitativo calculamos la exposición al riesgo, que como indica McConnell (1997): “Una definición de riesgo es ‘pérdida no esperada’. La exposición a riesgos es igual a la probabilidad de pérdida no esperada multiplicada por la magnitud de la pérdida” (p. 101). Además, ordenaremos la tabla de mayor a menor exposición al riesgo.

Tabla 29 Análisis cuantitativo y grado de exposición

*Análisis Cuantitativo de los Riesgos Detectados Priorizando el Grado de Exposición*

Riesgo	Probabilidad de ocurrencia	Efecto/Impacto	Grado de exposición	Porcentaje	% Acumulado
Cambios de costos del proyecto por inestabilidad económica	78%	3	2,34	25,8%	26%
Planificación de proyecto muy optimista	58%	4	2,32	25,6%	52%
Error de diseño (se debe rediseñar el producto)	55%	4	2,2	24,3%	76%
Rotación de personal calificado	40%	3	1,2	13,2%	89%
Retraso en la contratación de los RRHH	25%	2	0,5	5,5%	95%
Vulneración del sistema	10%	5	0,5	5,5%	100%

Fuente: Elaboración propia

## Aplicación de Pareto

A partir del grado de exposición al riesgo pudimos aplicar el principio de Pareto, que como indica Levine, Krehbiel y Berenson (2014): “Una gráfica de Pareto tiene la capacidad de separar a ‘los pocos vitales’ de ‘los muchos triviales’, con lo que permite centrar la atención en las categorías importantes” (p. 42). Traslado este concepto al análisis de riesgo se identifican el 20% de los riesgos que tienen la potencialidad de causar el 80% de los problemas en el proyecto.

Para realizar el gráfico se ordenaron las ocurrencias por sus probabilidades de mayor a menor

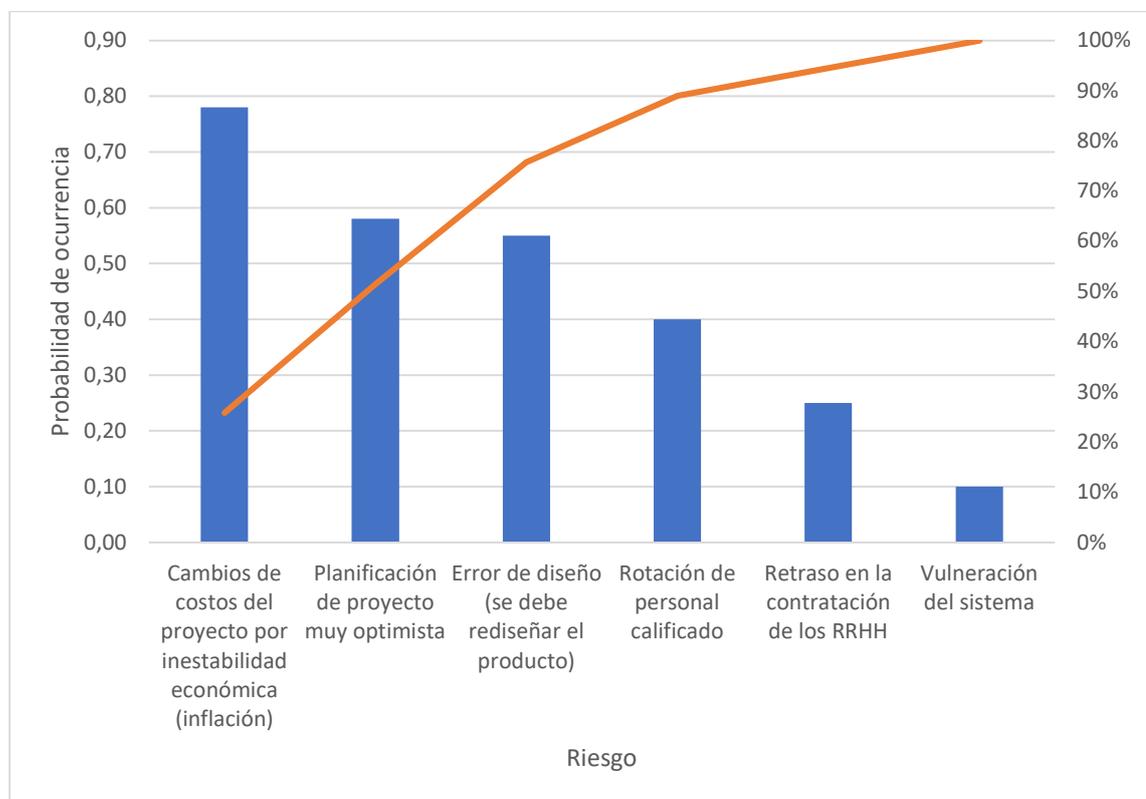


Figura 16 Diagrama de Pareto de la Exposición al Riesgo

Fuente: Elaboración propia

## Plan de contingencia

Como pudimos observar en el diagrama de Pareto, los riesgos a los que se les debe aplicar acciones de contingencia son los siguientes:

- Cambios de costos del proyecto por inestabilidad económica (inflación).
- Planificación de proyecto muy optimista.

- Error de diseño (se debe rediseñar el producto).

Tabla 30 Plan de contingencia

*Plan de Contingencia para los Riesgos de Mayor Exposición*

Riesgo	Plan de Contingencia
Cambios de costos del proyecto por inestabilidad económica	Solicitar al cliente el pago de un anticipo que cubra la adquisición de los elementos importados indispensables para el proyecto al comienzo del mismo.
Error de diseño (se debe rediseñar el producto)	Retroalimentación continua con el cliente como beta tester e incrementar las inspecciones de diseño.
Planificación de proyecto muy optimista	Realizar estimación de tiempos de proyecto pesimista, analizar todos los factores que influyen el proyecto para realizar una Gestión de Riesgo temprana.

Fuente: Elaboración propia

## Conclusiones

El motivo que me impulsó al desarrollo del tablero de comando para la gestión de la producción, dada mi experiencia en la industria automotriz, ha sido la necesidad de automatizar la colecta de datos operativos y el disponer de ellos de manera inmediata ya que hasta no hace mucho tiempo atrás había que esperar al día siguiente de la recolección de estos para conocer el resultado de las operaciones del día anterior.

Particularmente observé esa misma necesidad en la organización InSiCon SRL y en conjunto con sus propietarios se decidió la implementación del sistema.

El sistema puesto en funcionamiento logró mejorar el proceso productivo por medio del monitoreo constante de las variables de fabricación y de alarmas instantáneas ante desfasajes respecto de lo planificado, reducir los tiempos muertos del operario debido a esperas y mejorar la gestión de mantenimiento de la prensa de estampado.

De esta manera se cumplió el objetivo de disponer de manera instantánea y en todo momento de los indicadores clave de producción y de mantenimiento que la empresa requería.

A nivel personal, el desarrollo de este proyecto fue un gran desafío debido a que fue necesario el abordaje y comprensión de nuevas tecnologías para materializarlo, como así también el aprendizaje de electrónica básica, programación de placas electrónicas de recolección y transmisión de datos como Arduino y la necesidad de introducirme en el mundo del Internet de las Cosas aplicado a la industria (IIoT).

Finalmente, puedo manifestar que el presente proyecto me permitió aplicar las herramientas y conocimientos adquiridos a lo largo del cursado de la carrera e incorporar conceptos de Internet de las Cosas (IoT) y en nuevas tecnologías para aplicarlo a la industria, lo cual traza un camino de crecimiento constante en mi vida profesional motivándome a afrontar nuevos desafíos en la nueva revolución industrial que ya estamos transitando.

### *Demo*

A continuación, se presenta el link de acceso a una carpeta en Google Drive, la cual contiene el código fuente de la aplicación y el archivo 'BD\_Tablero-Comando.sql' con el script de generación de la base de datos.

[https://drive.google.com/drive/folders/1RqM6mZcO\\_BEuXB6kK9L8gYSjKXgYU6rD?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1RqM6mZcO_BEuXB6kK9L8gYSjKXgYU6rD?usp=sharing)

## Referencias

- Aguilar, L. J. (2017). *Industria 4.0 La cuarta revolución industrial*. Ciudad de México, México: Alfaomega
- Apuntes de Programación (4 de mayo de 2015). Web: ¿Qué es el Framework Bootstrap? Ventajas y Desventajas. Apuntes de Programación. Recuperado el 21 de noviembre de 2020 de <http://programacion.jias.es/2015/05/web-%C2%BFque-es-el-framework-bootstrap-ventajas-desventajas/>
- AWS (2020). Acerca de AWS. Recuperado el 15 de octubre de 2020 de: <https://aws.amazon.com/es/about-aws/>
- AWS (2020). Amazon EC2. Recuperado el 17 de octubre de 2020 de: [https://aws.amazon.com/es/ec2/?nc2=h\\_ql\\_prod\\_fs\\_ec2&ec2-whats-new.sort-by=item.additionalFields.postDateTime&ec2-whats-new.sort-order=desc](https://aws.amazon.com/es/ec2/?nc2=h_ql_prod_fs_ec2&ec2-whats-new.sort-by=item.additionalFields.postDateTime&ec2-whats-new.sort-order=desc)
- Aula 21 (2020). Cómo se aplica la gestión de la producción industrial. Recuperado el 5 de noviembre de 2020 de <https://www.cursosaula21.com/como-se-aplica-la-gestion-de-la-produccion-industrial/>
- Autoform (2020). Estampación de matriz progresiva. Recuperado el 25 de agosto de 2020 de <https://www.autoform.com/es/glosario/estampacion-de-matriz-progresiva/>
- CDI LEAN (2019). Gestión de líneas de producción. Indicadores para la mejora continua. Recuperado el 28 de agosto de 2020 de <http://lean.cdiconsultoria.es/gestion-de-lineas-de-produccion-indicadores-para-la-mejora-continua/>
- Drauta (2020). Atom: un IDE para el desarrollador web. Recuperado el 28 de agosto de 2020 de: <https://www.drauta.com/atom-un-ide-para-el-desarrollador-web>
- EMQ Technologies (2020). Agente de EMQ X. Recuperado el 13 de noviembre de: <https://www.emqx.io/products/broker>
- Firtec (2020). Que es MQTT. Recuperado el 15 de noviembre de 2020 de: <https://www.firtec.com.ar/cms/53-que-es-mqtt>
- Fortún, M. (2020). Producción en cadena. Recuperado el 3 de noviembre de 2020 de: <https://economipedia.com/definiciones/produccion-en-cadenas.html>

- Gómez Vieites, A. (2011). Enciclopedia de la Seguridad Informática; 2ª. Madrid, España: Rama.
- Haverbeke, M. (2018). Eloquent JavaScript 3rd edition. California, Estados Unidos: No Starch Press.
- Cloudi NextGen (2020). IaaS, tecnología, Internet y Clouding. VestaCP: el rey de los paneles de control open source. Recuperado el 21 de noviembre de 2020 de <https://clouding.io/blog/vestacp/>
- ICTEA (2020). ¿Qué es una aplicación web? Recuperado el 15 de septiembre de 2020 de <https://www.ictea.com/cs/index.php?rp=%2Fknowledgebase%2F4205%2FiQue-es-una-aplicacion-web.html>
- Ionos (2020). ¿Qué es PHP? Tutorial para principiantes. Recuperado el 20 de agosto de: <https://www.ionos.es/digitalguide/paginas-web/creacion-de-paginas-web/tutorial-de-php-fundamentos-basicos-para-principiantes/>
- Levine, D; Krehbiel, T y Berenson, M. (2014). Estadística para administración; 6°. Naucalpan de Juárez, México: Pearson.
- MARKETING ANALÍTICO (2017). Dashboards en el Análisis Digital. Recuperado el 22 de agosto de 2020 de <https://www.marketing-analitico.com/analitica-web/dashboards-analisis-digital/>
- McConnell, S. (1997). Desarrollo y Gestión de proyectos Informáticos. Madrid, España: McGraw-Hill.
- MQTT (2020). MQTT: el estándar para mensajería de IoT. Recuperado el 12 de septiembre de 2020 de: <https://mqtt.org/>
- Página Oficial Arduino Chile (2019). Qué es Arduino. Recuperado el 05 de noviembre de 2020 de <https://arduino.cl/que-es-arduino/>
- Pressman, Roger S. (2010). Ingeniería de Software, un enfoque práctico; 7°. Ciudad de México, México: McGraw-Hill.
- Project Management Institute. (2018). Guide to the Project Management Body of Knowledge. Project Management Institute.

Raspberry Shop (2019). Raspberry Pi. Recuperado el 12 de septiembre de 2020 de <https://www.raspberryshop.es/>

Reinosa, E. J., Maldonado, C. A., Muñoz, R., Damiano, L. E., Abrutsky, M. A. (2012). Base de Datos. Buenos Aires, Argentina: Alfaomega

Rossi, M. (1979). Estampado en frío de la chapa. Madrid, España: Editorial Dossat.

Sutherland, J. (2011). Scrum, el arte de hacer el doble de trabajo en la mitad de tiempo. Ciudad de México, México: Editorial Océano.

Solid GEAR Projects S.L. (2017). Encriptación de password en NodeJS y MongoDB: bcrypt. Recuperado el 08 de noviembre de 2020 de: <https://solidgeargroup.com/password-nodejs-mongodb-bcrypt/>

Thomas P. y Bertone R. (2011). Introducción a las bases de datos. Fundamentos y diseño. Londres, Inglaterra: Editorial Pearson.

VALUEKEEP (2020). ¿Qué es el MTTR y MTBF? Recuperado el 22 de agosto de 2020 de <https://www.valuekeep.com/es/recursos/e-books-articulos/que-es-el-mttr-y-mtbf?action>