# UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMÉRICAS

# VICERRECTORÍA ACADÉMICA

## ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

# SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR POR EL GRADO DE BACHILLERATO EN INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA**


**Autor: Gabriel Elizondo Sáenz**

**Tutor: Dennis Sánchez Fallas**



Sede Aranjuez

Noviembre, 2018

# Contenido

Contenido ..... 1

Tablas ..... 3

Figuras ..... 4

Dedicatoria y agradecimiento ..... 8

Resumen ..... 9

Capítulo 1: Introducción ..... 10

Problema ..... 10
Objetivos ..... 10
Objetivo General ..... 10
Objetivos Específicos ..... 10
Antecedentes ..... 11
Justificación ..... 20
Proyecciones y limitaciones ..... 20

Capítulo II: Marco referencial ..... 22

PLC ..... 22
- Sistemas SCADA ..... 35
- Interfaz humano-máquina (HMI) ..... 39
- Sistemas por utilizar para SCADA y HMI ..... 42
- Datos de producción y mantenimientos preventivos ..... 54
- Sitio y máquinas en las que se plantea realizar el proyecto ..... 55

Enfoque de la investigación ..... 60
Método de la investigación ..... 60
Fuentes de información ..... 62
Variables de análisis ..... 63
Instrumentos ..... 64
- Proceso para la recolección y análisis de datos ..... 66

Capítulo IV: Análisis de resultados ..... 68

Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones ..... 72

Capítulo VI: Propuesta ..... 76

Referencias ..... 137

Apéndices ..... 138

Apéndice 1 ..... 138

Apéndice 2 ..... 142

## Tablas

TABLA 1: TABLA DE ESPECIFICACIONES PLC FX3G MT-14 ..... 32

TABLA 2: PRESUPUESTO Y DETALLE DE INVERSIÓN ..... 76

TABLA 3: CONEXIONES DE PUERTO MINI-DIN 8 A RJ45 ..... 81

TABLA 4: MAPEO DE ENTRADAS ..... 93

TABLA 5: MAPEO DE SALIDAS ..... 93

TABLA 6:ASIGNACIÓN DE BITS A ENTRADAS ..... 105

TABLA 7: ASIGNACIÓN DE BITS DE SALIDA ..... 106

## Figuras

Figura 1: PLC FX3G con cobertor....29
Figura 2: PLC FX3G Sin Cobertor....31
Figura 3: Conexiones estipuladas por OPC....37
Figura 4: Pantalla Crimson 3.0....44
Figura 5: Puertos de comunicación....48
Figura 6: Primitivas de Crimson 3.0....50
Figura 7: Dimensiones Productvity Station....52
figura 8: Alimentación y puertos de Comunicación Productvity Station....53
Figura 9: Parte Frontal/Puertos Comunicación Productvity Station....53
Figura 10: Productvity Station....54
Figura 11: Módulo Necking, Flanging, Beading y Seaming....55
Figura 12: Módulo en planta de producción....56
Figura 13: Partes mecánicas de módulo....57
Figura 14: "Seaming" para enlatados....57
Figura 15: Sensor láser de paso....58
Figura 16: Referencia de planta 1....59
Figura 17: Referencia de planta 2....59
Figura 18: Equipo comprado para el proyecto....77
Figura 19: Cable Mini-Din 8 a RS485....80
Figura 20: Cable DVI a HDMI....82
Figura 21: Diagrama de equipos y conexiones....83
Figura 22: Gráfico de Gantt con instalción opcional....85

FIGURA 23: PLANO ELÉCTRICO DEL SISTEMA ..... 88
FIGURA 24: RELÉ TURCK C1 ..... 89
FIGURA 25: BASE PARA RELÉ TURCK C1 ..... 89
FIGURA 26: DIAGRAMA RELÉ ..... 90
FIGURA 27: CONEXIÓN DE COMUNES ..... 91
FIGURA 28: CONEXIÓN SALIDAS PLC ..... 91
FIGURA 29: MAPEO ENTRADAS SALIDAS PLC ..... 94
FIGURA 30: CAJA DE PANEL DE CONTROL ..... 96
FIGURA 31: CAJA DE PANEL DE CONTROL ABIERTA ..... 96
FIGURA 32: ACOMODO PLC Y PRODUCTVITY STATION ..... 97
FIGURA 33: MEDIDAS CARRIL DIN ..... 99
FIGURA 34: PANEL DE CONTROL CON COMPONENTES ..... 99
FIGURA 35: ACOMODO DE DISPOSITIVOS ..... 100
FIGURA 36: PANEL DE CONTROL, CONEXIÓN TERMINADA ..... 102
FIGURA 37: DIAGRAMA DE FLUJO, PRUEBA DE ENTRADAS/SALIDAS ..... 103
FIGURA 38: DIAGRAMA MAPEO ENTRADAS PLC ..... 105
FIGURA 39: DIAGRAMA MAPEO SALIDAS PLC ..... 106
FIGURA 40: MAPEO ENTRADAS ..... 107
FIGURA 41: MAPEO SALIDAS ..... 107
FIGURA 42: DIAGRAMA DE FLUJO, PROGRAMA CONTEO ENTRADA ..... 109
FIGURA 43: DIAGRAMA DE FLUJO, PROGRAMA CONTEO SALIDA ..... 110
FIGURA 44: DIAGRAMA DE FLUJO, PROGRAMA DE PRODUCCIÓN ..... 111
FIGURA 45: ELEMENTOS PARA LA PROGRAMACIÓN DE PLC ..... 112
FIGURA 46: PROGRAMACIÓN PLC PARTE 1 ..... 113

FIGURA 47: CREACIÓN Y HABILITACIÓN DE DISPOSITIVO .....115

FIGURA 48: SELECCIÓN DE PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN PRODUCTVITY STATION .....116

FIGURA 49: HABILITACIÓN DE MOUSE .....116

FIGURA 50: MAPEO DE VARIABLES NUMÉRICAS (TEMPORIZADOR) .....118

FIGURA 51: MAPEO DE VARIABLE NUMÉRICA (REGISTRO DE DATOS) .....119

FIGURA 52: MAPEO DE VARIABLE BINARIA (REFERENCIA) .....119

FIGURA 53: MAPEO DE VARIABLE BINARIA (SELECCIÓN) .....120

FIGURA 54: ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES INTERNAS PARA HORÓMETROS .....121

FIGURA 55: PROGRAMA DE CONTEO DE HORÓMETROS .....121

FIGURA 56: ALARMAS DE HORÓMETROS .....122

FIGURA 57: ESTABLECIMIENTO DE PARÁMETRO PARA ACTIVACIÓN DE ALARMA .....123

FIGURA 58: RECONOCIMIENTO DE ALARMA DEL PROGRAMA .....123

FIGURA 59: VARIABLES INTERNAS PARA CONTEOS DE PRODUCCIÓN .....125

FIGURA 60: PANTALLA DE INICIO .....126

FIGURA 61: CONFIGURACIÓN CAMBIO DE PÁGINA .....127

FIGURA 62: CONFIGURACIÓN DE SISTEMA DE SEGURIDAD .....128

FIGURA 63: CONFIGURACIÓN DE USUARIO DE SISTEMA DE SEGURIDAD .....128

FIGURA 64: PLANTILLA PARA PÁGINAS DE VISUALIZACIÓN DE MONITOREO .....130

FIGURA 65: VISUALIZADOR DE ALARMAS Y EVENTOS .....132

FIGURA 66 : PÁGINA RUTINAS DE MANTENIMIENTO .....133

FIGURA 67: INSTALACIÓN DE TARJETA MEMORY FLASH .....133

FIGURA 68: CONFIGURACIÓN DE REGISTRO DE DATOS .....134

FIGURA 69: DATOS DE MONITOREO DE REGISTRO DE DATOS .....135

FIGURA 70: CONFIGURACIÓN DE SERVIDOR WEB .....136

FIGURA 71: DATOS POR MONITOREAR EN SERVIDOR WEB .....136

## Dedicatoria y agradecimiento

Primeramente, le doy gracias a Dios porque tengo una familia que siempre me ha apoyado incondicionalmente, tanto en lo económico como en lo emocional. Sé que siempre he podido contar con ustedes para lo que sea. Especialmente en los momentos difíciles siempre han sabido apoyarme y levantarme cuando lo he necesitado. Les agradezco desde lo más interno de mi ser todo lo que me han dado durante toda esta etapa de estudios y de mi vida en general. Gracias.

También agradezco a Envases Comeca, S.A. el haberme dado la oportunidad y la confianza de realizar este trabajo final acerca de su empresa. Les agradezco el tiempo brindado por los diversos técnicos y encargados para la ayuda en las diferentes etapas de desarrollo de este proyecto, así como la confianza al permitirme elaborar un sistema en una de sus líneas de más producción, y por haberme suministrado las herramientas necesarias para que lograra el objetivo.

También les agradezco a todas las personas que de una u otra forma tuvieron que ver con la realización de este trabajo, ya que sin su participación este no hubiera sido posible.

## Resumen

La presente investigación consistió en obtener diferentes criterios acerca de la posibilidad de implementar un sistema automatizado de control y monitoreo de datos en una etapa de una línea automática de producción de la empresa Envases Comeca, S.A. Entre los criterios por tomar en cuenta están el estado del conteo de los envases producidos en la línea y los detalles que este conlleva al no tener este sistema de conteo.

Además, se tomará en cuenta el funcionamiento del sistema utilizado en las labores rutinarias de mantenimiento preventivo de las máquinas en cuestión, para tener conocimiento de si es necesario implementar un sistema para el mejoramiento de esta parte tan importante para la empresa. Ello tomando en cuenta factores como la frecuencia de estas rutinas, las horas en que se realizan estas, para tener un buen criterio final.

Finalmente se estudiarán el sitio y sus condiciones para la posible instalación de un sistema de este tipo, y si es factible la instalación del sistema al tener o no las condiciones necesarias. Se considerará si se necesita o no inversión en el sitio para realizarles modificaciones a las máquinas; o llevar necesidades para la implementación, como alimentación e infraestructura para acomodo de cable.

Una vez realzadas estas tareas se procederá a proponer un sistema de monitoreo y control según los datos obtenidos de los pasos anteriores

# Capítulo 1: Introducción

## Problema

¿Cuál sería una manera de poder monitorear datos de una línea de producción que pueda llevar un conteo de las unidades producidas, avisar en caso de la necesidad de un mantenimiento preventivo o cambio de pieza, y, además, si es posible que sea integrado mediante una interfaz humano-máquina (HMI)?

## Objetivos

### Objetivo General

Desarrollar un sistema capaz de monitorear datos de la producción de una línea que pueda llevar un conteo de las unidades producidas, tanto como avisar en caso de ser necesario mantenimiento preventivo o cambio de pieza, y, además, integrarse mediante una interfaz humano-máquina.

### Objetivos Específicos

- Desarrollar un sistema basado en un controlador lógico programable el cual sea capaz de contar y monitorear la cantidad de envases producidos por una línea de producción.

- Diseñar un programa en una interfaz humano-máquina con el fin de tener mayor facilidad al llevar el conteo de unidades producidas, como también para el monitoreo de fallas y mantenimientos preventivos.

- Mejorar el tiempo de respuesta ante fallas del sistema. Se instalarán diversas alarmas con el fin de agilizar la implementación de los diversos tipos de mantenimiento y evitar la mayor cantidad de horas de parada posible.

- Determinar cuál de los mantenimientos preventivos es el proceso más eficiente con el fin de mejorar la capacidad de la planta y mejorar los resultados generales de la producción al reducir las horas de parada.

- Reducir gastos innecesarios en la línea de producción al evitar pérdidas en exceso de materia prima por fallas y errores en la línea, manteniéndola en funcionamiento la mayor cantidad de horas posible.

## Antecedentes

1.

- Institución: Escuela Politécnica del Ejército, Departamento de Eléctrica y Electrónica
- Título: Diseño e implementación de un sistema de automatización para el procesamiento de aguas residuales en la Central Térmica Guangopolo
- Autor(es): Julio Eduardo Montes de Oca Escobar y Carlos Iván Villacís Moya
- Año: 2010.

Esta tesis se basó en principios similares a los que se buscan en el presente proyecto, ya que muestra el proceso de automatización del sistema de tratamiento de aguas residuales en la Central Térmica de Guangopolo, Ecuador, mediante la programación de un controlador lógico programable (PLC, por sus siglas en inglés), y la implementación de un sistema de supervisión, control y adquisición de datos (SCADA, por sus siglas en inglés), para su manejo y monitoreo.

El proyecto se desarrolló con la finalidad de optimizar el sistema anteriormente mencionado, de forma que cumpliera con las normas de seguridad ambiental. Esto debido a que los desechos líquidos generados por la planta son nocivos. Por esta razón no pueden ser enviados directamente al rio al que se envían los otros. Por ello es imprescindible la purificación de esos desechos con el fin de contribuir con el plan ecológico planteado por el Ilustre Municipio de Quito y con los principios propuestos por Termopichincha.

Como objetivo general del proyecto se plantea diseñar e implementar un sistema para el procesamiento de las aguas residuales de la planta. También se realiza un análisis de las condiciones actuales del procesamiento de aguas residuales para entender su funcionamiento. Igualmente, para ir de la mano con el objetivo principal del proyecto lo que se busca con el sistema es diseñar un sistema de automatización y verificación del proceso de purificación en sus diferentes etapas, mediante el control de un PLC y de una interfaz HMI.

Este proyecto fue realizado mediante el uso de un PLC Twido TWD LCAE 40 DRF, del que se tomó en cuenta que la alimentación con la que funciona el PLC varía desde los 100 hasta los 240 V en corriente alterna. En cuanto a las entradas con las que cuenta, estas son de 24, las cuales deben estar alimentadas con 24 V en corriente continua. Por otro lado, sus 14 salidas a relé pueden ser activadas con cualquier voltaje dependiendo de la alimentación que se coloque en los respectivos puntos comunes (COM1, COM2, etc.)

También se tomó en cuenta que en la comunicación existente en el PLC se tiene un puerto serie RS – 485 que sirve para realizar la programación por medio de una PC, otro puerto que puede ser

opcional serie RS – 232 y un puerto Ethernet para tener un sistema SCADA, ya sea este de monitoreo (visualización de variables) o de control (activación o desactivación de variables).

En el caso de la HMI lo que se buscaba era una interfaz que pudiera indicarle con gran facilidad y de manera eficiente al operador encargado cómo se estaba llevando a cabo el proceso de tratamiento. También se buscaba que fuese capaz de gestar y archivar datos recolectados para el almacenamiento y procesamiento ordenado de los datos, de forma que otra aplicación o dispositivo, como por ejemplo la hoja de cálculos Excel, pudiera tener acceso a ellos. Por último, con esta interfaz se buscaba la implementación de paneles de alarma, los cuales deben ofrecer confiabilidad al operador al protegerlo de las mínimas acciones que estén fuera del funcionamiento normal. Se garantiza, a su vez, la seguridad tanto del operador como de los equipos.

Como resultado y según las pruebas que se realizaron la conclusión es o que un sistema de automatización sirve para mejorar los procesos, reducir costos o aumentar la producción. Otra es que con este sistema de automatización se logra colocar la cantidad necesaria de químico en cada tratamiento y con ello se mejora la eficiencia del proceso.

También se completó a satisfacción el análisis de las condiciones actuales del tratamiento de aguas y también se llegó a determinar que el sistema cuenta con una gran flexibilidad, ya que debido al número de entradas y salidas del PLC se pueden acoplar nuevos métodos de monitoreo según los requerimientos que se presenten en el futuro con la planta de tratamiento de aguas. La utilización de electroválvulas de diafragma redujo costos en el nivel industrial dado que estas cumplen con las características para adaptarse a diferentes procesos.

Por último, se determinó que el mejor sistema de control es el de tipo concurrente porque permite ejecutar los planes de acción e incluye la dirección, vigilancia y sincronización de las actividades según ocurran.

2.

- Institución: Escuela Politécnica Superior de Alcoy
- Título: Automatización de un proceso industrial mediante autómatas
- Autor(es): María Cruz Pacheco Tejuelo
- Año: 2015.

Este proyecto, que buscaba una automatización en una mezcladora de pintura, contó con modificaciones y controles mediante el uso de PLC y un sistema SCADA; similares a los que serán utilizados para la elaboración del proyecto.

Este proyecto se basó en la necesidad de automatizar el proceso de mezclado en una fábrica de pintura en la que se podrá preparar cualquier color partiendo de los tres colores primarios (cian, magenta y amarillo). Para lograrlo se partió de que existen unos depósitos reguladores que aseguran una reserva suficiente de los colores primarios, para posteriormente proporcionar el suministro de pintura.

Para lograrlo esto se procedió a instalar una interfaz HMI que por medio de sensores permitiese controles y vigilancia continuos, así como facilitar el trabajo al personal de mantenimiento; además de obtenerse un ahorro energético considerable.

Con el sistema como tal se pretendía la automatización de una máquina mezcladora de pintura que permitiera efectuar el llenado y la mezcla de botes de pintura de tres tamaños diferentes, al seleccionar pintura de cualquier color desde una pantalla HMI mediante la mezcla de tres pinturas de colores primarios con dos modos de funcionamiento, manual y automático.

Como anteriormente fue mencionado, el operario dispondría de un dispositivo HMI en el que podrá seleccionar el color y el tamaño que se desee producir en ese momento. También puede generar recetas nuevas al escoger la cantidad de color de cada tanque, el tiempo de mezclado y su velocidad.

Todo el sistema estaría controlado mediante un PLC Siemens S7-1214 DC/AC/RLY, el cual daría abasto a todo el sistema. En resumen, el programa que estaría en el PLC funcionaria de la siguiente manera: una vez dada una orden se abastecería la línea con botes vacíos que irían pasando por debajo de los tanques con los colores primarios.

Cuando el sensor situado debajo de cada electroválvula detecte movimiento se parará la cinta transportadora y se empezará a verter pintura hasta que una báscula analógica indique que se ha llegado a la cantidad deseada para la mezcla; se cerrará la electroválvula y se activará la cinta transportadora de nuevo. Si el color escogido por el operario no precisa de ese primario la cinta

no se detendrá. La cantidad de pintura vertida dependerá del color y del tamaño deseado, la cual será calculada por un medidor de peso analógico.

Una vez que se haya llenado el bote con las cantidades necesarias pasará al proceso de mezclado, regulado por un variador de frecuencia que controlará las distintas velocidades y tiempos según el tamaño. A mayor tamaño del bote mayor tiempo y velocidad de mezclado. Desde el dispositivo HMI se podría visualizar en todo momento el proceso en tiempo real. También dispondrá de una pantalla de alarmas en la cual se informaría sobre el nivel de los tanques de pintura, por medio de sonares analógicos, para avisar cuándo el nivel de estos es bajo. En la pantalla de producción se indicará la cantidad de botes de pintura realizados, su tamaño y su color.

En conclusión, el sistema permitió la agilización del sistema de llenado y mezcla, lo cual hace mucho más eficiente el sistema, ya que al estar monitoreado por un HMI podía detectar más fácilmente fallas en el sistema que así pueden ser atendidas más rápidamente.

3.

- Institución: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación. Universidad de Cantabria.
- Título: Automatización y supervisión del sistema de calefacción del IFCA
- Autor(es): Alberto Salcines Menezo
- Año: 2015.

Como los anteriores proyectos mencionados, este contó con el uso de PLC y con sistema SCADA mediante una HMI. El objetivo de este proyecto era desarrollar un sistema de automatización que sustituya al existente en el control del sistema de calefacción del IFCA (Instituto de Física de Cantabria).

En él se estudiaba la viabilidad de este tipo de proyectos en otras instalaciones de esa universidad. Básicamente el proyecto consistió en el análisis en el nivel de control de la sala de calderas del IFCA, a fin de valorar los cambios que se debían realizar para satisfacer las necesidades del sistema de control.

Esos cambios resultarían en la futura modificación, eliminación y sustitución de elementos en el sistema, lo que implicaba fundamentales reformas en el apartado eléctrico y en el puesto de control. Los cambios más significativos fueron la sustitución del equipo controlador y la creación de una nueva estación SCADA. Se llevó a cabo la programación del sistema de control y del SCADA teniendo en cuenta los requerimientos y necesidades del Servicio de Infraestructuras Universidad de Cantabria SINFR).

En resumen, el proyecto se basaba en varios puntos claves, como lo fueron la definición del sistema de control, el análisis de instalación inicial a partir de la documentación existente, la definición de requerimientos (sondas, controlador, elementos del cuadro eléctrico, software, etc.), búsqueda y elección de alternativas tecnológicas, programación del controlador; la programación del sistema SCADA y la elaboración de documentación que explique el funcionamiento del nuevo sistema.

El funcionamiento detallado del funcionamiento del sistema como tal estaría definido de la siguiente manera: El sistema pondría en marcha primero la caldera con la bomba circuladora de primario a la hora definida, por lo que sería deseable que esta hora de comienzo de funcionamiento pueda ser modificada automáticamente por el sistema de control y en función de la temperatura del aire exterior; es decir, que cuando la temperatura de la calle sea muy baja (por ejemplo inferior a 5ºC) el sistema adelante automáticamente el encendido de la caldera en una hora.

Si se recibe la señal de mal funcionamiento de la caldera o si trascurridos cinco minutos la temperatura de impulsión no supera los 35ºC, el sistema lanza una señal de avería de nivel 1. Cuando el sistema detecte que la temperatura de impulsión de la caldera está por encima de los 65ºC pone en marcha secuencialmente los bombeos de las plantas, empezando por la 1ª y terminando por el sótano 2. Una vez dada la orden de puesta en marcha de la bomba y si no se recibe la señal de salto del térmico el control temporiza 20 s en espera de la señal de estado de la bomba.

Si trascurrido este plazo no se recibe la señal de estado, o si se recibe la señal de salto del guardamotor o protección equivalente, el sistema lanza una señal de avería de la bomba en cuestión, nivel 2, y arranca la bomba de reserva de ese circuito. Con la caldera funcionando y con los circuitos moviendo agua, el control compara la temperatura de ambiente con la de consigna y modifica el estado de la válvula de tres vías de cada circuito independientemente. A su vez recibe la señal de temperatura de impulsión de cada circuito y, mediante la temperatura reflejada por la sonda de aire exterior, modifica la curva de temperatura del edificio y por lo tanto la consigna de impulsión, dando por lo tanto la señal definitiva a la válvula de tres vías mediante pulsos.

El sistema genera la curva de calefacción del edificio en función de la temperatura exterior. Pide mayor temperatura de impulsión a menor temperatura de calle y luego la modifica en función del desfase entre la temperatura ambiente y la consigna. Al acabar la jornada el sistema primero parará la caldera junto con su bombeo de circulación primario, y posteriormente los bombeos de planta, empezando por el sótano y terminando por la segunda.

El sistema también dispuso de un modo de funcionamiento “verano” mediante el cual durante esta temporada periódicamente se encenderán las bombas y se realizarán aperturas y cierres de las válvulas para evitar agarrotamientos. El equipo de control centralizado del edificio debe tener capacidad de comunicar vía Web-Server u otra a definir por la propiedad, de tal manera que se puedan tanto visualizar como modificar las condiciones de funcionamiento de todo el edificio desde un puesto central o desde cualquier terminal informática con permisos para ello.

El proyecto se concluyó satisfactoriamente al cumplirse con los objetivos mencionados anteriormente, al dejarse abierta la posibilidad de futuras modificaciones al sistema, ya que este

tipo de proyectos tienen la particularidad de poder ser modificados según las necesidades del usuario, lo que los convierte en una herramienta muy útil.

## Justificación

Este proyecto resulta de gran relevancia en la carrera de electromecánica, ya que se trabajan con teoría y realización de sistemas prácticos relevantes a la misma, dentro de la industria. En el mundo actual las empresas y fabricas buscan la optimización de sus procesos, y la mayor eficiencia de estos, por lo que las empresas han ido buscando la automatización de estos procesos. Estos sistemas automatizados resultan de gran utilidad ya que se corrige el factor humano en muchos de los procesos a realizar, además de que permite mayores velocidades de trabajo, y virtualizar mucho de los sistemas de la maquina que antes se requerían sistemas físicos.

En el caso de la empresa envases Comeca S.A, como se observa en los apéndices 1 y 2, esta cuenta con una gran producción de envases, y un sistema de realización de mantenimientos preventivos, los cuales no cuentan con sistemas automatizados para llevar sus registros, lo cual de ser realizado un sistema de este tipo, beneficiaria considerablemente a la empresa a la hora de llevar los conteos de producción en esta etapa de la línea de producción, así como una implementación mas correcta de los mantenimientos preventivos

## Proyecciones y limitaciones

En este proyecto se tratará satisfacer las diversas necesidades que se tienen, por ejemplo, la de establecer un conteo de los gastos en compra de los equipos necesarios, así como cubrir el costo de la instalación del sistema. También se creará un programa para la HMI con el fin de dejar un

sistema SCADA operativo, y también para la logística de la instalación del proyecto. Todo lo mencionado se entregará en formato digital a los encargados debidamente documentado.

Teniendo estas proyecciones claras es importante también conocer las limitaciones que se presentan en el sistema, tales como la de contar con un espacio reducido para instalar los diversos componentes que requerirá el sistema, dado que la línea de producción está en un lugar incómodo para manipular ciertos equipos. Otra limitación es la del presupuesto con el que se pueda contar porque en el futuro se podrían necesitar más componentes y se podrían encontrar trabas para comprar otro terreno. También se puede encontrar problemas para que la empresa suministre datos oficiales que se puedan necesitar para el estudio previo al proyecto, especialmente los referentes a temas económicos.

# Capítulo II: Marco referencial

Como se mencionó en apartados anteriores, con este proyecto se pretende llevar una mejora a la línea de producción de los módulos por medio de una automatización y del control de variables mediante sensores. Para ello se sugiere utilizar un PLC que permita aplicar mejor los mantenimientos que se requieren en la máquina en su debido momento. Para eso se usarán alarmas en una HMI que permitirán a los encargados llevar a cabo las tareas asignadas según sea la falla.

A continuación, se explican diferentes detalles que serán considerados en el desarrollo de los puntos anteriormente mencionados, así como diferentes detalles que deben ser tomados en cuenta para lo mismo.

## PLC

Para la implementación de este proyecto se utilizará un controlador lógico programable (PLC). En resumen, un PLC es un dispositivo que el usuario puede programar para que se realicen una secuencia de eventos. Estos eventos son activados mediante estímulos usualmente llamados entradas que recibe el PLC; o mediante acciones retardadas tales como temporizadores o acciones mediante contadores. Una vez que se da la activación de un evento, mediante un programa realizado y cargado al sistema puede manipular el encendido y apagado de equipos electrónicos, o también la actuación física de dispositivos. (Laughton, Warne, 2003, capítulo 16)

Su uso se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en las que es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, etc. Por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo hasta transformaciones industriales, control de instalaciones u otros.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, su modificación o alteración, etc. hacen que su eficiencia se aprecie principalmente en procesos en los que se presentan necesidades, tales como espacio reducido, procesos secuenciales, maquinaria de procesos variables, instalaciones de procesos complejos y amplios, instalaciones de procesos complejos y amplios, chequeo de programación centralizada de las partes del proceso, etc.

En cuanto a estos dispositivos, cuando se empezaron a usar los relés en el control de procesos de producción se comenzó a añadir lógica a la operación de las máquinas y así se redujo, e incluso se eliminó en algunos casos la carga de trabajo del operador humano.

Los relés permitieron establecer automáticamente una secuencia de operaciones, programar tiempos de retardo, contar las veces que se producía un suceso o realizar una tarea en la que se necesitara que ocurrieran otras para poder activarse.

Los relés, sin embargo, tienen algunas limitaciones que tomar en cuenta. Tienen un tiempo limitado de vida debido a que sus partes mecánicas están sometidas a desgaste, los conductores de corriente pueden quemarse o fundirse y con ello puede provocarse una avería y, por ende, tendrán que estar siempre en la lista de componentes de reemplazo en un sistema.

Desde el punto de vista de la programación su inconveniente mayor era que la estructura de programación era fija y muy rígida. El panel de relés lo configuraban ingenieros de diseño. Se

construía y cableaba para luego, cuando cambiaban las necesidades de producción, había que desechar el antiguo y construir un panel nuevo. No era posible modificar un panel, no al menos sin un costo excesivo en tiempo y mano de obra, por lo que no era factible y viable gastar recursos en esto, ya que un sistema normalmente utilizaba un panel de trescientos a quinientos relés y miles de conexiones por cable, lo que suponía un costo muy elevado en instalación y mantenimiento del sistema.

En la década de los años setenta surgieron los sistemas lógicos digitales construidos mediante circuitos integrados, aunque estos mayoritariamente estaban diseñados para aplicaciones específicas y no eran controladores genéricos.

Muchos de estos usaban microprocesadores, pero usaban un lenguaje de programación ajeno a los encargados, razón por la que el mantenimiento se complicaba bastante.
La existencia de ordenadores en el momento del desarrollo de los PLC fue lo que inspiró su concepto: era necesario diseñar un artefacto que, como una computadora, pudiese controlar diversas instrucciones, y pudiese ser reprogramada, pero que también pudiese soportar los ambientes industriales en los que se pretendían instalar.

Los primeros controladores completamente programables fueron desarrollados en 1968 por una empresa de consultores en ingeniería (Bedford y Asociados), que luego se llamó MODICOM.

Así, el primer PLC fue construido en 1969 por encargo de la General Motors Hydramatic Division. Este PLC se diseñó como un sistema de control con una computadora dedicada para controlar una parte de la cadena de producción y sustituir los sistemas de cableado que usaban

hasta la fecha, que resultaban difíciles de modificar cada vez que se requerían cambios en la producción.

Hoy en día los PLC no solo son utilizados para controlar la lógica de funcionamiento de máquinas, plantas y procesos industriales, sino que también pueden realizar operaciones aritméticas y manejar señales analógicas para realizar estrategias de control. Los PLC actuales pueden comunicarse con otros controladores de características similares y con computadoras en redes de área local, y son una parte fundamental de los modernos sistemas de control. (Laughton, Warne, 2003, capítulo 16)

Existen varios lenguajes de programación usados para el establecimiento de tareas en un PLC. Tradicionalmente, los más utilizados son el diagrama de escalera (lenguaje escalera), lista de instrucciones y programación por estados, aunque se han incorporado lenguajes más intuitivos que permiten implementar algoritmos complejos mediante simples diagramas de flujo, más fáciles de interpretar y mantener.

En la programación se pueden incluir diferentes tipos de operandos, desde los más simples (como lógica booleana, contadores, temporizadores, contactos, bobinas y operadores matemáticos), hasta operaciones más complejas, como manejo de tablas (recetas), apuntadores, algoritmos PID y -como fue mencionado anteriormente- funciones de comunicación multiprotocolo que le permitirían interconectarse con otros dispositivos.

Estas formas de programación de PLC están dispuestas en cinco categorías que son designadas por el estándar según IEC 61131-3, cuya última edición fue publicada el 20 de febrero de 2013. Existen dos tipos de programación textuales y dos gráficos. Son textuales los métodos por texto estructurado y lista de instrucciones, mientras que gráficos serían los dados por lenguaje de

escalera, y los diagramas por bloques de funciones. También existe un quinto tipo llamado bloques de función secuenciales, que no se define como ninguno de los dos tipos anteriores. (IEC,2013, 61131-3)

Se puede decir que los conceptos fundamentales de la programación del PLC son iguales para todos los fabricantes; no obstante, existen bastantes diferencias en la forma del direccionamiento de entradas y salidas, la organización de la memoria y el conjunto de instrucciones utilizables, lo que causa que los programas de software de los PLC nunca se puedan usar entre diversos fabricantes.

Incluso, dentro de la misma línea de productos de un solo fabricante, diversos modelos pueden no ser directamente compatibles. Es por esta razón que muchos ingenieros se especializan en productos de una marca específica de su gusto, ya que al tener que estar utilizando diferentes plataformas el trabajo puede complicarse.

La estructura básica de cualquier PLC es:

- Fuente de alimentación: Convierte la tensión de la red, de 110 o 220 de voltaje de corriente alterna (VAC) a un voltaje corriente directa (DC) (24V, por ejemplo), que es la que se utiliza como tensión de trabajo en los circuitos electrónicos que forman el PLC.

- CPU: La Unidad Central de Procesos es el cerebro real de todo sistema. Es el encargado de recibir órdenes del programador por medio de la consola de programación y del módulo de entradas. Después las procesa para enviar respuestas al módulo de salidas.

- Módulo de entradas. Aquí se unen eléctricamente los captadores (interruptores, finales de carrera). La información que recibe se envía al CPU para ser procesada según la programación. Hay dos tipos de captadores conectables al módulo de entradas: los pasivos y los activos.

- Módulo de salida. Es el encargado de activar y desactivar los actuadores que se quieren controlar (bobinas de contactores, motores pequeños). La información enviada por las entradas a la CPU, cuando está procesada se envía al módulo de salidas para que estas sean activadas (también los actuadores que están conectados a ellas). Hay tres posibles módulos de salidas según el proceso que se quiera controlar por el PLC: relés, TRIAC y transistores.

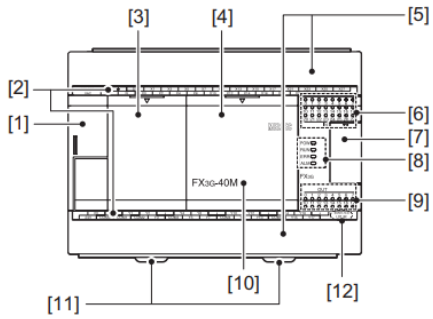
- Terminal de programación. La terminal o consola de programación es la que permite comunicar al programador con el sistema. Sus funciones son la transferencia y modificación de programas, la verificación de la programación y la información del funcionamiento de los procesos. Existen sistemas que tienen terminales de programación incluidas, pero normalmente son computadoras utilizadas por los programadores.

- Periféricos. No intervienen directamente en el funcionamiento del PLC, pero facilitan el funcionamiento de algunos programas dependiendo de la utilidad que se requiera en el programa.

- Comunicaciones. Los PLC intercambian datos con otros dispositivos. Son muy variadas. Típicamente, un PLC puede tener integrados puertos de comunicaciones seriales que pueden cumplir con distintos estándares de acuerdo con el fabricante. Estos puertos pueden ser de los siguientes tipos: RS-232, RS-485, RS-422, Ethernet. Sobre estos tipos de puertos de hardware las comunicaciones se establecen utilizando algún tipo de protocolo o lenguaje de comunicaciones. En esencia, un protocolo de comunicaciones define la manera cómo los datos son empaquetados para su transmisión y cómo son codificados. De estos protocolos los más conocidos son: Modbus, Bus CAN, Profibus, Devicenet, Controlnet, Ethernet I/P. Muchos fabricantes ofrecen, además, distintas maneras de comunicar sus PLC con el mundo exterior, mediante esquemas de hardware y software protegidos por patentes y leyes de derechos de autor. (Laughton, Warne, 2003, capítulo 16)

Teniendo en cuenta un poco de historia y funcionamiento, para este proyecto se utilizará un PLC **Mitsubishi FX3G-14MT**, el cual es muy útil para el tipo de proyecto que se está gestando. Este controlador continente como hardware los siguientes elementos: Mitsubishi Electric, 2015, pp.31-32:

**Figura 1: PLC FX3G con cobertor**




**Fuente: FX3G Series Hardware Manual**

- 1. Cobertor de las conexiones periféricas. Bajo él se encuentra el conector a dispositivos periféricos, potenciómetros para variables análogas y un interruptor de RUN/STOP.

- 2. Nombres de las terminales. Indicador de nombres para entradas, salidas y alimentación.

- 3. Cobertor frontal pequeño. Cobertor de puertos para módulos de expansión y casete de memoria.

- 4. Cobertor frontal grande. Cobertor de puertos de módulos de expansión, módulos de *display*, casete de memoria y batería.

- 5. Cobertores de las terminales de entrada/salida. Pueden ser abiertas para cableado.

- 6. LED Display de entradas. Cuando una o más entradas están encendidas la luz correspondiente se enciende.

- 7. Cobertor de conector de ampliación de dispositivo. Cobertor del conector de la conexión de bloques de funciones especiales.

- 8. Led de estado de operación. Verde si está encendido y está corriendo el programa; rojo parpadeando si se dio un error en el programa, o rojo fijo si se dio un problema con el CPU del PLC.

- 9. LED display de salidas. Cuando una o más salidas están encendidas la luz correspondiente se enciende.

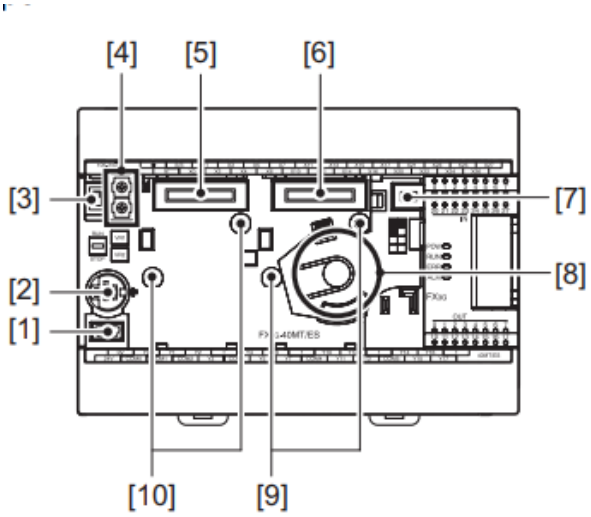
- 10. Nombre del modelo del PLC: abreviación del nombre del modelo.

- 11. Ganchos para montaje en riel DIN. La unidad puede ser montada en un riel DIN de dimensione de 35mm (1.38") de ancho.

- 12. Año y mes de producción. Indicación de la fecha exacta de producción.

FX3G MT-14 con cobertores abiertos

**Figura 2: PLC FX3G sin cobertor**




**Fuente: Manual FX Hardware Edition**

- 1. Conector de periférico USB. Conector a USB de PC para programar una secuencia.

- 2. Conector de periférico RS-422: Conector de RS-422 a PC para programar una secuencia.

- 3. Interruptor RUN/STOP. Si se necesita dejar de correr el programa se desliza el interruptor hacia la pestaña STOP. Para iniciar la función se desliza hacia RUN.

- 4. Potenciómetros. Variables análogas. Hay dos de estos construidos en el sistema, uno para el lado superior y otro para el lado inferior

- 5. Conector de equipo opcional pequeño.  Puertos para módulos de expansión y casete de memoria.

- 6. Conector de equipo opcional grande. Puertos para módulos de expansión, casete de memoria, módulo de display y batería.

- 7. Conector de batería en el que se conecta la batería opcional del equipo.

- 8. Sostén de batería. Pieza que sostiene la batería opcional en su lugar.

- 9 y 10. Espacio para atornillar para módulos de expansión opcionales. Espacios designados para fijar de forma segura los módulos opcionales.

Este PLC, en el sentido de características físicas, cuenta con una selección muy útil por ser de muy buena selección para este tipo de proyectos, ya que al tener capacidad de expansión es posible, en el caso de ser necesario, aumentar la cantidad de entradas y salidas. Habiendo mencionado esto es pertinente conocer que el sistema posee los siguientes componentes y especificaciones (Mitsubishi Electric, 2015, pp.31-32, 47-48):

**Tabla 1: Tabla de especificaciones PLC FX3G MT-14**

| **Característica** | **Cantidad** | **Descripción** |
|---|---|---|
| Voltaje de alimentación | 120v-240v | Corriente alterna |
| Entradas | 8 | 24v DC (Sink/Source) |

| | | |
|---|---|---|
| Salidas | 6 | Salida tipo transistor (Sink) |
| Número total de puntos | 14 | Total de entradas/salidas |
| Forma de conexión | 1 | Bloque con terminales |
| Puerto de comunicación para programación | 2 | Un puerto USB y un puerto RS-422 |
| Puertos de expansión | 2 | Uno grande, uno pequeño |

**Fuente: Manual FX Hardware Edition**

Como se puede observar en la tabla 1, el voltaje requerido para poder alimentar el PLC puede estar dentro del rango de los 120 voltios a los 240 voltios de corriente alterna, lo que da un buen rango según el tipo de fuente de alimentación que se utilice para el proyecto, mientras que las entradas del sistema van a estar alimentadas con 24 voltios de corriente directa. Ha de satisfacerse esta necesidad a fin de poder activar las entradas para el funcionamiento correcto del programa requerido.

En lo que respecta a las comunicaciones se poseen dos puertos posibles, un puerto USB y un puerto RS-422. De estos puertos el más factible de utilizar para la elaboración del proyecto, por su sencillez, así como por la facilidad de conexión con otros equipos y módulos sería el USB.

Como se mencionaba anteriormente, también cuenta con capacidad de expansión, por lo que si las ocho entradas o seis salidas del sistema no dan abasto para el sistema que se planea realizar se pueden añadir módulos de entrada/salida, para lograr la cantidad necesaria y poder ejecutar el programa.

Para la programación de este controlador se utiliza el software especializado para controladores Mitsubishi, en este caso llamado GX Works2. Este software permite programar de manera que el controlador realice las tareas necesitadas de una manera sencilla y ordenada. En este programa se utiliza el lenguaje de escalera predominantemente, el cual es bastante sencillo de abordar y permite desarrollar los programas bajo el método más utilizado para desarrollo en controladores lógicos programables. Además, este programa, al utilizar la estructura antes mencionada, permite que todos los PLC de la serie FX sean programados de la misma manera, dando también la funcionalidad de transformar los programas de otros controladores Mitsubishi en las especificaciones del controlador por utilizar. (FX Series Programming Manual, 1999) (GX Works2 Programming Manual, 2011)

- **Sistemas SCADA**

SCADA es el acrónimo de Supervisory Control and Data Acquisition (Supervisión, Control y Adquisición de Datos). Es un sistema informático especialmente diseñado para funcionar sobre controladores en el control de procesos. Proporciona comunicación con los dispositivos de campo y controla el proceso de forma automática desde la pantalla del ordenador. También provee toda la información que se genera en el proceso productivo a diversos usuarios, tanto del mismo nivel como del de otros usuarios supervisores dentro de la empresa.

Según Bauerschmitt (2016,) los SCADA, como se mencionaba anteriormente, son sistemas de control de la red de monitoreo y de control y optimización de plantas industriales. Son herramientas universales, pero altamente personalizables, que pueden ser utilizadas en sistemas de tratamiento de agua, en la generación y distribución de energía, en plantas químicas, faenas mineras, plantas de producción, entre otros, para recoger datos y transformarlos en información que luego se despliega de forma didáctica al operador del proceso.

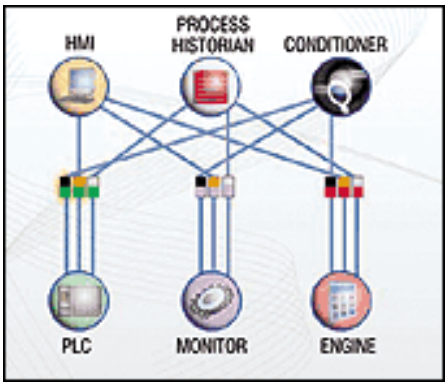
De esta forma, este último está en posibilidad de entender las condiciones actuales del proceso y de tomar de forma eficaz las decisiones indicadas para que se realice bajo condiciones óptimas de rendimiento y seguridad. Por estas razones se podría llamar a un sistema SCADA a cualquier software que permita recabar información y realizar las tareas antes mencionadas, por lo que se podría decir que un sistema de este tipo no es de tipo de control, sino que sería un software de utilidad, que realizaría la tarea de interfase entre el nivel de control, que sería el PLC, y los niveles de gestión que serían realizados por un operador mediante un interfaz humano-máquina.

Si bien es cierto que los sistemas SCADA pueden abarcar desde arquitecturas relativamente simples, como la vigilancia de condiciones ambientales, hasta otras de mayor complejidad, como el monitoreo de una planta nuclear con miles de variables; la mayoría de ellas cuentan con una arquitectura de dos niveles, el nivel de cliente, el cual representa la interacción humano-máquina con el operario, y el nivel de servidor de datos, en el que se lleva a cabo todo lo relacionado con la comunicación con los dispositivos instalados en campo.

Los servidores de datos a los que se les llama servidores OPC se comunican con los dispositivos de campo, ya sean PLC, RTU´s, controladores, sensores inteligentes, etc., por medio de protocolos de comunicación correspondientes, como por ejemplo Modbus, Profibus, etc. Esta arquitectura se basa en el estándar OPC, que opera como base del enlace entre el cliente y el servidor, y que permite, además, a otras aplicaciones-clientes el acceso a los datos del nivel servidor. De hecho, para contar con mayor funcionabilidad en las aplicaciones de nivel de cliente, es importante que un SCADA esté basado en el mencionado estándar OPC.

Este estándar es dado por la OPC Foundation, que es la entidad que establece y mantiene las especificaciones de esta forma de comunicación. En esta organización sin fines de lucro participan los principales proveedores de dispositivos para control de procesos y de aplicaciones de software, de modo que se garantiza la interconexión de todos los componentes de distintos fabricantes y solo es necesario entonces revisar que en las especificaciones se indique que permiten comunicación OPC.

**Figura 3: Conexiones Estipuladas Por OPC**




**Fuente: OPC Foundation**

Como se mencionó anteriormente, este sistema se basa en el modelo cliente-servidor, lo cual significa que existen servidores que son los responsables de efectuar la comunicación con los dispositivos conforme a lo que los clientes requieran. El software servidor de comunicaciones OPC deberá contener los *drivers* necesarios para la interconexión con los distintos dispositivos, y será el que haga el enlace con las diferentes aplicaciones. Además, puede comunicarse con varios dispositivos distintos y a su vez proveer el enlace con diversas aplicaciones al mismo tiempo.

Hoy en día la mayor parte de estos sistemas cuentan con *drivers* para conectarse a motores de base de datos, lo que posibilita conectar los datos adquiridos con los sistemas de gestión de la producción, con el propósito de mejorarla. Además, muchas de estas plataformas pueden emplearse por medio de diversos *browsers* o navegadores Web, lo que permite también la visualización de datos del proceso mediante dispositivos móviles como tabletas y *smartphones*.

Finalmente, un sistema SCADA usualmente contiene lo que se denomina interfaz humano-máquina (HMI), que es el dispositivo o herramienta gráfica que presenta los datos del proceso al

operador para mediante este subsistema manipular el proceso. También se da el uso de los controladores programables (PLC), usados como elementos de campo por su versatilidad, economía, flexibilidad y configuración. Se utilizan para el control directo de los actuadores y la recolección de los datos tomados por los diversos dispositivos con que cuenta el sistema, con el fin de tomar las decisiones y enviar los datos a visualizar por medio del sistema SCADA.

- **Interfaz humano-máquina (HMI)**

Como se mencionó en el apartado anterior, el sistema SCADA por sí mismo no controla datos; simplemente es una interfaz entre el control (PLC) y la manipulación de ellos por el usuario (HMI). Por esto un sistema como el que se plantea instalar requiere una interfaz humano-máquina con la cual el usuario no solamente pueda observar el funcionamiento y efectuar la recolección de datos que el PLC realiza en el sistema, sino que también sea capaz de tomar medidas en el momento de acuerdo con el estado del sistema. Esto da cabida a que se puedan tomar decisiones más inteligentes y eficientes según las necesidades que se generen.

Una interfaz hombre-máquina (HMI) es un punto de acción en el que un ser humano entra en contacto con una máquina. Un ejemplo sencillo de esto es el caso de un interruptor de una luz que no es ni el humano ni la luz, sino una interfaz entre los dos.

Este tipo de sistemas están sujetos a los estándares según la norma ISO 9241-110 (2006), la cual establece que el término interfaz de usuario se define como "todas las partes de un sistema interactivo (software o hardware) que proporcionan la información y el control necesarios para que el usuario lleve a cabo una tarea con el sistema interactivo".

En la parte de los sistemas HMI de software se pueden enumerar dos tipos de sistemas, las terminales de operadores, que consisten en dispositivos, mayoritariamente construidos para ser instalados en ambientes pesados, en donde pueden ser solamente de despliegues numéricos, alfanuméricos o gráficos. Muchos de estos sistemas cuentan, además, con sistemas de pantalla sensibles al tacto para mayor sencillez. El otro tipo de sistema que se puede encontrar en los sistemas de software de las HMI es el de computadoras con software, que son similares al

sistema mencionado anteriormente, pero que constituyen otra alternativa basada en una computadora, en la que se carga un software apropiado para la aplicación.

Como computadora se puede utilizar cualquiera según las exigencias del proyecto. Existen las llamadas industriales (para ambientes más pesados y ordinarios), los de panel (Panel PC), que se instalan en gabinetes para que den apariencia de terminal de operador. En general, se pueden observar diversas posibilidades para la instalación de una computadora; inclusive existe la tradicional computadora de escritorio que se utiliza habitualmente.

Los sistemas mencionados tienen como función facilitar la interacción entre el usuario y los datos obtenidos por el PLC, por lo que estos sistemas permiten a los usuarios, entre otras cosas, realizar una interfaz gráfica, de modo que se pueda ver el proceso establecido e interactuar con las variables que se dan en él. También se busca que permitan un registro en tiempo real e histórico de datos, con el fin de llevar un mejor orden de lo que se busca en el sistema. Junto a todo esto es bastante común el uso de alarmas para la búsqueda de soluciones en caso de errores en el sistema, las cuales son dadas por parámetros establecidos en el control.

Cabe recalcar que estos programas son preparados en diferentes softwares, dependiendo de los fabricantes de los equipos por utilizar, y apegándose también a las necesidades de utilidad que se tienen. Estos softwares pueden ser suministrados gratuitamente por el fabricante, o pueden estar sujetos a licencias vendidas por ellos, por lo que es importante conocer estos detalles antes de realizar una compra para la elaboración de un proyecto. Entre otros, algunos softwares dedicados a esta función son LabVIEW, Crimson, WinCC, Omrom SCS.

En la parte que corresponde a hardware, se trata de dispositivos destinados a la tarea de generar una interfaz entendible para el operador del sistema. A diferencia de los softwares, son subsistemas dentro de un sistema de los anteriormente mencionados SCADA. Como fue mencionado anteriormente, también necesitan de un programa-editor para generar la configuración del proceso. Son compatibles con una gran variedad de elementos de automatización y de redes de comunicación.

En estos sistemas las partes de software van de la mano con el hardware, ya que la parte física de estos tipos de sistemas se usan básicamente para la toma de decisiones, y para enviar señales a los periféricos, con el fin de solucionar fallas o cambiar parámetros en el sistema, y esto debe estar debidamente especificado en el software del sistema. Por esto, como se dijo anteriormente, se dice que una interfaz humano-máquina es punto de contacto entre el programa y el usuario, porque busca simplificar los datos recopilados por el sistema para que el operador sea capaz de tomar decisiones acertadas.

- **Sistemas por utilizar para SCADA y HMI**

Para formular la propuesta de este proyecto, por razones de conocimientos previo, las condiciones del sitio y por sencillez a la hora de su implementación, se usará el software de la empresa RedLion, Crimson 3.0. Este software permite utilizar diversas herramientas con las que se puede ser útiles en proyectos de este tipo, ya que estas cuentan con mecanismos para conteo de datos, alarmas y otras posibilidades que le pueden facilitar la labor al operario.

Según el manual de usuario, el Crimson 3.0 (2009) es la última versión del software de configuración de interfaz de operador para productos RedLion. Esta versión ofrece una enorme cantidad de mejoras comparada con versiones anteriores y mantiene un estilo similar al de estas versiones antiguas, con el fin de conservar una línea de similitudes entre softwares y evitar confusiones en usuarios de las versiones más antiguas. Comparada con versiones anteriores, Crimson 3.0 facilita y agiliza el diseño de poderosos y atractivos sistemas de interfaz de operador con el fin de hacer más eficiente el sistema por construir.

Tomando en cuenta el manual de usuario, este programa tiene una interfaz relativamente sencilla de utilizar que cuenta con tres secciones principales. (Manual Crimson 3.0, 2009, pp.8-10)

- El panel de navegación. La sección izquierda de la ventana se denomina panel de navegación. Se utiliza para moverse por las diferentes categorías de ítems dentro de un archivo de configuración de Crimson. Cada categoría se representa con una barra en la base del panel, y al hacer clic en ella se navegará hacia esa sección. La parte superior del

panel de navegación muestra los ítems disponibles en la categoría correspondiente y cuenta con una barra de herramientas que permite manipular dichos ítems. Si se desea agrandar la parte superior se puede seleccionar y arrastrar la línea que la divide de las barras de categoría.

- El panel de recursos. La sección derecha de la ventana se denomina panel de recursos. Se utiliza para tener acceso_a los diferentes ítems necesarios para editar la categoría en cuestión. Igual que el panel de navegación, contiene un número de categorías a las que es posible ingresar por medio de las barras de categorías. Los ítems de una categoría de recursos determinada pueden ser arrastrados y soltados en los lugares en donde se desea utilizarlos. Por ejemplo, una etiqueta de datos puede seleccionarse en el panel de recursos y soltarse en un campo de configuración para hacer que dicho campo sea dependiente del valor de la etiqueta seleccionada. También es posible hacer doble clic en muchos ítems y así configurar el campo en cuestión de acuerdo con ese ítem.

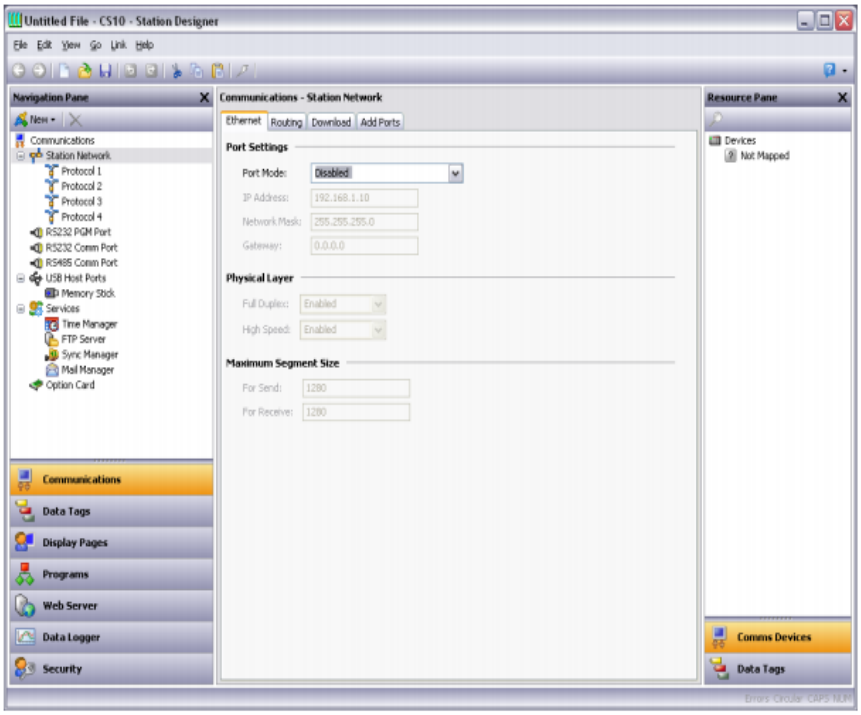
- El panel de edición. La parte central de la ventana se utiliza para editar el ítem seleccionado. En dependencia de la selección, puede contener ya una cantidad de etiquetas, las cuales muestran un conjunto dado de propiedades correspondientes a ese ítem, o contener un editor específico para el ítem que se está editando.

Tanto el panel de navegación como el panel de recursos se pueden contraer y llevarse al borde de la ventana principal con el fin de disponer de más espacio para el panel de edición. Si un panel de estos es cerrado será sustituido por una barra más pequeña con flechas. Seleccionar esta barra

expandirá el panel correspondiente. Seleccionar el ícono de tachuela de un panel temporalmente expandido lo fijará en su lugar.

Esta ventana tendrá una visualización similar a la siguiente figura:

**Figura 4: Pantalla Crimson 3.0**




**Fuente: Manual Crimson 3.0**

Habiendo hablado ya de los diferentes paneles existentes en la página de visualización se puede entrar con más detalle a las diferentes categorías que contiene el programa:

- Comunicaciones. Esta categoría especifica cuáles protocolos deben utilizarse en los puertos serie y Ethernet del dispositivo objetivo. En los casos en que se utilizan protocolos máster también se puede utilizar este ícono para especificar uno o más dispositivos a los cuales se tendrá acceso. En los casos en que se utilizan protocolos

esclavos se puede especificar cuáles ítems de datos se expondrán a accesos de lectura o escritura. También se puede utilizar esta categoría para mover datos entre dispositivos remotos mediante el convertidor de protocolos, con el fin de configurar servicios y tarjetas de expansión.

- Etiquetas de datos. Esta categoría define los ítems de datos que se utilizarán como datos de acceso dentro de los dispositivos remotos, o que se utilizarán para almacenar información dentro del dispositivo objetivo. Cada etiqueta tiene una serie de propiedades, incluidos datos de formato, los cuales especifican cómo la información contenida en las etiquetas va a ser mostrada en la pantalla del dispositivo o en otras aplicaciones, como páginas web. Al especificar esta información dentro de las etiquetas el programa también elimina la necesidad de volver a introducir datos de formato cada vez que se muestra una etiqueta. Entre otras propiedades más avanzadas que poseen las etiquetas se incluyen las alarmas, las cuales pueden activarse cuando se generan diferentes condiciones relacionadas con las etiquetas, y también se incluyen los activadores, las cuales realizan acciones programables cuando se dan dichas condiciones

- Páginas de visualización. Esta categoría se utiliza para crear y editar páginas de visualización. El editor de páginas permite mostrar diferentes ítems gráficos que en el programa se conocen como primitivas. Estos van desde sencillas figuras, como rectángulos y líneas, hasta ítems más complejos que pueden relacionarse con el valor de una etiqueta específica o con una expresión. Estas primitivas utilizan de forma predeterminada la información de formato definida al crearse una etiqueta; no obstante,

esta información se puede invalidar si el caso fuese necesario. También puede utilizar el editor para especificar cuáles acciones se deben realizar cuando las teclas o primitivas se presionan, se mantienen presionadas o se liberan.

- Programas. Esta categoría se utiliza para crear y editar programas utilizando el lenguaje de programación tipo C, la cual es una exclusiva de Crimson. Estos programas pueden llevar a cabo complejas operaciones de toma de decisiones o manipulación de datos, basadas en ítems de datos dentro del sistema. Estas tienen la tarea de extender la funcionalidad de Crimson más allá de las funciones estándares incluidas en el software, y así logran que se puedan utilizar aplicaciones más complejas con mayor facilidad. Los programas pueden llamar a una serie de funciones de sistema con el fin de realizar operaciones comunes.

- Servidor web. Esta categoría se utiliza para configurar un servidor web y para crear y editar páginas web. La utilidad del servidor web consiste en que es capaz de facilitar acceso remoto al dispositivo objetivo por medio de varios mecanismos. En primer lugar, permite utilizar Crimson para crear páginas web que contienen listas de etiquetas y presentan un formato acorde con las propiedades de la etiqueta. En segundo lugar, permite crear un sitio web personalizado empleando el editor HTML de un tercero, y luego, incluir un texto especial para ordenarle a Crimson que inserte valores de etiquetas en tiempo real. Finalmente, permite habilitar la función exclusiva de Crimson de acceso y controles remotos, la cual le permite a un explorador o buscador web visualizar la pantalla

del dispositivo objetivo y controlar su teclado. El servidor web también permite el acceso a archivos CSV desde el registrador de datos.

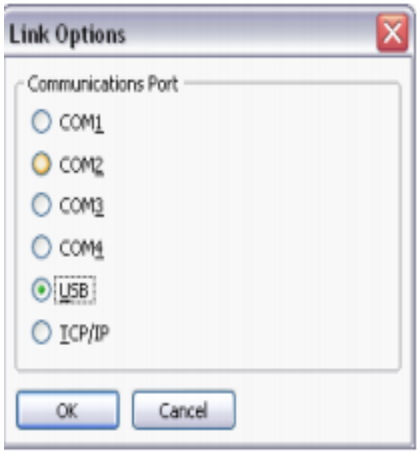
- Registrador de datos. Es utilizado para crear y gestionar registros de datos, cada uno de los cuales puede registrar cualquier cantidad de variables en la tarjeta de memoria del dispositivo objetivo. Los datos se pueden registrar a una velocidad de una vez por segundo. Los valores registrados se almacenarán en archivos CSV (variable separada por coma, por sus siglas en inglés), los cuales se pueden importar fácilmente hacia aplicaciones como Microsoft Excel. Se puede ingresar a estos archivos intercambiando la tarjeta de memoria, montando la tarjeta como unidad en la computadora conectada al puerto USB del dispositivo, o mediante los servidores de Web o protocolos de transferencia de archivos (FTP, por sus siglas en inglés) de Crimson, vía módem o puerto Ethernet.

- Seguridad. Es utilizado para crear y administrar los diferentes usuarios del dispositivo objetivo, así como los derechos de acceso que se conceden a cada uno. También se pueden facilitar los nombres reales de los usuarios, lo cual permite que el registrador de seguridad refleje no solo los datos que han sido cambiados y cuándo, sino también quiénes lo han hecho. En el caso de que se requiera modificar los derechos de una etiqueta en particular, o para ingresar a una página, estos se establecen mediante las propiedades de seguridad del ítem específico. También se pueden establecer derechos para permitir o denegar el acceso a los servidores Web o FTP.

Para descargar el programa del Crimson al dispositivo objetivo el proceso se prepara mediante el menú de enlace. Normalmente el proceso de descarga toma solo unos segundos, pero puede tardar algo más en la primera descarga si el software tiene que actualizar el *firmware* del dispositivo, o si el dispositivo no contiene una versión anterior de la actual base de datos. Después de esta primera descarga Crimson utiliza un proceso conocido como descarga creciente para garantizar que solo los cambios hechos a la base de datos sean transferidos. Esto significa que las actualizaciones se pueden hacer en segundos; por tanto, se reduce su tiempo de ciclo de desarrollo y se simplifica el proceso de depuración.

Para lograr eso se debe realizar un enlace de programación. El enlace de programación entre el PC y el dispositivo objetivo puede lograrse mediante un puerto RS-232, un puerto USB o una conexión ECP/IP, según sean los dispositivos que se estén utilizando. Antes de realizar la descarga es importante observar el estado de las opciones de enlace para asegurarse de seleccionar el método correcto, el cual aparecerá de la siguiente manera:

**Figura 5: Puertos de comunicación**



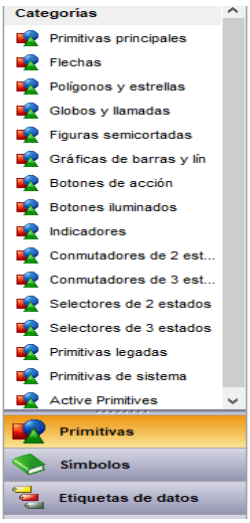

**Fuente: Manual Crimson**

Es importante notar que este diálogo no ofrece ningún método para seleccionar la dirección IP de destino cuando se utiliza TCP/IP para la descarga. Esta información se almacena entonces en el archivo del programa y se configura por medio de la pestaña “Descarga del ítem de configuración de red”. Este método facilita el cambio de un programa a otro sin necesidad de volver a configurar la IP de destino.

Una vez configurado el enlace se puede descargar el programa utilizando la pestaña Enlace y luego haciendo *clic* en Enviar, o en Enlace y luego en Actualizar. El primero enviará toda la base de datos sin considerar si se han cambiado o no objetos dentro del archivo. El último solo enviará los cambios, y normalmente tardará menos tiempo en completarse. El comando Actualizar es normalmente el único que se va a necesitar, ya que el software realizará automáticamente un envío completo en caso de que la descarga creciente falle. Este sistema también cuenta para la realización de las pantallas, para una gran cantidad de figuras y herramientas útiles. Estas reciben el nombre de primitivas y tienen un gran rango dentro del cual se encuentran luces, botones, interruptores, figuras para realizar simulaciones del montaje a controlar, etc.

También cuenta con primitivas más especializadas que resultan ser herramientas de bastante utilidad, como sistemas para registro de accesos a las pantallas del sistema, gráficos, visualizadores de alarmas, etc. Estas primitivas representan los aspectos visuales del sistema y, junto con las variables del sistema, serán lo que el encargado estará viendo cuando trabaje con el HMI, por lo que resulta ventajoso un buen diseño si se utilizan correctamente.

**Figura 6: Primitivas de Crimson 3.0**




**Fuente: Manual Crimson**

El software manipula datos utilizando variables denominadas etiquetas, que pueden ser de datos binarios o de datos numéricos. Estas variables pueden tener proveniencias internas para manipular sistemas dentro del Crimson 3.0, o pueden ser mapeadas desde un controlador mediante registros que indiquen la dirección en el controlador. Con estos datos se pueden realizar operaciones y expresiones con las que se pueden visualizar diferentes funciones con los datos visualizados.

Estas también cuentan con funcionalidades para activar otras etiquetas cuando se cumpla con requerimientos según la necesidad, y con activadores de alarmas que funcionan de forma parecida a como lo hacen los activadores, en los que al cumplirse con ciertos requerimientos se realizará una acción; en este caso reconocerlo como una señal de alarma. (Manual Crimson 3.0, 2009, pp.31-66)

Al utilizarse este software se procederá al uso de un sistema de automatización llamado Productvity Station, el cual es manufacturado por Red Lion. Ambos son de la misma casa de manufactura. Este sistema permite trabajar con todas las herramientas que el Crimson 3.0 ofrece. Es una herramienta muy poderosa para sistemas bajo condiciones agresivas. (Productvity Manual, 2015, p.1)

Este sistema se visualiza mediante pantallas con entrada HDMI y puede ser conectado con periféricos como *mouse* y teclado para la manipulación de variables. Según el manual de Productvity Station este cuenta con algunas características importantes las cuales se pueden resumir en:

- Diseño listo para emplearse en un sistema de visualización de planta.

- Crea indicadores y mensajes en alta definición para un mejor desempeño en la planta.

- Salidas de 720p DVI que sirven para interfaces de televisores de 1080p y 720p de alta definición.

- Capacidad de expansión de hasta 16 módulos para aumentar cantidad de salidas y entradas, ya sean analógicas o digitales.

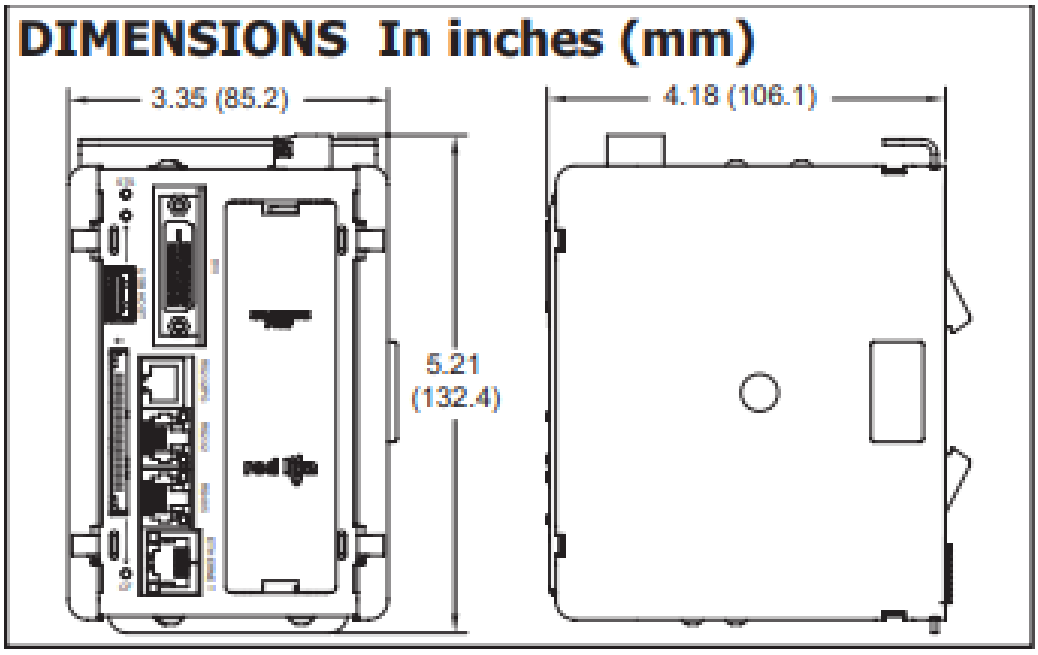
- Gran cantidad de protocolos de comunicaciones que permiten una alta conectividad con sistemas como PLCs, sensores, etc.

- Permite la creación de servidores web para monitoreo remoto, así como el envío de alertas vía mensaje de texto o internet.

- Inclusión de tarjeta de memoria de 32 bits para guardado de bases de datos y eventos.

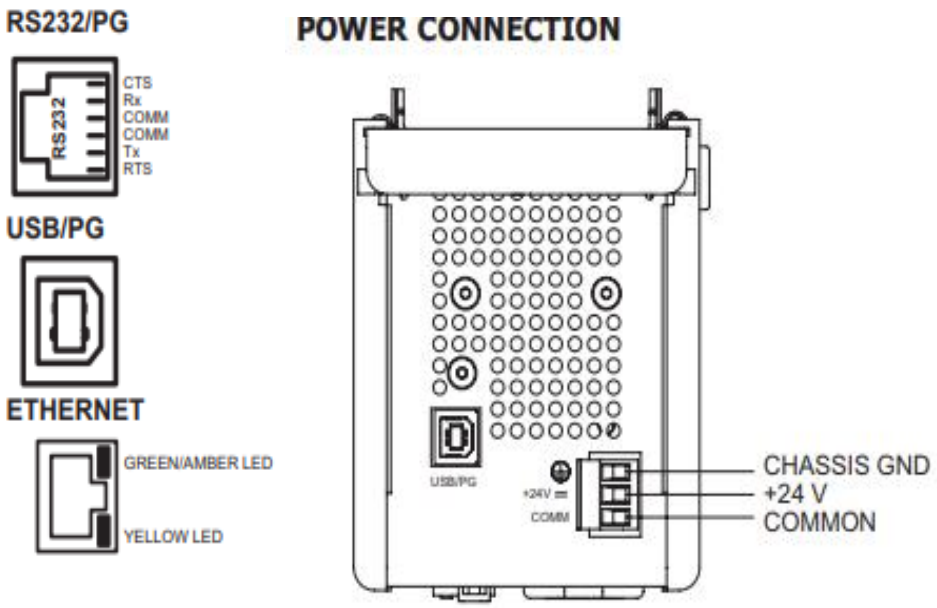
Mediante el sistema Productvity Station se observa que cuenta con un diseño compacto y útil lo cual se puede observar en las siguientes figuras:

**Figura 7: Dimensiones Productvity Station**



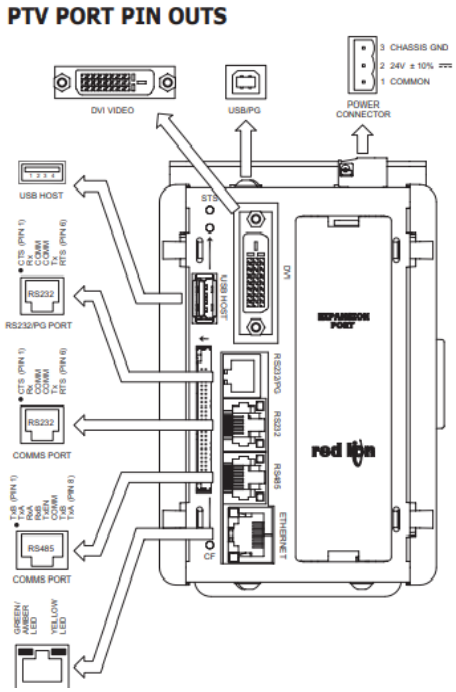

**Fuente: Productvity Manual**

**Figura 8: Alimentación y puertos de Comunicación Productvity Station**




**Fuente: Productvity Manual**

**Figura 9: Parte Frontal/Puertos Comunicación Productvity Station**




**Parte Frontal PTV/Puertos IOS**

**Figura 10: Productvity Station**

**Productvity Station**

En las figuras adjuntas se establece que se necesita una fuente de 24 voltios para encender el sistema. Además, posee diversos puertos utilizables para las comunicaciones que se necesite establecer para el sistema requerido. También es importante utilizar la tierra del chasis ya que se pueden generar problemas debido a cargas, al no estar aterrizado. En la vista frontal también se observan los puertos DVI para la conexión a los sistemas de visualización, y de ser necesario se debe utilizar un adaptador para poder conectarse a los sistemas.

- ## Datos de producción y mantenimientos preventivos

Los datos por referenciar para los estudios de producción y mantenimientos se encuentran en los apéndices 1, para los datos de producción, y 2 para los datos de mantenimientos, ambos suministrados por la empresa Envases Comeca, S.A.

- **Sitio y máquinas en las que se plantea realizar el proyecto**

El proyecto consistirá en seis módulos o máquinas en los que funcionará una línea de producción de envases de hojalata. Estas máquinas realizarán parte del proceso final de manufactura por lo cual es fundamental su óptimo desempeño.

Estos módulos se encargarán del ensamblaje del envase como tal. Mediante cuatro procesos se une el cuerpo con su tapa inferior y así se obtiene un producto casi terminado.

En la empresa, como fue mencionado antes, se cuenta con seis diferentes máquinas ya que se requieren tamaños y especificaciones diferentes para los productos. Cada una de las máquinas está ajustada a las especificaciones requeridas para un producto lo que agiliza el proceso de producción. Las máquinas utilizadas son de la marca Zhoushan Longwen Machinery Technology Co., Ltd., que es una marca de origen chino especializada en máquinas de manufactura de enlatados. Está certificada con ISO y con Conformidad Europea (CE).

**Figura 11: Módulo Necking, Flanging, Beading y Seaming**

**Fuente: Zhoushan Longwen Machinery Technology Co., Ltd.**

Estas máquinas cuentan con cuatro etapas las cuales son, por sus nombres en inglés, “necking, flanging, beading y seaming”. Cada uno de estos cuatro procesos se realiza mediante diversas herramientas presentes en la máquina, tales como prensas hidráulicas, pistones y otros.

Es importante mencionar que sus partes mecánicas son lubricadas mediante una bomba de aceite hidráulica, lo cual hace bastante sencillo mantener los niveles de aceite en óptimo estado. En el caso del “necking” su función consiste en realizar una deformación controlada del envase, alargándolo un poco y dejándolo más angosto en la región del centro.

**Figura 12: Módulo en planta de producción**

**Fuente: Envases Comeca, S.A**

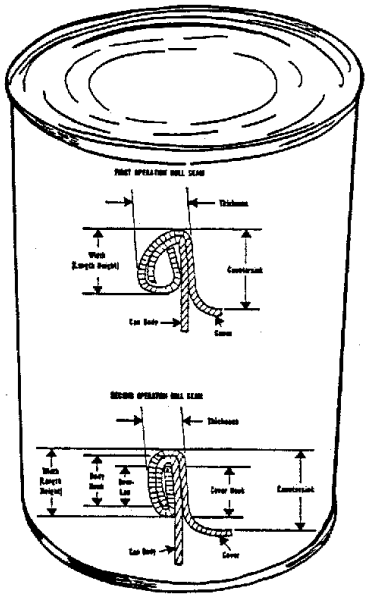
Posteriormente pasa a la etapa de “flanging” en la cual su función recae en crear un desnivel en los bordes de la lata, con el fin de que al sobreponer otra pieza sobre ella se obtenga el resultado deseado. En la etapa de “beading” se realizan expansiones en la circunferencia del cuerpo del envase para darle más resistencia mecánica al envase.

**Figura 13: Partes mecánicas de módulo**

**Fuente: Envases Comeca, S.A**

Como punto final en la etapa de “seaming” se une lo que son la tapa con el envase. Para ello se utilizan las tareas realizadas en las etapas anteriores. Mediante pistones y movimientos mecánicos se hace un amarre como el mostrado en la figura 14.

**Figura 14: “Seaming” para enlatados**



**Fuente: U.S FDA**

El sitio en el que se encuentran las máquinas resulta bastante cómodo para la posible instalación de un sistema de control. Este cuenta con bastantes espacios que pueden resultar útiles para la instalación del gabinete eléctrico. Además, se cuenta con sensores fotoeléctricos del tipo Allen-Bradley 42KL-E1EZB-A2 como emisor, y 42KL-RTC-A2 como receptor, ya instalados en la máquina para posibles sistemas de conteo.

El espacio también cuenta con canastas para la instalación y el transporte de cable, lo que resulta muy beneficioso para la manipulación de cable ordenadamente, y ayuda también en la parte estética de la planta.

**Figura 15: Sensores fotoeléctricos Allen-Bradley 42KL-E1EZB-A2 y 42KL-RTC-A2**

**Fuente: Santa Clara Systems**

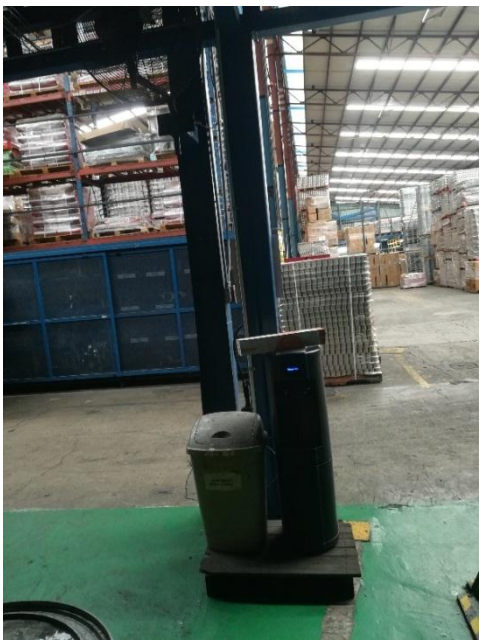
En esta parte de la planta también se encontró un sistema de alimentación 120V AC/240 V AC accesible para una posible instalación, lo cual resulta ser uno de los aspectos más importantes para la instalación de cualquier sistema o modificación de este. En el sitio también se cuenta con

varios espacios disponibles para la colocación de pantallas, pero pueden no resultar muy cómodos para su manipulación. En las figuras 16 y 17 se pueden observar algunos de los puntos antes mencionados.

**Figura 16: Referencia de la planta 1**

**Fuente: Envases Comeca, S.A**

**Figura 17: Referencia de la planta 2**



**Fuente: Envases Comeca, S.A**

Capítulo III: Marco metodológico

## Enfoque de la investigación

El método de investigación que se utilizará en el presente caso será el de tipo mixto, ya que se requiere utilizar ambos tipos de variables, tanto la cuantitativa como la cualitativa. Primeramente, se plantea buscar los conteos de producción de los módulos. Además, se requiere estudiar los tiempos entre mantenimientos preventivos, lo que hace que se requiera considerar una parte cuantitativa muy importante.

Por su lado, la parte cualitativa se basa en los parámetros por tomar en cuenta de la planta para decidir si el sitio en el que se encuentran los módulos de producción es apto para la instalación de un sistema de control automatizado, el cual requiere un criterio no numérico y más bien de cualidades y estados que deben ser tomados en cuenta.

En un proyecto como este ese enfoque permite realizar una investigación que no es solo de números concretos de lo que se quiere medir, sino que, al ser de carácter mixto, al considerar la propuesta de un sistema de control, se puede definir con criterio si las condiciones son óptimas para la instalación de un sistema de este tipo en el sitio.

## Método de la investigación

Para la ejecución del presente proyecto se ha planeado realizar varias tareas, las cuales se harían en varios pasos:

1. Investigar la cantidad de producción que pasa por la línea automática con el fin de saber cuál es la producción total de esta parte, así como efectuar un estimado de la

cantidad de producto que debe pasar por los módulos y la cantidad con la que estos deben contar, con el fin de que no se pierdan en el proceso.

2. Analizar la frecuencia con la que se realizan los mantenimientos preventivos que se les hacen a las máquinas actualmente, teniendo en cuenta el estado de la producción y los momentos en los que esta no puede ser detenida.

3. Con los datos obtenidos del análisis de los mantenimientos preventivos determinar los momentos más eficientes para la realización de estas tareas, con el fin de que la línea de producción se mantenga la mayor cantidad de tiempo posible activa, y que no se den pérdidas por paros que podrían ser innecesarios.

4. Analizar el sistema de alarmas de la máquina, si lo hay, con el fin de tener la noción de la capacidad de reacción de los operarios de la máquina, del tiempo de respuesta y de reconocimiento de una falla específica del módulo, ya sea por atascamiento o por falla de una pieza.

5. Estudiar las condiciones del lugar de trabajo de la máquina para poder determinar si es posible la instalación de un sistema de control en el sitio, teniendo en cuenta las condiciones físicas de los módulos, el espacio disponible para el montaje y la facilidad para realizar los cableados necesarios, entre otras variables que pueden surgir a la hora de examinar el sitio.

6. De ser posible, plantear una propuesta concreta de instalación de un sistema de control para el mejoramiento de los sistemas de conteo y de mantenimiento, y de alarmas para los módulos de la planta; esto con el fin de agilizar el proceso y el ahorro en tiempo.

## Fuentes de información

Como fuentes de información para la propuesta de este proyecto se usarán los manuales de los dispositivos por utilizar cuyos datos provendrán del fabricante directamente. Por ello son catalogados como confiables.

Para los casos de análisis se utilizará información suministrada por Envases Comeca, S.A, que es la empresa en la que se realizará el proyecto. Para los casos de conteos de producción y mantenimientos darán información oficial de la empresa con respecto a estos temas, y en el caso del lugar de aplicación se estudiará el lugar físico en donde se encuentran los módulos de producción.

En el caso de la máquina por gestionar la información que suministren los mecánicos a cargo de las máquinas también es importante tomarla en cuenta, así como la de las fichas técnicas y de los manuales ofrecidos por el fabricante, en este caso Zhoushan Longwen Machinery Technology, empresa china dedicada a la manufactura de máquinas para líneas de producción.

## Variables de análisis

Respecto a las variables que se van a considerar en esta investigación surgen dos incógnitas predominantes que se quieren controlar, el tiempo entre rutinas de mantenimiento de la máquina y los conteos de la cantidad de envases producidos en la línea.

En lo que respecta a los tiempos entre rutinas de mantenimiento se dan casos en que estas no se realizan en los tiempos establecidos por los fabricantes y técnicos encargados. Además, a veces, como en el caso de rutinas diarias de mantenimiento, se deben realizar paros cuando la producción es alta que en ocasiones son indeseados. En este caso se plantea observar las horas en las que se realizan estos mantenimientos para compararlas con las horas altas de producción.

Para la situación del sistema de conteo se quiere llevar un conteo de la cantidad de envases producidos y actualmente no se tiene un conteo automático en esta etapa del proceso. Eso es importante ya que se requiere saber cuántos envases se pierden por etapa del proceso y, como esta parte del proceso no tiene estos conteos, es más difícil conocer cuáles etapas requieren más depuración.

Al contar con estos conteos automatizados también se podrían realizar mediciones, como las variables de la eficiencia del sistema, tomando la relación de piezas entrantes comparadas con la cantidad saliente.

También se requiere observar las condiciones del sitio de instalación ya que se deben considerar varios aspectos para una posible instalación, como el estado de las máquinas con que se va a

trabajar, y que si las máquinas están con desperfectos o en mal estado no es factible instalar un sistema de control. También es importante observar la locación y la distancia desde donde se instalaría el panel eléctrico hasta la máquina. Esto por razones de acomodo de cable y de las posibles rutas por las que se instalarían los conductos por donde irían los cables de alimentación y de entradas del panel.

## Instrumentos

Para los casos de conteos de producción se utilizarán tablas en las que se detallan las producciones de la máquina en el lapso de julio hasta setiembre, examinando los datos obtenidos de la producción buena y teniendo en cuenta que por estos seis módulos pasan diferentes productos.

En el caso de los mantenimientos se utilizarán los diagramas de Gantt para la realización de los mantenimientos preventivos a estas máquinas, para conocer la cadencia de realización de estos. Además, con estos gráficos se puede conocer si los técnicos están efectuando estos mantenimientos de la forma en que la compañía los está considerando en la agenda actualmente.

También se plantea realizar consultas a técnicos sobre estas duraciones y sobre los funcionamientos y las fallas comunes que se presentan en las máquinas. Esto con el fin de tener un criterio experto a la hora de tomar las decisiones que competen en el caso de los módulos.

Si se aceptara la propuesta se utilizará un PLC, que permite realizar las operaciones necesarias para monitorear los puntos en estudio. Con él es posible utilizar contadores, temporizadores, etc.,

para realizar estas tareas fácilmente. En el caso de la interfaz humano-máquina se plantea utilizar un módulo de implementación que sea compatible con un sistema PLC, puesto que así se daría una mejor comunicación entre el usurario y los datos obtenidos o alarmas, lo que permitiría entender más fácilmente los datos.

Ambos sistemas se utilizarán por experiencias anteriores de la empresa y de quien hizo la propuesta con estos sistemas; además de su adaptabilidad, gran rango de uso, capacidad de asesoría por parte de expertos de las marcas y de distribuidores oficiales, y del tamaño compacto de ambos sistemas. Estos sistemas cuentan con capacidades de expansión, lo que también los hace rentables para el futuro en caso de necesitarse una modificación o crecimiento en el sistema. Se evita así incurrir en gastos innecesarios al no tener que cambiar todo el sistema en caso de modificación.

- **Proceso para la recolección y análisis de datos**

En una etapa tan importante como la de recolección y análisis de datos es importante tomar en cuenta los procesos productivos de la fábrica. Por esta razón, para este proyecto muchos de estos métodos de recolección de datos se basarán en observación del proceso productivo de la línea de producción en cuestión de la empresa. Al estar la empresa en un momento en el que se busca la automatización casi total de la planta busca cómo hacer más eficiente los procesos, por lo que el no contar con un proceso automático de conteo de producción hace que la empresa pierda dinero.

Estos datos se planea recolectarlos según el proceso de producción con el fin de observar las horas más fuertes de la producción. Además, la empresa cuenta con datos almacenados de las producciones promedio, por lo que con estos datos se pueden realizar comparaciones importantes para el análisis.

Observando los datos de las tablas y el proceso productivo como tal se obtendrán datos competentes de la cantidad de envases que se pierden en esta línea de producción, con el fin de conocer si es necesario un sistema de conteo de piezas en esta etapa.

Para la parte de las rutinas de mantenimiento se revisarán los gráficos de Gantt que se basan en los informes entregados por los técnicos a cargo a la hora de realizar los distintos mantenimientos, dado que pueden afectar la línea de producción. Se plantea también realizar observación de las horas más fuertes de producción de la línea con el fin de conocer cuándo las interrupciones del proceso pueden resultar más dañinas para la empresa.

También se van a examinar las horas en las que los técnicos realizan las rutinas de mantenimiento, tanto la hora de inicio como la de finalización de ellas, por lo que se pueden tomar estos datos para realizar un estimado de los momentos en los que más se realizan estos mantenimientos, y si esas horas concuerdan con las horas de más producción en la planta. Estos datos resultan útiles para determinar una hora en la que se podrían programar los mantenimientos y que no choque con las horas de más producción.

Como última adquisición de datos se plantea examinar el sitio en donde se encuentran las máquinas, y determinar en dónde sería el probable lugar de instalación de los posibles implementos que requiere un sistema de control. Uno de los aspectos más importantes de tomar en cuenta es el espacio disponible para montar un panel eléctrico que contenga todos los equipos electrónicos necesarios para el proyecto. Esto porque este panel debe estar en un lugar no solo accesible para un técnico o ingeniero, en caso de alguna modificación o reparación, sino porque al tener componentes eléctricos debe estar en un lugar en donde no resulte peligroso. Además, se deben revisar los sistemas de la máquina para conocer si cuentan con sistemas de alarmas ante posibles atascamientos o necesidades específicas de los encargados.

También es importante el estudio si se tienen previstas para la alimentación de 120 voltios de corriente alterna (VAC), porque la mayoría de los equipos de control necesitan fuentes de este tipo, sistemas que se alimenten de otras fuentes que sí requieren este tipo de voltaje. Como punto final de estos datos es importante también tomar en cuenta el estado de la máquina y observar si es necesario realizar modificaciones mecánicas en la máquina para soportar el sistema.

# Capítulo IV: Análisis de resultados

Según los datos obtenidos de las mediciones de producción de la empresa de los meses de julio y setiembre del año 2018, la producción buena total en este lapso dio un total de 4 949 278 unidades. Este es el resultado de todos los tipos de productos que pasan por esta línea de producción y que al estar en ella pasan por los módulos en estudio.

Observadas la línea de producción y la forma en la que se miden los datos de la línea se notó que la empresa no mide la producción y las pérdidas de la línea totalmente según las distintas partes en las que se divide la línea. Además, el producto de desecho se mide en kilogramos. Con base en las tablas de producción se ve como resultado que la producción de la línea es variable día a día; sin embargo, al ser órdenes de producto se puede saber cuál será la producción meta del producto en cuestión, por lo que se sabe cuánto debe salir de la línea.

En la línea se observaba una pérdida que se puede llamar considerable en el proceso. De kilogramos de producto de desecho se obtuvieron en este lapso 7 079.9645 kilogramos. De producto bueno en este lapso se tenían 222 685.8677 kilogramos. Las tablas en las que estos datos se incluyen no se pudieron adjuntar ya que contenían datos económicos que la empresa no estaba dispuesta a compartir; pero aun así es importante mencionar que los márgenes de utilidad eran bastante altos y también existe posibilidad de mejorarlos en el futuro.

Con los datos obtenidos se sabe que la producción de desecho de la línea de producción solo representa 3% de la producción total en kilogramos. Este número, aunque resulta muy bajo, se debe decir que representa pérdidas para la empresa no solo en materia prima sino también en

energía eléctrica desperdiciada, por lo que si se encontrara alguna solución para rebajar este porcentaje eso sería lo ideal para la empresa.

En el caso de las rutinas de mantenimiento los datos de los gráficos de Gantt resultaron de mucha utilidad para la recolección de datos para esta parte del proyecto, en conjunto con las observaciones realizadas en el campo.

Al tomar de los gráficos solamente los datos de los módulos, ya que contienen los de todas las máquinas de la planta, se observa que todos esos módulos reciben mantenimientos preventivos semanales y mensuales, además de los diarios que no se mencionan en el gráfico, y también diferentes mantenimientos que se realizan en fechas diferentes y que dependen del módulo.

En estos gráficos se observa que los mantenimientos semanales, cuando las máquinas están programadas para producción, reciben este mantenimiento seguido semana tras semana, y lo mismo sucede con los mantenimientos mensuales. En el caso de los mantenimientos diarios, que no aparecen en estos gráficos, se llevan día al día, esté la máquina en producción o no.

En la observación de campo, mayoritariamente para la observación de los mantenimientos diarios, también se determinó que esta línea de producción es una de las líneas que más trabajo llevan en la planta. Por eso en sus ocho horas de trabajo, de 6 a.m. a 2 p.m., resulta contraproducente detener las máquinas o interrumpir a los operarios, aunque sea por tiempos cortos.

En promedio, la duración de estos mantenimientos rondaba los siete minutos y fueron realizados entre 10 y 11 a.m., en la mayoría de los casos, y aunque eso no representa un tiempo realmente significativo en la producción, sumado a probables paros por fallas en la línea, puede resultar en pérdidas significativas en la producción de las máquinas.

Teniendo ese conocimiento se puede decir que los momentos más adecuados para realizarles los mantenimientos a las máquinas deben ser antes de que arranquen, o bien, después de que el turno de trabajo haya finalizado. Ello porque son dos momentos en los que la máquina está encendida y se pueden realizar labores sin interrumpir el proceso productivo.

En el caso de los sistemas de alarmas de la máquina no se contaba con ellos para el caso de atascamiento. Los operarios se daban cuenta de la falla ya cuando no salía ningún producto, lo cual resulta ser ineficiente a la hora de establecer fallas en el sistema. Afortunadamente el sistema cuenta con paros de emergencia manuales para el caso de alguna falla. Además, cuenta con medidas de seguridad contra apertura de gabinetes o ventanas de la máquina cuando esta está corriendo.

En el caso del sitio de instalación de las máquinas se encontró que este contaba con todo lo requerido para la posible instalación de un sistema de control de los módulos. Se encontró un lugar en el gabinete eléctrico (que debe ir a 1,80 metros de altura) en donde puede instalarse, el cual resulta bastante conveniente por su posición céntrica respecto a los módulos. Esto haría que fuese más cómodo realizar el montaje por los cables que habría que conectar del módulo hasta las máquinas.

Además, en el sitio hay alimentación de 120/240 voltios de corriente alterna (VAC) para la posible necesidad de energización del panel y de sus componentes eléctricos y electrónicos. Sumado a esto, se cuenta con la instalación previa de canastas para el transporte de cable en el sitio, lo que facilitaría la eventual instalación. Se ahorra así el costo de construcción de esas canastas y se facilitarían inmensamente efectuar las conexiones entre máquinas y panel. Además, queda la posibilidad de instalar el sistema dejando una ruta que al finalizar no cree problemas de interrupción del diseño de la máquina, y tampoco en el caso de realizar mantenimientos.

El único inconveniente encontrado para la posible instalación de un sistema de control y monitoreo en el sitio fue que en caso de necesitarse una pantalla para el sistema interfaz humano-máquina el espacio en el que se instalaría el gabinete podría resultar bastante incómodo para el manejo de una pantalla.

# Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones

Con los resultados obtenidos se puede decir con certeza que en su estado actual el sistema funciona bien porque tiene mucho rango de mejora. Por ejemplo, en el caso de la producción mala de la línea se sabe que esta mala producción no constituye un gran porcentaje del total. Sin embargo, el sistema utilizado para contar la producción solamente al final resulta ineficiente para poder conocer cuáles son los puntos en los que la línea de producción está perdiendo más producto.

Esa situación está generando pérdidas que pueden ser cuantificadas no solo en kilos de producto perdido, sino que también se pueden ver pérdidas de materia prima y energéticas. Para este caso resultaría conveniente implementar un sistema de conteo de entrada y salida de los módulos de producción de la línea, utilizando los sensores láser ya instalados en los módulos de producción para mayor facilidad y para evitar gastos que estarían de más.

Eso porque en el momento esta etapa no tiene este tipo de sistema, y al ser una de las etapas más importantes de esta línea de producción resultaría beneficioso conocer cuántos envases están entrando a esta parte del proceso y cuántos estarán saliendo. Se sabría así cuánta es la pérdida con respecto a la etapa anterior que sí cuenta con un conteo de unidades producidas.

También es recomendable integrar a esta parte del conteo un conteo de la eficiencia de esta etapa, comparando las unidades entrantes y salientes con las unidades-meta que se plantea producir. Además, en estas partes sería recomendable un sistema de visualización de estas cantidades para poder llevar un registro de estas cantidades y poder realizar comparaciones entre las etapas

anteriores y esta. También sería recomendado que el sistema pueda ser manipulado por los técnicos y por el personal encargado de llevar los datos, y que estos sean capaces de establecer los parámetros requeridos.

En el caso de las rutinas de mantenimiento se logró conocer que los sistemas cuentan con rutinas en agenda para la realización de las de tipo mensual y semanal cuando las máquinas están "agendadas" para producir. En el caso de las rutinas diarias estas son del tipo día natural, aunque no estén produciendo, es decir, se les realiza el mantenimiento todos los días.

Conociendo los datos mencionados anteriormente se puede decir que realizar los mantenimientos todos los días seguidos, aunque la máquina esté parada no resulta un sistema eficiente para su realización, ya que no solo se estaría incurriendo en gastos energéticos, sino que también se estaría utilizando el tiempo pagado a técnicos encargados que podría emplearse para otras tareas, ya que la máquina en ese momento no le estaría generando nada a la empresa.

Además, se observó que las horas más normales en las que se realizan estas operaciones no resultan congruentes con las horas fuertes de producción, puesto que estas operaciones por lo general eran realizadas en horas en las cuales la máquina se encontraba con una alta demanda. Tales trabajos resultaban ineficientes por la necesidad de interrumpir el proceso a los operarios, aunque fuese por un corto periodo, de lo que surgen lapsos en los que se pierde producción, aunque se podrían realizar de una mejor manera.

Para la solución de estos problemas se recomienda la implementación de horómetros en las máquinas, que son sistemas que llevan el conteo de las horas en que un equipo ha funcionado

cuando ha sido encendido. Esta parte es importante porque permitiría realizar mantenimientos según las horas de trabajo de una máquina. En este caso, si la máquina realiza jornada de ocho horas se realizaría un mantenimiento diario cuando el horómetro marque las ocho horas de trabajo. Sería así para mantenimientos semanales y mensuales y, además, siempre se estaría realizando el mantenimiento cuando se termina una jornada de la máquina.

En el caso de que la máquina esté desprogramada para producir, al no encenderse los horómetros no correrían, por lo que no enviaría la señal de que ya se debe realizar el mantenimiento. Por esto también se recomienda aplicarles mantenimientos a las máquinas desprogramadas mensualmente de día natural, para que cuando se necesite utilizarlas estén en buen estado.

También se estableció que en esta etapa de la línea de producción se requiere un sistema de alarmas que facilite la identificación de posibles problemas en la línea de producción y que, además, agilice el proceso de respuesta a fallas al tener un concepto claro de las posibles fallas del sistema. Esto porque al no tener disponible un sistema de este tipo se dan paros extendidos en la producción que resultan en pérdidas económicas para la empresa.

Al ser una línea de producción automática se recomienda instalar alarmas contra atascamientos. Estas son de las fallas más comunes en estos tipos de sistemas y pueden ser tanto de tipo eléctrico como mecánico. Además, se recomienda instalar algún sistema visual para estas alarmas pues resulta necesario para la atención del problema.

Finalmente, en el caso del sitio de la instalación del proyecto se dice que es apto para la realización de un proyecto de esta índole puesto que cuenta con los requerimientos básicos para

la instalación. El sitio está bien acondicionado con canastas de transporte de cable, alimentación para los sistemas eléctricos, espacio para la instalación del gabinete de control, etc. La única limitante que se encuentra en el sitio es la del espacio para la instalación y manipulación de una pantalla de control de un sistema HMI. Esto debido a que, por la posición de las máquinas, el gabinete y los módulos resultarían incomodos el acceso y la visualización de ella para todos los operarios y técnicos de los módulos; además de que las pantallas de control industrial suelen ser bastante pequeñas, lo cual limitaría la visualización de los seis módulos.

Para eso se recomienda buscar un sistema que permita una mayor visualización y que no presente muchos problemas para la integración con los demás equipos que pueda requerir el sistema, y que pueda ser instalado en una parte del sitio en donde pueda ser visto por todos los técnicos y operarios de los módulos de producción.

Además, si fuese posible se debe instalar un sistema del tipo servidor web para que los encargados puedan visualizar y controlar partes del sistema remotamente, para que se pueda llevar mejor el conteo de datos y se lleven registros de la producción más eficiente.

# Capítulo VI: Propuesta

La propuesta de este proyecto se dispuso hacerla en varios pasos para que su posible ejecución fuese de la manera más eficiente. Por esto, como fue mencionado en la metodología de la investigación, se empezó por tomar la idea del proyecto y a partir de esto tomar decisiones acerca del equipo que podría funcionar para posteriormente realizar una cotización de ese equipo.

Se cuenta con un presupuesto inicial de $10 000 que según el tipo de cambio del dólar de ₡562 es de aproximadamente ₡5 620 000, con posibilidad de ampliarse. Teniendo presente esta cantidad se compararon ideas de cómo abordar el proyecto. La conclusión fue que la manera más eficiente es que la partida presupuestaria inicial, junto con el detalle de la inversión inicial, quedará de la siguiente manera:

**Tabla 2: Presupuesto y detalle de inversión**

| | |
|---|---|
| Sistema de control | $7 600 |
| Materiales para la instalación | $1 200 |
| Mano de obra horas extra | $1 200 |
| Total | $10 000 |

**Fuente propia**

Ya habiendo tomado la decisión de usar este detalle de inversión se pasó a pensar en los materiales necesarios para la realización del proyecto, haciendo cotizaciones en el mercado que se ajustaran a las necesidades del sistema que se va a construir.

De acuerdo con las consultas realizadas a proveedores y según experiencias anteriores con el uso de equipos se dispuso cuáles se iban a requerir en conjunto con materiales de ensamblaje; pero teniendo en cuenta que en el transcurso del desarrollo del proyecto se podrían dar cambios en su diseño. Los equipos inicialmente valorados en la cotización, con sus respectivos precios, son los siguientes:

**Figura 18: Equipo comprado para el proyecto**

| Detalle | Cantidad | Monto | Total | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Productvity Station | 1 | ₡2 218 800,00 | ₡2 218 800,00 | | | |
| Interfaz BL20 Gateway Multiprotocolo para Ethernet | 1 | ₡134 400,00 | ₡134 400,00 | | Subtotal | ₡4 358 400,00 |
| Modulo de 16 Salidas Discretas BL20 | 1 | ₡ 74 400,00 | ₡ 74 400,00 | | Descuento 5% | -₡217 920,00 |
| PLC FX, 8 entradas DC, 6 Salidas de Transistor | 1 | ₡217 800,00 | ₡217 800,00 | | | ₡4 140 480,00 |
| Switch Ethernet 108TX | 1 | ₡105 600,00 | ₡105 600,00 | | Impuesto de ventas 13% | ₡538 262,40 |
| Fuente de Poder 85-264VAC/24DC Out, 3.75 A | 1 | ₡102 000,00 | ₡102 000,00 | | Total | ₡4 678 742,40 |
| C10 Rele Bobina 24DC, 1 Polos SPDT, LED | 6 | ₡ 7 200,00 | ₡ 43 200,00 | | | |
| Base para Rele C10, 5 pines | 6 | ₡ 3 600,00 | ₡ 21 600,00 | | | |
| Luz Rotativa (bulbo) 100mm,90dB/m, 24DC | 6 | ₡ 96 000,00 | ₡576 000,00 | | | |
| Compact Flash Card | 1 | ₡ 63 600,00 | ₡ 63 600,00 | | | |
| BL20-E-2CNT-2PWM Contadores de alta velocidad de dos canales | 3 | ₡267 000,00 | ₡801 000,00 | | | |

**Fuente propia**

Habiendo realizado diversas consultas a diferentes empresas distribuidoras en el mercado se observó que la cotización de la empresa Tecnología Interactiva es la que más se acerca a las necesidades del proyecto, tanto por precios como por la relación existente entre ambas empresas. Esto porque al existir esta buena relación estaban dispuestos a dar soporte y capacitación con respecto a los productos. Por estas razones esta oferta resultó ser la más llamativa, por lo que esta cotización fue la seleccionada.

De esta cotización se compraron diversos equipos que cumplirían con una función determinada en el diseño. En resumen, el Productvity Station será el controlador de la interfaz humano-

máquina, la cual permitirá interactuar al operario o técnico con la producción. Este fue elegido gracias a que permite conectarse a una pantalla LCD, por lo cual se puede conectar fácilmente y así superar la limitación de espacio para la instalación del HMI. Además, permite una mejor visualización de los procesos de las máquinas.

El contador BL20 y su interfaz Gateway, tanto como su módulo de expansión de 16 salidas, está encargado de llevar el conteo de la producción y comunicarlo con la unidad controladora, llevando así los datos para que esta tome decisiones según sean requeridas.

El PLC FX3G está contemplado como la unidad controladora que tomará decisiones dadas por el programador, según las variables que le lleguen de los dispositivos conectados. También se encarga de comunicarse con el interfaz humano-máquina para enviar o recibir datos de ella.

Es importante mencionar que, aunque se planea monitorear seis módulos al mismo tiempo la producción en el momento de realizar este estudio estaba cargada en dos módulos, mayoritariamente. Por ello se ideó desarrollar los programas para los seis módulos, y a la hora de montar el proyecto hacerlo primero en los módulos menos utilizados y realizar pruebas y depuración, para luego montarlo en los módulos más usados. Esto influyó en la decisión de comprar este PLC más pequeño, dejando campo para expansión en el futuro. También se adquirió un *switch Ethernet* por si era necesaria la comunicación de varios dispositivos al estar contempladas seis máquinas.

Una fuente de poder de 24 voltios de corriente directa (VDC) para los dispositivos que requieren este tipo de alimentación, como el Productvity Station. Relés de 24 voltios de corriente directa y sus respectivas bases para el accionamiento de las salidas del PLC de manera segura.

Y, por último, una luz rotativa de bulbo de 24 voltios de corriente directa para señalizar alarmas programadas en el PLC, y una tarjeta de memoria Compact Flash para cargar o descargar archivos provenientes del Productvity Station.

Se observa que en la cotización realizada el total del costo de los equipos es de 4.678.742,40 colones, los cuales según el precio del dólar al día 12 de julio de 2018, que es de ₡562 colones, dan como resultado $8325.16, los cuales contemplan en el presupuesto los detalles del sistema de control y de materiales para la instalación. Hay un sobrante de $1.674,84 al contar las horas extras, y un sobrante de $474,84 al restarse este rubro.

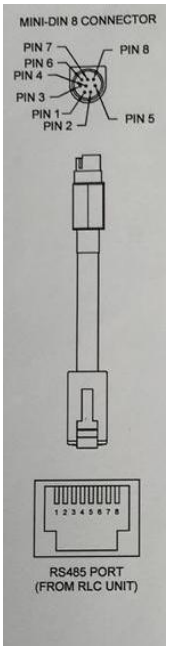
Ese sobrante permite mantener una holgura económica en el presupuesto. Aunque existe la posibilidad de extensiones en el gasto es posible mantener un seguro para contemplar futuros cambios en el diseño por desarrollar porque no requerirán mucho gasto.

Teniendo claros todos estos datos se fijó como siguiente paso diseñar el sistema de conteo de la máquina con indicación de cada paso que requiere y con los medios de comunicación entre los equipos para lograr el funcionamiento correcto del proyecto. Se tomó la decisión de utilizar dos sensores de paso para el conteo, uno a la entrada y otro a la salida del sistema, en los cuales se utilizaron los mismos sensores ya utilizados para mando de control de la máquina, ya que cumplen con los requisitos para esa función.

La señal de conteo proveniente de estos sensores se comunica con las entradas del controlador del sistema para que los datos sean procesados y ejecuten las funciones especificadas por este, que en este caso es el PLC Mitsubishi FX3G. Este controlador estaría alimentado por 120 voltios de corriente alterna, los cuales serían proporcionados por una línea del mismo tipo suministrada por la empresa.

Este controlador también se comunicaría con el sistema de interfaz humano-máquina, en este caso el Productvity Station, y esta comunicación se daría por las especificaciones de ambos equipos mediante una comunicación serial, utilizando un cable de tipo conector Mini-Din 8, para el PLC Mitsubishi FX3G en un extremo, y de tipo puerto RS485, mediante conector RJ45, para el Productvity Station. En las siguientes figuras se pueden apreciar el tipo de cable con sus respectivos puertos y la conexión para un entendimiento mejor:

**Figura 19: Cable Mini-Din 8 a RS485**




**Fuente: Tecnología interactiva**

### Tabla 3: Conexiones de puerto MINI-DIN 8 a RJ45

| Conexiones | | |
|---|---|---|
| Pines RJ45 | Pines MINI-DIN 8 | Colores MINI DIN 8 |
| 1 | 2 | Café |
| 2 | 1 | Rojo |
| 3 | 4 | Amarillo |
| 4 | 7 | Naranja |
| 5 | - | |
| 6 | 3 | |
| 7 | - | |
| 8 | - | |

**Fuente: Tecnología interactiva**

El equipo Productvity Station requiere una alimentación de 24 voltios de corriente directa, por lo que se utilizó una fuente de este tipo para su alimentación. Para la visualización de la parte interactiva de la interfaz humano-máquina se requiere utilizar una pantalla LCD que ya estaba y no se iba a tomar como parte del presupuesto porque ya se contaba con ella de antemano, y se utilizó una de la marca Westinghouse, de 32 pulgadas. Este equipo se eligió dado que resultaba complicado instalar una pantalla en el lugar, por lo que se decidió utilizarlo y conectar la pantalla en un lugar de buena visualización para todos los módulos.

El equipo se comunica con la pantalla por medio de un cable con una terminal HDMI (interfaz de multimedia de alta definición), para la pantalla LCD, y de terminal DVI (interfaz visual digital) para el lado del Productvity Station, que sería suministrado con la compra del equipo.

Al ser escogido este equipo para interactuar con el técnico encargado se requiere algún sistema que permita realizar esta comunicación. Esta comunicación fue realizada mediante el uso de un ratón de computadora usando el puerto USB del Productvity Station.

**Figura 20: Cable DVI a HDMI**

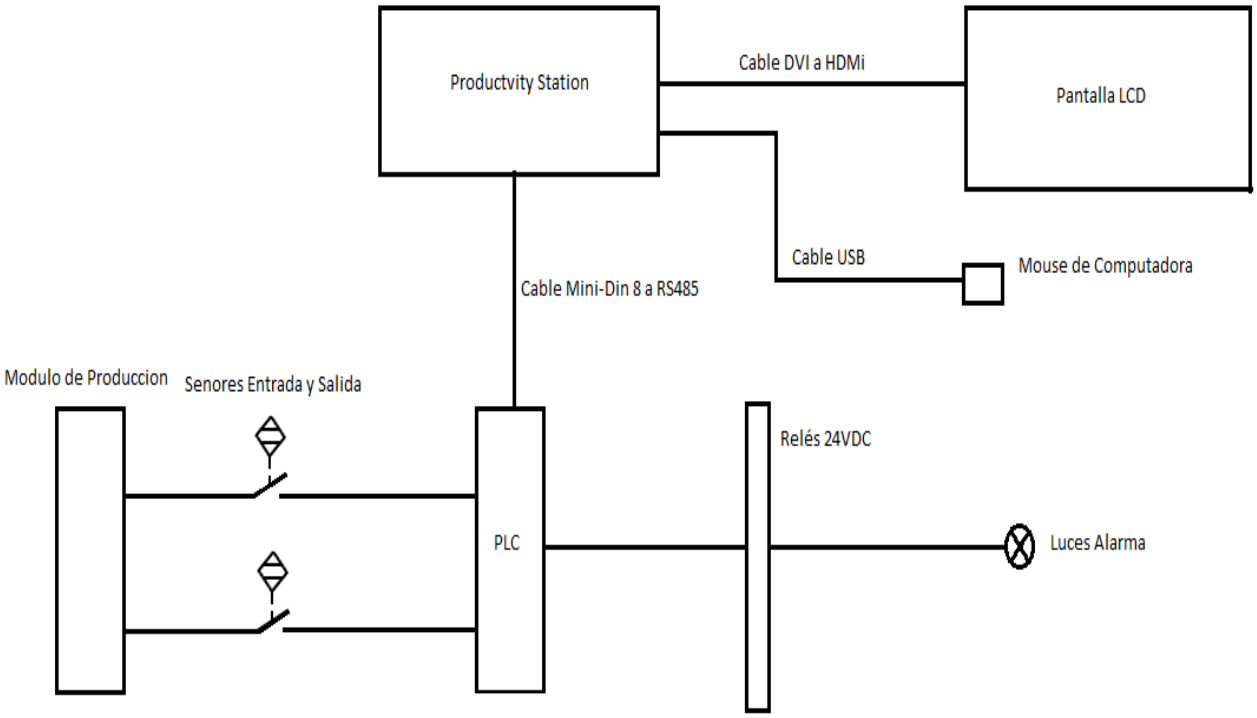
**Fuente: Dell**

Como punto final, las salidas del controlador se conectaban con relés, razón por la cual se requerían 24 voltios de corriente directa para las salidas del sistema, ya que las luces de alarma que se pondrían funcionaban a este voltaje, y como protección de las salidas del controlador, dado que la corriente sería suministrada por la fuente antes mencionada.

Es importante mencionar que, aunque se compró y estaba dentro del presupuesto se decidió no utilizar el sistema de conteo BL20. Para la función del proyecto se vio que no era necesaria su integración, por lo que se dispuso utilizarlo para otro proyecto más grande que requería un conteo más rápido y con funciones más complejas.

Para efectos visuales y mejor entendimiento se elaboró el siguiente diagrama, en el que se resume todo el diseño mencionado:

**Figura 21: Diagrama de equipos y conexiones**




**Fuente propia**

Teniendo claros los puntos anteriormente mencionados se procedió a elaborar un cronograma de las actividades necesarias, las cuales se resumen de la siguiente manera:

- Diseño del panel de control con planos eléctricos y pensando en el acomodo de los equipos. Se tomaron en cuenta las protecciones y todos los equipos que se van a montar, con el fin de documentar el proceso y guiar el montaje.
- Ensamble del panel de control considerando la conexión del panel de mando del sistema y siguiendo como guía el diagrama de los equipos y conexiones mostrado en la figura, y también considerando los planos eléctricos indicados en el punto anterior.

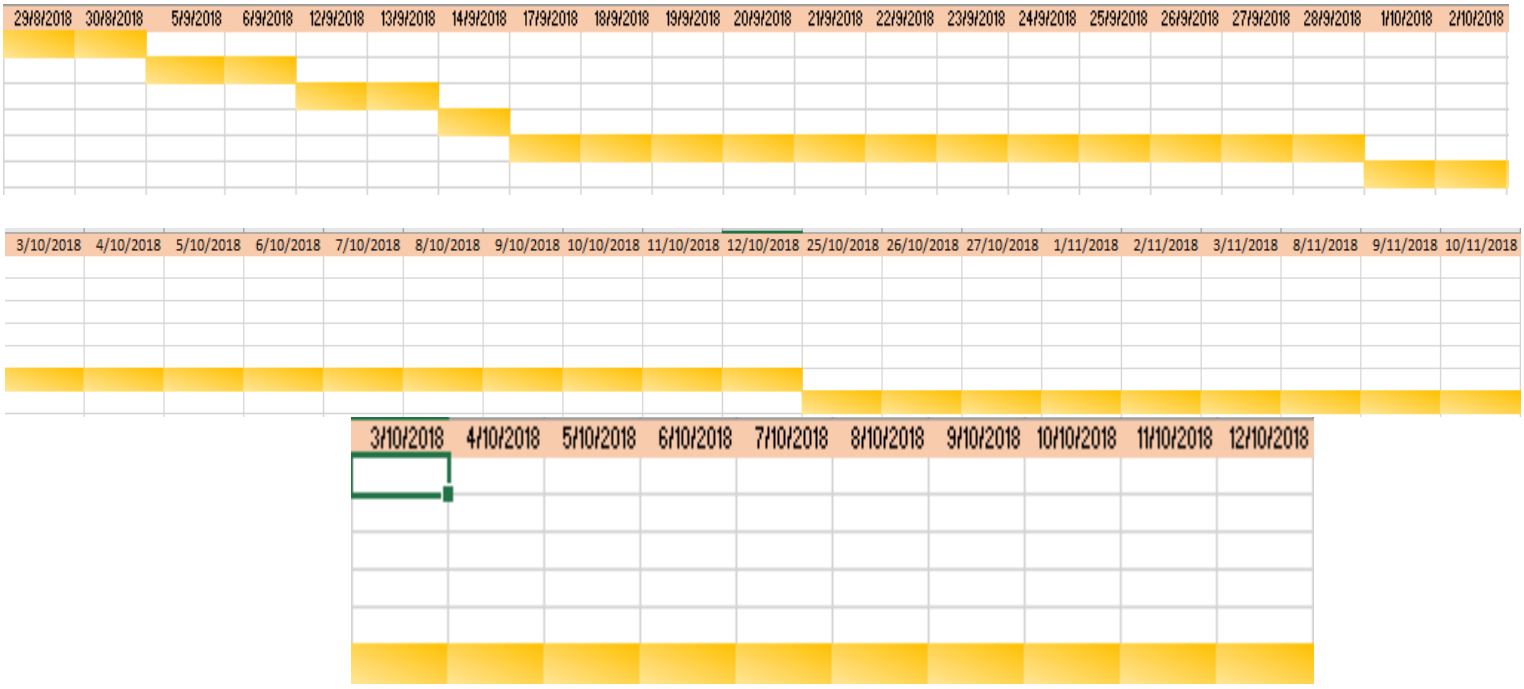
- Desarrollo del programa de control del PLC mediante el diseño de los programas de conteo y alarmas para el sistema. Se designan las variables para cada módulo y se dejan previstas para futuras modificaciones.
- Creación del programa de la interfaz humano-máquina y diseño de cada una de los módulos de la planta, e implementación del uso de horómetros para los mantenimientos que deban realizarse. Se creará una interfaz amigable con el usuario.
- Instalación del sistema en planta, montaje del panel y la pantalla en el sitio y conexión de todos los sistemas entre sí. Al terminar esto, probar los programas y realizar pruebas con la máquina. Se realzarán ajustes y cambios de ser necesarios. Cabe recalcar que este paso es opcional pues por diversas situaciones (como la producción de la empresa o por averías) no podría no realizarse dentro del margen de tiempo de este proyecto.

Para mejor entendimiento a continuación se realiza diagramas de Gantt con las diversas actividades para la propuesta del proyecto. La propuesta del montaje en planta se dejó como algo opcional porque por las fechas destinadas a la ejecución del proyecto resulta difícil realizar el montaje, ya que en esas fechas se estaría en la parte fuerte del trabajo del año en la empresa.

Es importante mencionar que para algunas tareas que se necesitaban realizar se contaba con dos días por semana o tres en algunas ocasiones, porque eran los días hábiles con los que se contaba para trabajar en las diferentes tareas necesarias de desarrollar en la empresa, especialmente tareas que era necesario realizarlas en la empresa. Esto se debió tomar en consideración a la hora de realizar estos gráficos.

**Figura 22: Gráfico de Gantt con instalación opcional**

| Actividad | Fecha Inicio | Fecha Finalizació |
|---|---|---|
| Diseño Planos Electricos | 29/8/2018 | 30/8/2018 |
| Diseño Panel eléctrico | 5/9/2018 | 6/9/2018 |
| Ensamblaje de Panel de Control | 12/9/2018 | 13/9/2018 |
| Pruebas funcionamiento Panel de Con | 14/9/2018 | 14/9/2018 |
| Desarrollo Programa PLC | 17/9/2018 | 28/9/2018 |
| Desarrollo Programa HMI | 1/10/2018 | 12/10/2018 |
| Montaje En planta | 25/10/2018 | 10/11/2018 |




**Fuente propia**

En ambos casos es importante tomar en cuenta que para los trabajos de desarrollo de programas sí es posible trabajar las semanas seguidas porque su diseño no requiere imperativamente estar en la planta. En tal caso es posible trabajar en esta parte sin interrumpir la producción, o bien, sin necesitar de observaciones del sitio de instalación, como sí lo requieren las etapas de diseño de planos, paneles y ensamblajes.

Como fue mencionado anteriormente, el montaje en planta puede no ser realizado en las fechas establecidas, dado que al estar la producción en su punto más alto puede que no haya técnicos disponibles para algunas partes del montaje, o que se encuentren algunos otros inconvenientes.

Teniendo en cuenta estos puntos y siguiéndolos al pie de la letra se empezó por el diseño de los planos eléctricos, puesto que se requiere tener una guía para la elaboración de las partes físicas del proyecto.

En este caso se tomaron como consideraciones importantes instalar protecciones en el sistema para proteger los sistemas que están conectados. Se consideró importante instalar un interruptor principal que proteja al controlador programable y a la fuente de 24 voltios de corriente directa de posibles cortocircuitos o picos de corriente en el sistema.

Para eso se instaló un interruptor principal de 20 amperios conectado con la fase de alimentación y con los anteriormente mencionados dispositivos que realice la función de protección. El interruptor principal se eligió de 20 amperios para tener un rango alto de protección. También se pensó en instalar un sistema de protección secundario para proteger el sistema Productvity Station, que sale de la fuente de 24 voltios de corriente directa, el cual suministra poder al este equipo, hasta el Productvity.

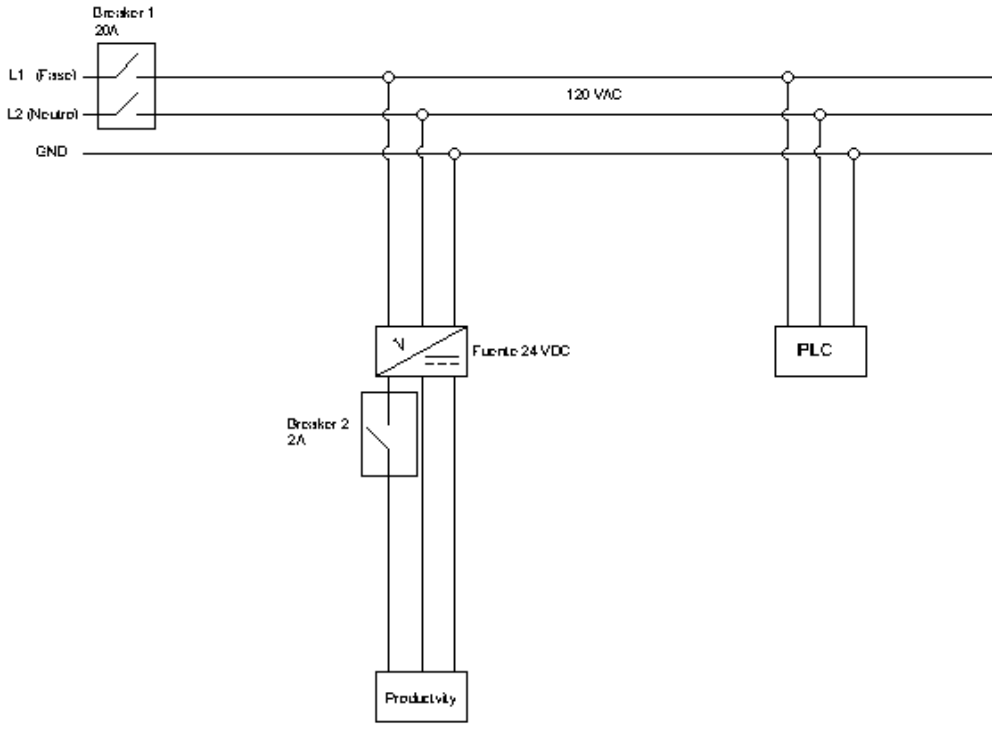
Esta tarea se realizó pensando en una protección especializada para el Productvity y en espera de que el sistema no vaya a dañarse en caso de algún cortocircuito o problema en la red principal. Para este sistema se eligió un interruptor de 5 amperios (A) porque según las especificaciones

dadas por la fuente Productvity Station Product Manual el sistema resiste hasta 3.4 amperios, y el interruptor más cercano a esta cantidad es el de 5 amperios.

También es importante mencionar que todo el sistema está aterrizado a tierra para evitar descargas del sistema a los técnicos o personas que trabajen cerca del punto de instalación. Por esto todos los equipos deben tener su terminal de tierra debidamente conectada con una línea de tierra que provenga de la alimentación. Teniendo en cuenta todas las anteriormente mencionadas particularidades se pasó a realizar los planos del sistema utilizando el software AutoCAD, que resultó ser una herramienta bastante útil para esta tarea. El diseño del sistema se puede apreciar en la figura 23.

En la figura 23 se pueden observar las conexiones anteriormente mencionadas junto con las protecciones establecidas. Este plano resulta muy útil a la hora de diseñar el panel y efectuar su construcción porque permite llevar un orden de los dispositivos que se van a conectar, y de sus respectivas alimentaciones, por lo que resultaba imperante su construcción.

**Figura 23: Plano eléctrico del sistema**




**Fuente propia**

Posteriormente, teniendo como guía el cronograma propuesto se empezó con la parte del diseño del panel eléctrico como tal. Siguiendo los planos eléctricos se hizo la conexión de los sistemas eléctricos, electrónicos y de control. Como ha sido mencionado en apartados anteriores este sistema requiere del uso de relés para las salidas del PLC, por lo que es importante mencionar que esta parte, al contar ya con los planos de conexión de poder, se basa en la conexión de la salidas y entradas del PLC con los relés y borneras que se utilizarán en el montaje del panel.

Los relés utilizados para este proyecto son de la marca Turck, modelo C1 de 24 voltios de corriente directa, SPDT (Single pole, double throw), lo cual indica que tienen uno normalmente abierto y uno normalmente cerrado; y contienen un led indicador. También se utilizaron bases

especiales para estos relés para facilidad a la hora de conectarlos. El diagrama interno simplificado de estos relés se puede apreciar en la figura 24, para un mayor entendimiento de las conexiones de que se hablará en apartados futuros.

**Figura 24: Relé Turck C1**

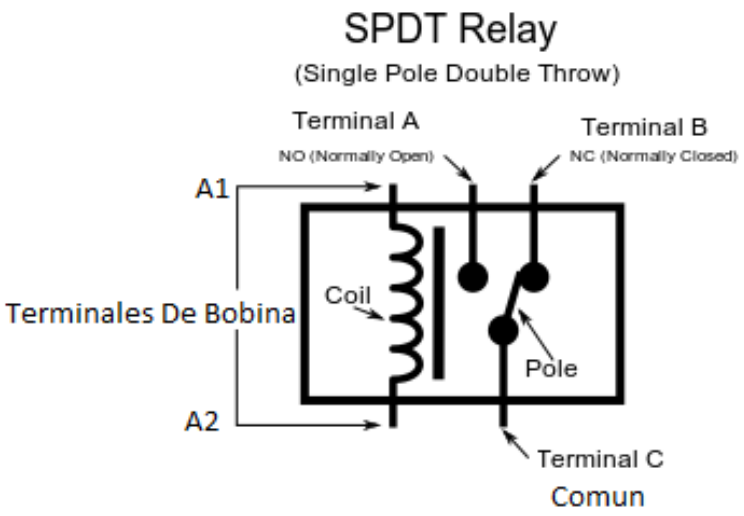
**Fuente: Allied Electronics**

**Figura 25: Base para relé Turck C1**

**Fuente: Allied Electronics**

Para este proyecto se planteó utilizar seis de estos dispositivos con sus respectivas bases para ser congruentes con la cantidad de salidas del PLC, y para que, aunque no sean utilizadas todas en un principio queden como previstas para posibles modificaciones futuras:

**Figura 26: Diagrama relé**



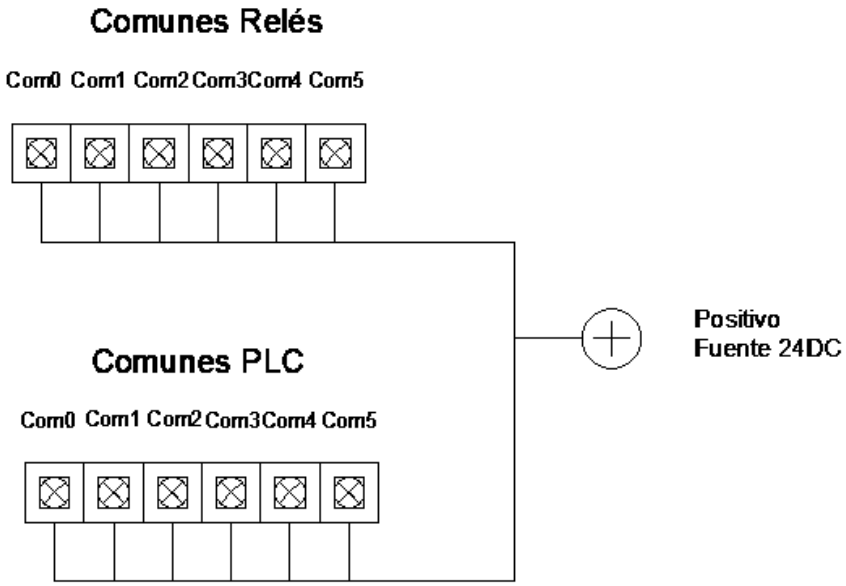

**Fuente: Digilent Inc.**

En esta parte del diseño se dispuso que tanto los comunes del controlador programable como los comunes de los relés, al trabajar ambos a 24 voltios de corriente directa, se debían conectar al positivo de la fuente. Esto para poder contar con una lógica positiva en el controlador programable. Las salidas del PLC, por su parte, se conectarán a las entradas de las bobinas de los relés, A1; mientras que A2 se conectarán al negativo de la fuente. Esta parte es importante para poder suministrar las salidas del voltaje y la corriente necesaria para proteger el controlador.

Por su parte, se utilizarán como salidas los normalmente abiertos de los relés de manera que, al ser activada una salida, se activará la bobina del relé y esta hará el cambio de normalmente abierto a normalmente cerrado. De este punto saldrá un cable hacia una bornera en el panel que

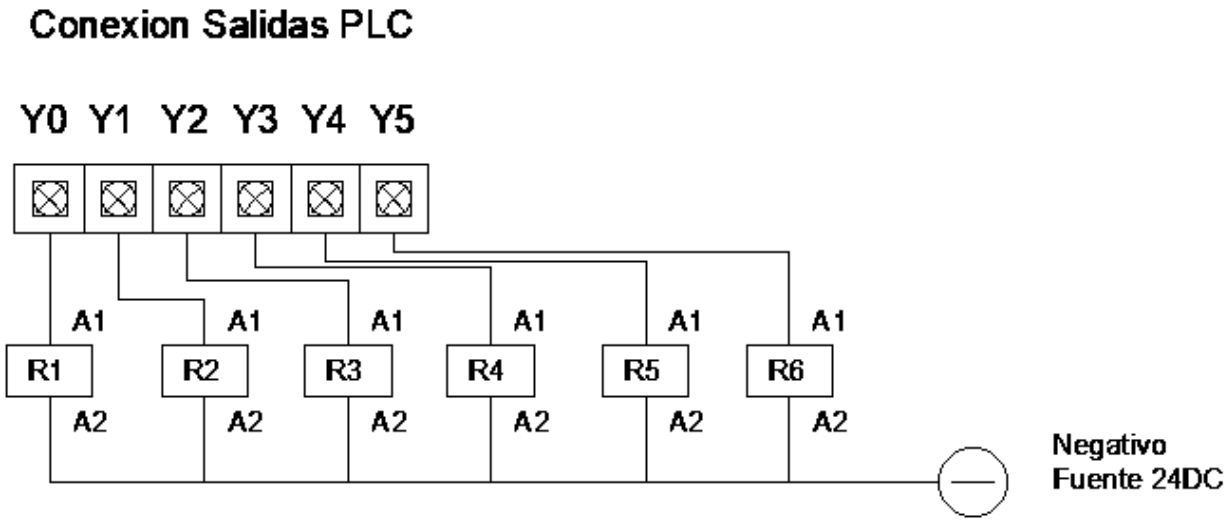
permitirá realizar la conexión de la salida con los dispositivos que se desean controlar. En la siguiente figura se pueden observar las conexiones antes mencionadas en planos de AutoCAD para una mejor comprensión:

**Figura 27: Conexión de comunes**




**Fuente propia**

**Figura 28: Conexión salidas PLC**




**Fuente propia**

Habiendo dejado claro el diseño del panel, como se observó en las anteriores figuras, se pasó a definir las entradas y salidas del controlador programable. Para este caso es importante conocer que se requería controlar seis módulos de producción los cuales llevan los nombres de los productos que trabajan. En este caso serían: 404, 300, 208, Kilo, Económico y Tonino.

En este caso, al contar solo con seis entradas en PLC se decidió asignar al PLC FX3G las entradas de los módulos 404 y 300, y que, al realizarse el montaje en planta como parte de este proyecto o no, se probarían los demás módulos con base en los programas creados para estos dos módulos. Esto se da porque primero se requiere montar el proyecto en los módulos que llevan más producción y al ser los programas muy similares entre sí se pueden realizar pruebas en los menos utilizados, para luego realizar los ajustes necesarios y montar en los módulos de uso más común el programa ya depurado sin tener que parar la producción.

Cabe recalcar que aunque en un principio el sistema en planta no estará para los seis módulos, igual se realizará un mapeo de entradas y salidas, para en el futuro facilitar el acceso cuando se quiera montar en todo el sistema de módulos, teniendo como punto de partida que se utilice un PLC de la misma marca pero con mayor capacidad de entradas y salidas; o bien, que se instale un módulo de expansión de entradas/salidas al FX3G, puesto que se necesitan dieciocho entradas y doce salidas y solo se cuentan con ocho y seis, respectivamente. Las entradas y salidas mapeadas para todo el proyecto se pueden observar en las siguientes tablas:

### Tabla 4: Mapeo de entradas

| | | Módulos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 404 | 300 | 208 | Kilo | Económico | Tonino |
| Entradas | Sensor Entrada | X0 | X3 | X6 | X9 | X12 | X15 |
| | Sensor Salida | X1 | X4 | X7 | X10 | X13 | X16 |
| | ON/OFF | X2 | X5 | X8 | X11 | X14 | X17 |

**Fuente propia**

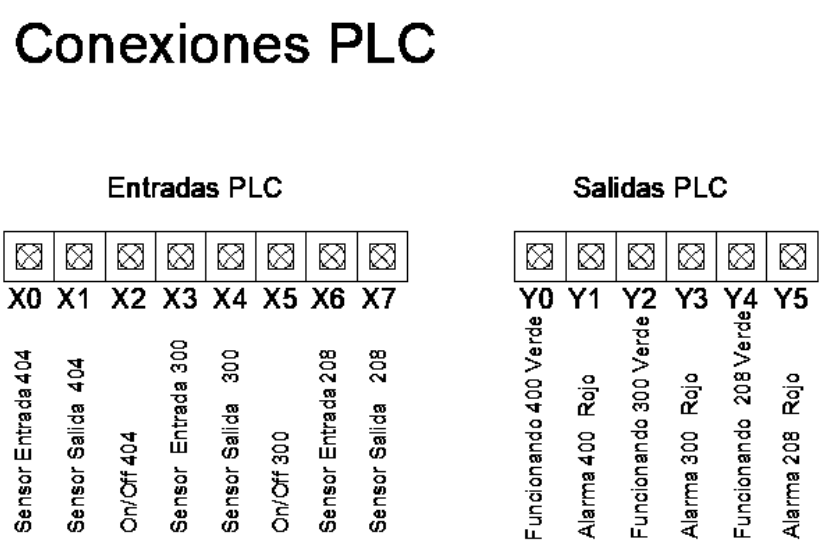
### Tabla 5: Mapeo de salidas

| | | Módulos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 404 | 300 | 208 | Kilo | Económico | Tonino |
| Salidas | Alarma | Y1 | Y3 | Y5 | Y7 | Y9 | Y11 |
| | Luz Funcionamiento | Y2 | Y4 | Y6 | Y8 | Y10 | Y12 |

**Fuente propia**

Habiendo realizado esta tarea luego se elaboró un plano en AutoCAD de cómo quedaría este mapeo considerando la utilización de solamente los módulos 404 y 300, y conectando otras entradas y salidas de otros módulos con el propósito de realizar pruebas, ya que utilizando el mismo botón ON/OFF en dos módulos se pueden representar tres módulos.

**Figura 29: Mapeo de entradas/salidas PLC**




**Fuente propia**

En este caso se tomaría el ON/OFF 300 como el mismo interruptor para la máquina 208; pero en este caso las entradas y salidas destinadas a la 208 serían intercambiables con las de los módulos no mencionados en el plano, para así poder encender y apagar las entradas y salidas de los demás módulos, según se necesite, y realizar ajuste y depuración a todas las rutinas contenidas en el programa de una sola vez.

Este paso es realmente importante dado que, aunque no todos los módulos se vayan a instalar de una vez, tener todo previsto para cuando sea el tiempo de su implementación ofrece una gran ventaja para el futuro, puesto que solo se tendrían que tomar medidas de instalación en planta. No

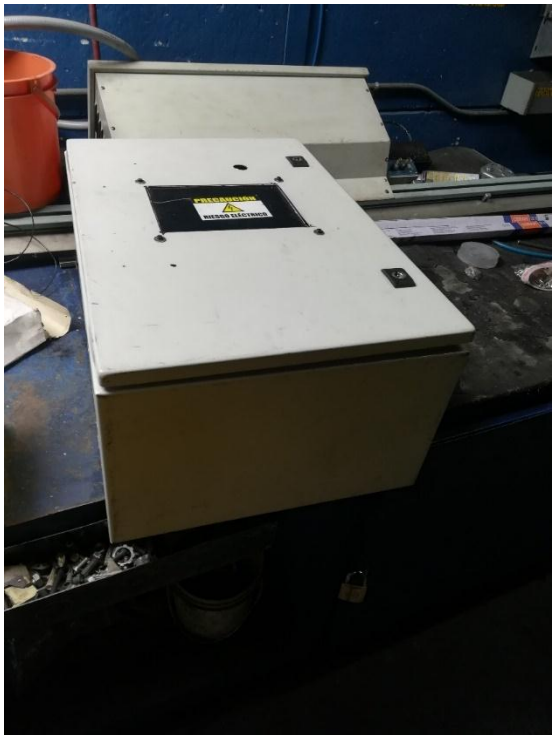
se tendría que depurar y realizarse pruebas extensivamente, con lo que se perdería tiempo valioso de producción.

Teniendo en cuenta estos puntos y habiendo terminado los puntos anteriores se prosiguió con la elaboración del panel de control físicamente. En esta parte del ensamble era pertinente acogerse a lo establecido en los planos utilizados para evitar fallas en el sistema.

Primeramente, se estudió el panel físico de montaje. En este caso se utilizó una caja que ya se tenía de antemano y cuyas condiciones eran óptimas para realizar el montaje. Además, el no tener que realizar la inversión en la compra de este objeto eso resultaba ser un ahorro en el presupuesto de la propuesta.

En las figuras 30 y 31 se observa la estructura del panel sin ningún dispositivo conectado, con el fin de mostrar el estado del panel antes de ser utilizado para la realización de la propuesta de este proyecto.

**Figura 30: Caja de panel de control**



**Fuente propia**

**Figura 31: Caja de panel de control abierta**

**Fuente propia**

En la figura 31 se puede observar que el espacio presente para el acomodo de los dispositivos podría tener problemas; sin embargo, gracias a los tamaños compactos de ellos eso permitió que se lograra acomodarlos de manera satisfactoria. Primeramente, se buscó el acomodo del controlador programable y del Productvity Station, ya que son los dos dispositivos de más importancia en el panel, por lo que su acomodo debe ser lo más eficiente posible.

Estos dispositivos se colocaron uno a la par del otro porque necesitan comunicarse entre sí para el intercambio de datos. Por ello el espacio que tenía mejor posicionamiento para ambos era el que se puede ver en la siguiente figura:

**Figura 32: Acomodo PLC y Productvity Station**

**Fuente propia**

Además, las borneras del sistema se colocaron en la parte inferior, pues para un acomodamiento lógico y para evitar cruces innecesarios de cable la parte más eficiente para colocar entradas,

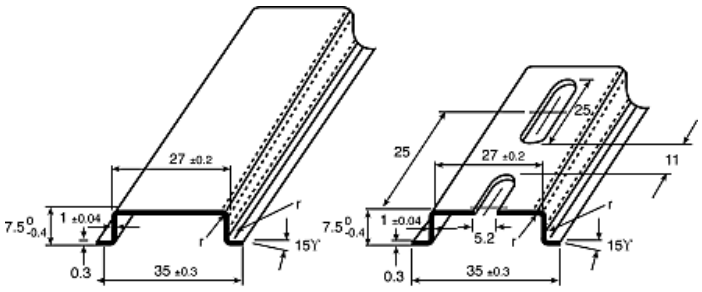
salidas y alimentación resultaba ser esta parte del panel. Ya teniendo decidida la locación de estos dos dispositivos lo siguiente fue escoger el espacio de la fuente de poder de 24 voltios de corriente directa, los relés y los interruptores de protección. Para ello se observó que en el mismo espacio en donde se iban a colocar el PLC y la Productvity Station había espacio suficiente, y que por la clase de dispositivos que son era bastante conveniente colocar en este mismo espacio los interruptores de protección, tanto principal como secundario, y, además, la fuente de 24 voltios de corriente directa.

Esa decisión permitió no solo ahorrar bastante espacio en el panel de instalación sino disminuir la cantidad de cable por utilizar, dado que si se hubiese conectado en otro de los espacios disponibles se hubiese tenido que cubrir más distancia y, por ende, consumir mucha más cantidad de cable.

Para el caso de los relés se decidió que el punto más eficiente para su instalación sería el espacio inferior al de instalación de los demás equipos, por su punto céntrico y por cercanía al PLC y a las borneras. Así sobraba espacio para futuras adiciones al sistema.

Para el montaje de estos equipos en el panel se utilizaron carriles DIN, que son carrileras de metal utilizadas para montaje de equipos electrónicos y de control industrial. Estos tienen sus tamaños normalizados y están bajo la IEC y EN. En este caso se utiliza el estándar de 35mm x 7,5mm.

**Figura 33: Medidas Carril DIN**




| Stock No. | Length |
|---|---|
| 176-652 | 1.0m |
| 176-668 | 2.0m |

| Stock No. | Length |
|---|---|
| 424-131 | 0.5m |
| 606-838 | 1.0m |

**Fuente: RS Components**

Ya teniendo claras las posiciones de montaje de todos los componentes y sabiendo cómo se hará ese su montaje se procedió a realizarlo en el panel físico, lo cual dio como resultado el panel que se muestra en la siguiente figura:

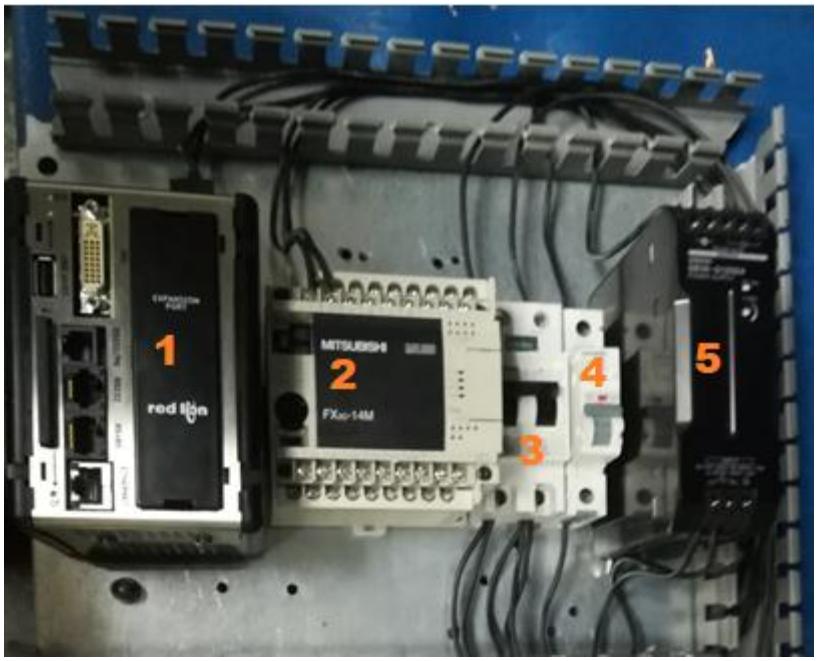
**Figura 34: Panel de control con componentes**

z

**Fuente propia**

Teniendo los sistemas instalados en el panel el objetivo siguiente fue la conexión de todos los dispositivos tomando como guía todos los planos de conexión anteriormente mencionados. Teniendo también clara la posición de los dispositivos en el panel de control y entendiendo claramente los planos, el primer paso fue empezar a conectar las alimentaciones del sistema. Como se puede observar en la figura 33, el acomodo de los dispositivos fue: 1. Productvity Station, 2. PLC FX3G, 3. Interruptor Principal, 4. Interruptor secundario, 5. Fuente de poder.

**Figura 35: Acomodo de dispositivos**




**Fuente propia**

Se empezó con conectar una alimentación de 120 voltios de corriente alterna directamente a las borneras dispuestas para esta parte, para pasar por el interruptor de protección principal. A partir de este punto se conectan todos los sistemas que necesitan este tipo de alimentación, en este caso el controlador programable, y la fuente de poder de 24 voltios de corriente directa.

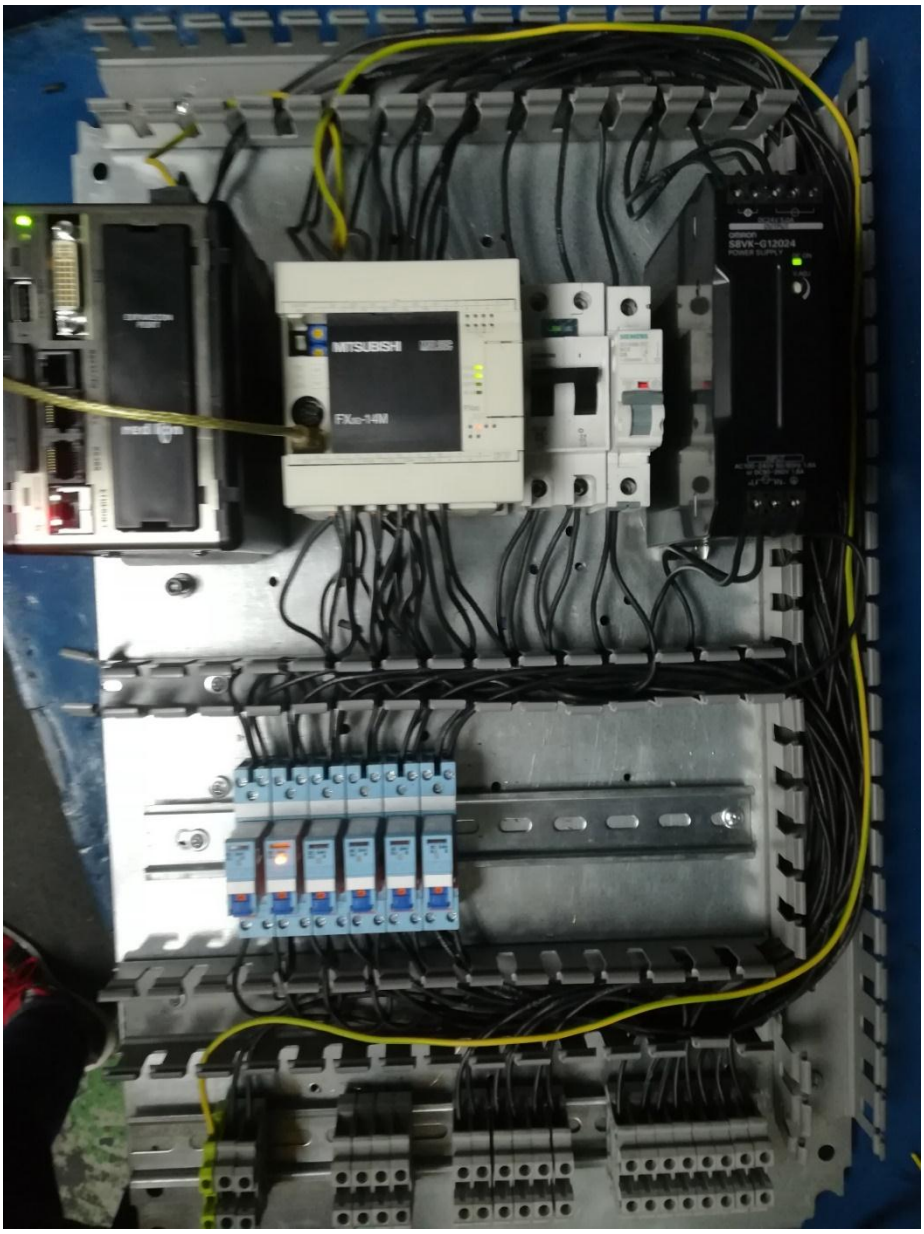
Habiendo conectado eso se empezó a conectar, a partir de la salida de la fuente de 24 voltios de corriente directa, el interruptor de protección secundario, y a partir de este interruptor se conectó el sistema Productvity Station, para así tener conectados todos los dispositivos electrónicos grandes del sistema alimentados.

Como paso siguiente se decidió realizar la conexión de los relés. A partir del interruptor secundario de protección se procedió a conectar tanto los comunes de los relés como los comunes del PLC. Esto para que también estuviesen protegidos de problemas en el circuito y tuviesen su alimentación necesaria de 24 voltios de corriente directa. Habiendo terminado de conectar los comunes se conectaron los comúnmente abiertos de los relés hacia las borneras destinadas a salidas, con el mismo orden mostrado en la figura 27.

Posteriormente tocaba conectar las salidas del PLC al lado de la bobina A1, mientras que el lado A2 de la bobina de todos los relés iría conectado a la parte negativa de la fuente de voltaje de 24 voltios de corriente directa. Esta conexión se realiza para que al accionarse las salidas del PLC accione también la bobina del relé, y así este cambie de normalmente cerrado a normalmente abierto, y así los 24 voltios suministrados al común del relé sean suministrados al dispositivo que la salida pretende accionar.

Finalmente, como último paso se conectaron las entradas del PLC a las borneras dispuestas para esta función, siguiendo la guía y en el mismo orden de la figura 27. Estas entradas se conectan directamente a la bornera porque estas dependen de los sensores que están instalados en la entrada y en la salida de la línea de producción. El resultado final del montaje de este panel se puede apreciar en la siguiente figura, ya incluida la alimentación de tierra:

**Figura 36: Panel de control, conexión terminada**




**Fuente propia**

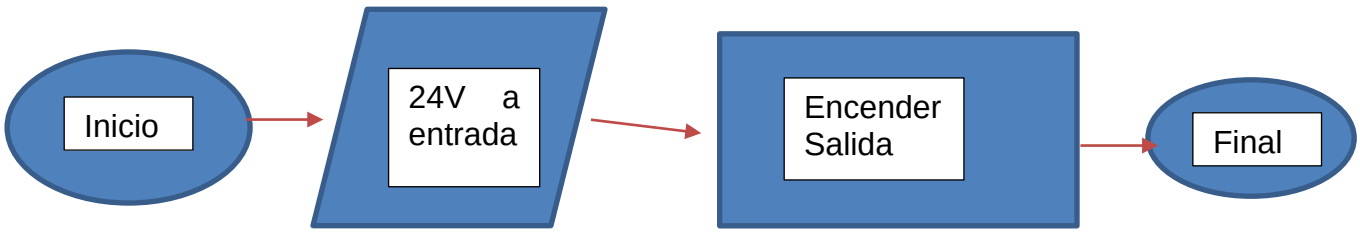
Realizado el montaje completo del panel se procedió a la realización de pruebas de funcionamiento de los dispositivos instalados. Primeramente, se revisaron todos los sistemas que estaban conectados a 120 voltios de corriente alterna que estuviesen siendo alimentados correctamente. El PLC y la fuente de 24 voltios de corriente directa encendieron correctamente.

Luego se comprobó que la fuente de 24 VDC estaba dando este voltaje sin problemas. Además, se comprobó el funcionamiento de los interruptores de protección, tanto el primario como el secundario, y dieron resultados satisfactorios.

Completadas estas pruebas lo siguiente fue observar que los dispositivos alimentados por 24 voltios de corriente directa estuviesen siendo alimentados correctamente. Estos dispositivos eran el Productvity Station y los comunes de los relés. Al probar encender el Productvity Station se comprobó su funcionamiento correcto. Al medir el voltaje en el común de los relés se pudo observar que efectivamente su alimentación estaba correcta.

Como últimas pruebas se realizaron las de las entradas y salidas del PLC, tanto para probar el buen estado de estas como para comprobar el correcto funcionamiento de los relés. Esta prueba se realizó con un sencillo programa creado en el PLC para comprobar que simplemente al accionar una entrada encendiera una salida. En el siguiente diagrama se puede observar simplificadamente el proceso para esta prueba.

**Figura 37: Diagrama de flujo. Prueba de entradas y salidas**




**Fuente propia**

El proceso descrito en la figura 35 fue realizado para todas y cada una de las entradas y salidas del PLC, con resultados satisfactorios. Además, se pudo comprobar el funcionamiento correcto de los relés dado que al activar una salida estas accionaban los relés, como se había diseñado y se esperaba que funcionara.

Habiendo completado satisfactoriamente la fase de pruebas del panel de control se pudo empezar con el desarrollo del programa de conteo para las máquinas, porque era necesario contar con el controlador programable conectado con sus relés para mayor facilidad a la hora de programar. Al tener el panel instalado se permite ir observando el proceso que se está planteando en el programa y corroborar su correcto funcionamiento.

En ese proceso se tomó la decisión de realizar primeramente el proceso de uno de los módulos, en este caso el módulo 404, con el fin de tener un programa base para trabajar en el resto de las máquinas. Esto porque los programas de todos los procesos son realmente muy similares, en los cuales los cambios se realizan con base en variables y tiempos de espera.

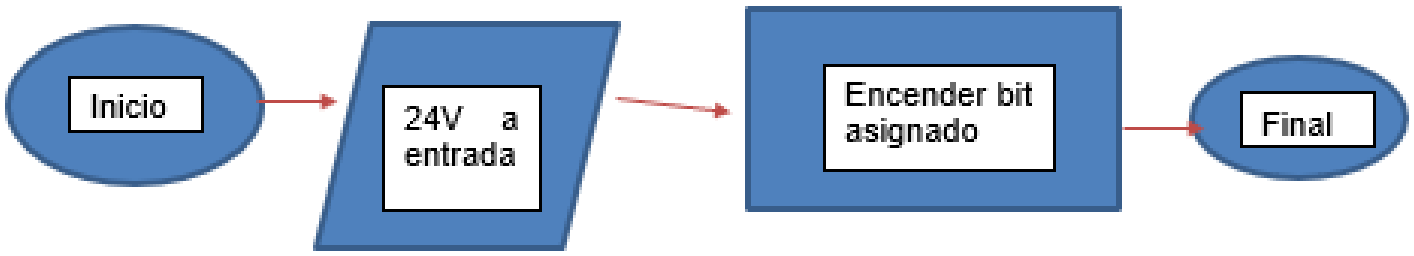
Teniendo en cuenta este punto se empezó por realizar lo que es llamado un mapeo de entradas y salidas en el programa, que consiste en asignar un bit interno del PLC a entradas y salidas, con el fin de que el trabajo en el programa sea más ordenado. Esto para que en caso de necesitarse un cambio no se altere todo el programa y solamente se cambie el bit o la entrada. En el caso de los PLC marca Mitsubishi estos bits se determinan por la letra “M” seguida del número de bit por asignar. El sistema utilizado cuenta con 4 096 bits que pueden ser asignados.  Para los seis módulos se asignaron de la siguiente manera:

**Tabla 6: Asignación de bits a entradas**

| | | Módulos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 404 | 300 | 208 | Kilo | Económico | Tonino |
| Entradas Y Bits | Sensor Entrada | X0/M1 | X3/M4 | X6/M7 | X9/M10 | X12/M13 | X15/M16 |
| | Sensor Salida | X1/M2 | X4/M5 | X7/M8 | X10/M11 | X13/M14 | X16/M17 |
| | ON/OFF | X2/M3 | X5/M6 | X8/M9 | X11/M12 | X14/M15 | X17/M18 |

**Fuente propia**

**Figura 38: Diagrama de mapeo de entradas PLC**




**Fuente propia**

En la figura 38 se observa un diagrama simplificado de la asignación de datos a las entradas, proceso que es relativamente sencillo y se aplica a todas las entradas a las que haya que asignar bit.

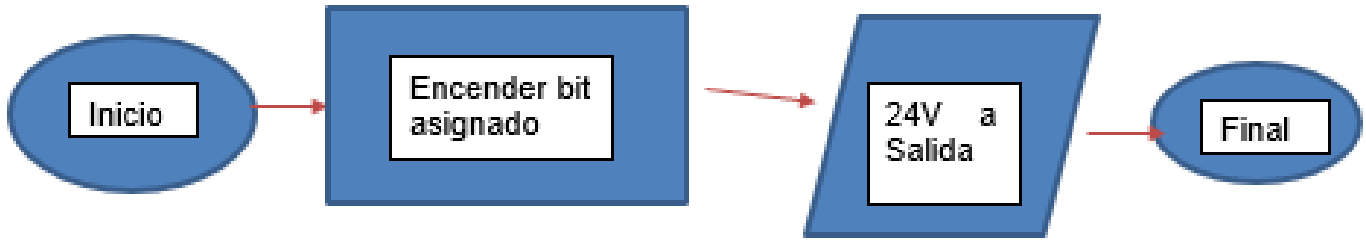
Para las salidas:

**Tabla 7: Asignación de bits de salida**

| | | Módulos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 404 | 300 | 208 | Kilo | Económico | Tonino |
| Salidas | Alarma | Y1/101 | Y3/103 | Y5/105 | Y7/107 | Y9/Y109 | Y11/Y111 |
| | Luz Funcionamiento | Y2/102 | Y4/104 | Y6/106 | Y8/108 | Y10/Y110 | Y12/Y112 |

**Fuente propia**

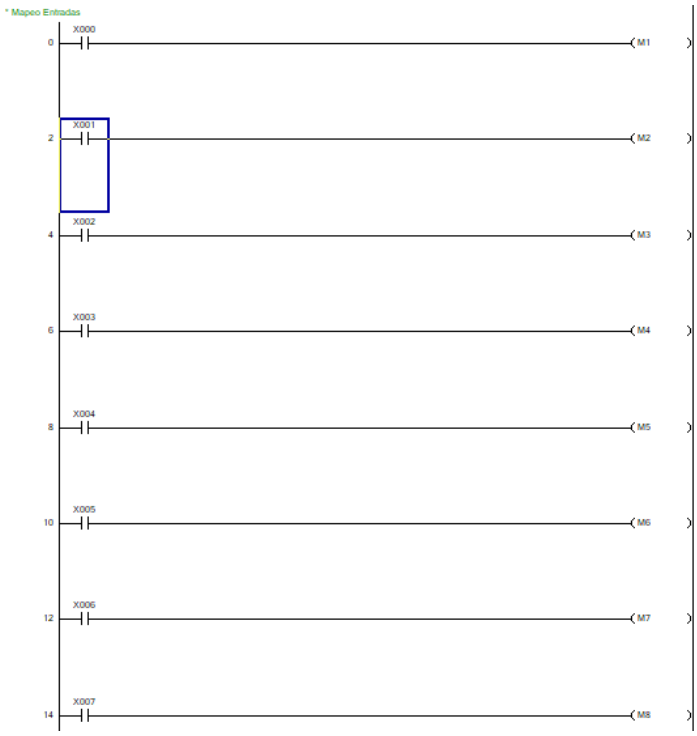
**Figura 39: Diagrama de mapeo de salidas PLC**




**Fuente propia**

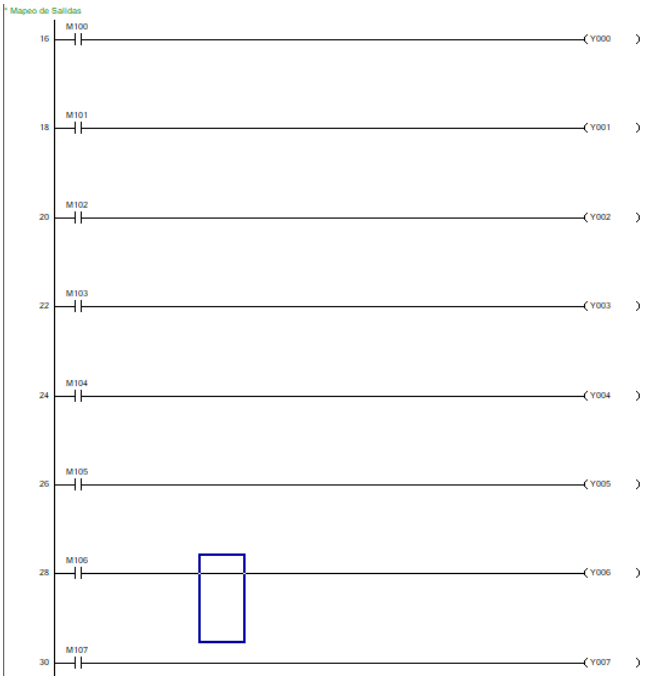
En la figura 37 se puede observar que en este caso para las salidas se debe encender el bit asignado para que la salida pueda encenderse. Esta misma tarea se realiza para todas las salidas por utilizar. En las figuras 38 y 39 adjuntas se observa cómo se activa esta parte del sistema en la programación del controlador programable, entradas y salidas, respectivamente.

## Figura 40: Mapeo de entradas




**Fuente propia**

## Figura 41: Mapeo de salidas




**Fuente propia**

Una vez realizada esa tarea se comenzó a trabajar en el programa de conteo como tal y, como fue mencionado anteriormente, se trabajó primeramente en el módulo 404. El sistema se propuso tomando en cuenta los planos y todo lo que se tenía planeado de antemano. Se requerían tres entradas y dos salidas, las cuales fueron mapeadas anteriormente.

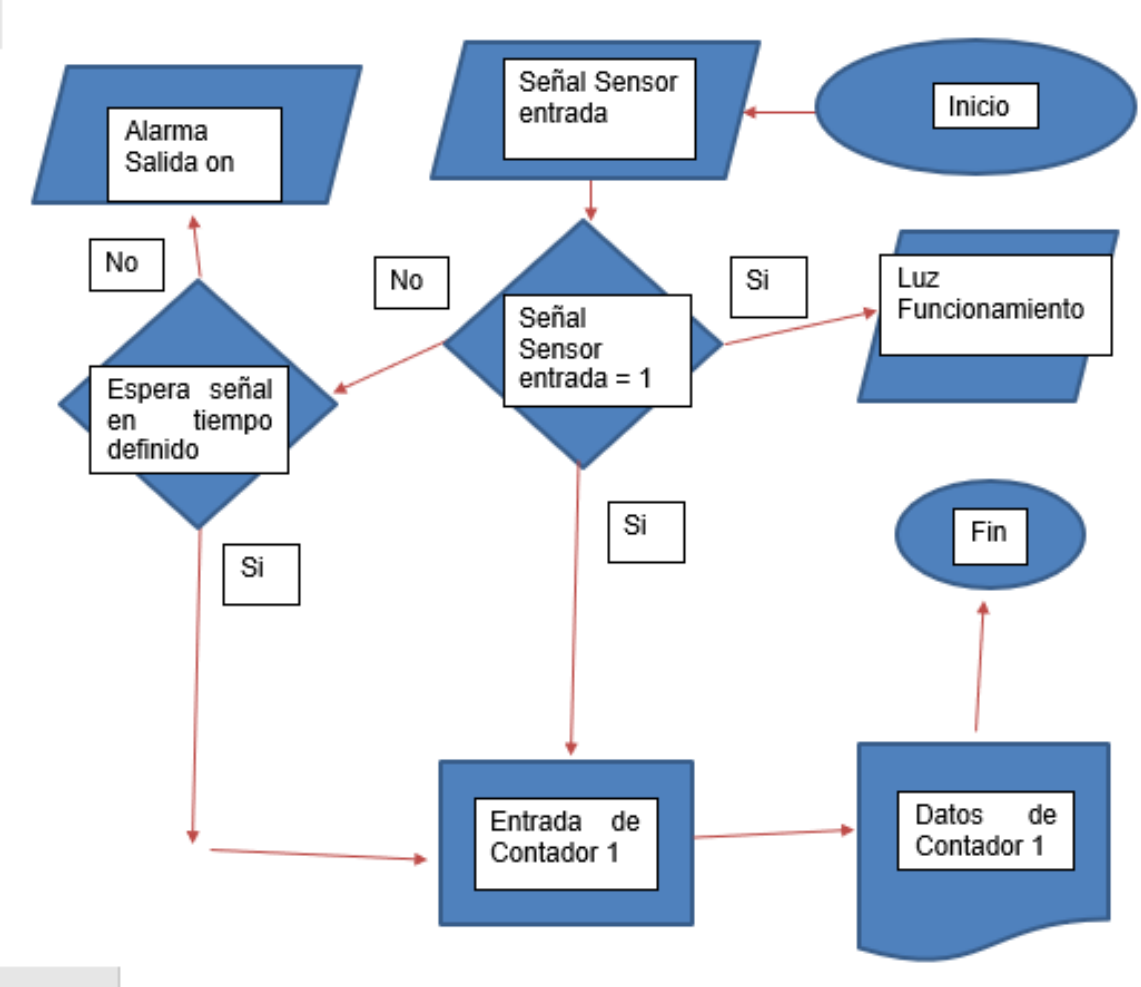
Para la creación de este sistema se utilizaron contadores que dependían de la activación de los sensores de entrada y salida. Se utilizaron tres contadores en total para cada módulo, uno para contar los envases que entraban, el segundo para contar los envases que salían, y otro para contar la producción. Tenían que activarse ambos sensores para que este cuente. Los datos almacenados en los contadores podrían ser vistos y almacenados utilizando registros de dato, que en este tipo de PLC se denominan dentro del contador utilizando la letra "D". (GX Works2 Programming Manual, 2011)

Además, se introdujo una alarma para avisar que el sistema no está teniendo alimentación de envases, la cual se encendería si cualquiera de los dos sensores no estuviera teniendo señal en un determinado tiempo. En esto también se utilizaron temporizadores para ajustar el tiempo durante el cual se quería que el sistema tuviese holgura para activar la alarma. Para este sistema también se instaló una luz que mostrará que el sistema está contando, la cual requiere que el botón de encendido de la máquina esté en este estado, y que al menos uno de los sensores esté activándose.

También se añadió un bit virtual para realizar un reinicio de los temporizadores con el fin de que al realizar pruebas se pueda manipular el sistema fácilmente, y que una vez finalizado el programa sirva como un botón en la interfaz humano-máquina para apagar la alarma una vez realizada la inspección necesaria.

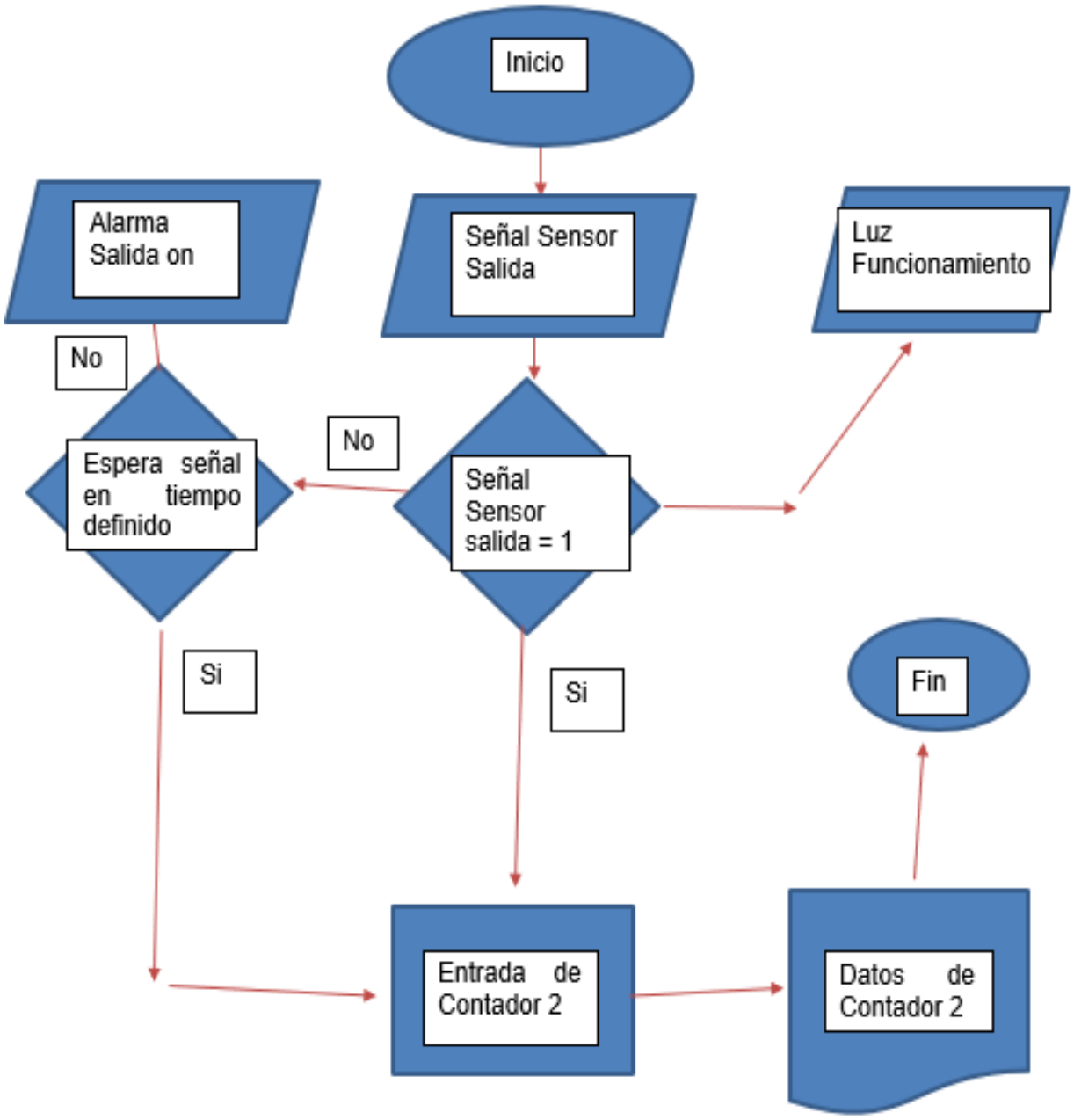
Con un diagrama de flujo se puede observar el programa antes descrito fácilmente y entender los puntos descritos. En las siguientes figuras se pueden observar los diagramas de flujo de las diferentes etapas del programa.

**Figura 42: Diagrama de flujo. Programa de conteo entrada**



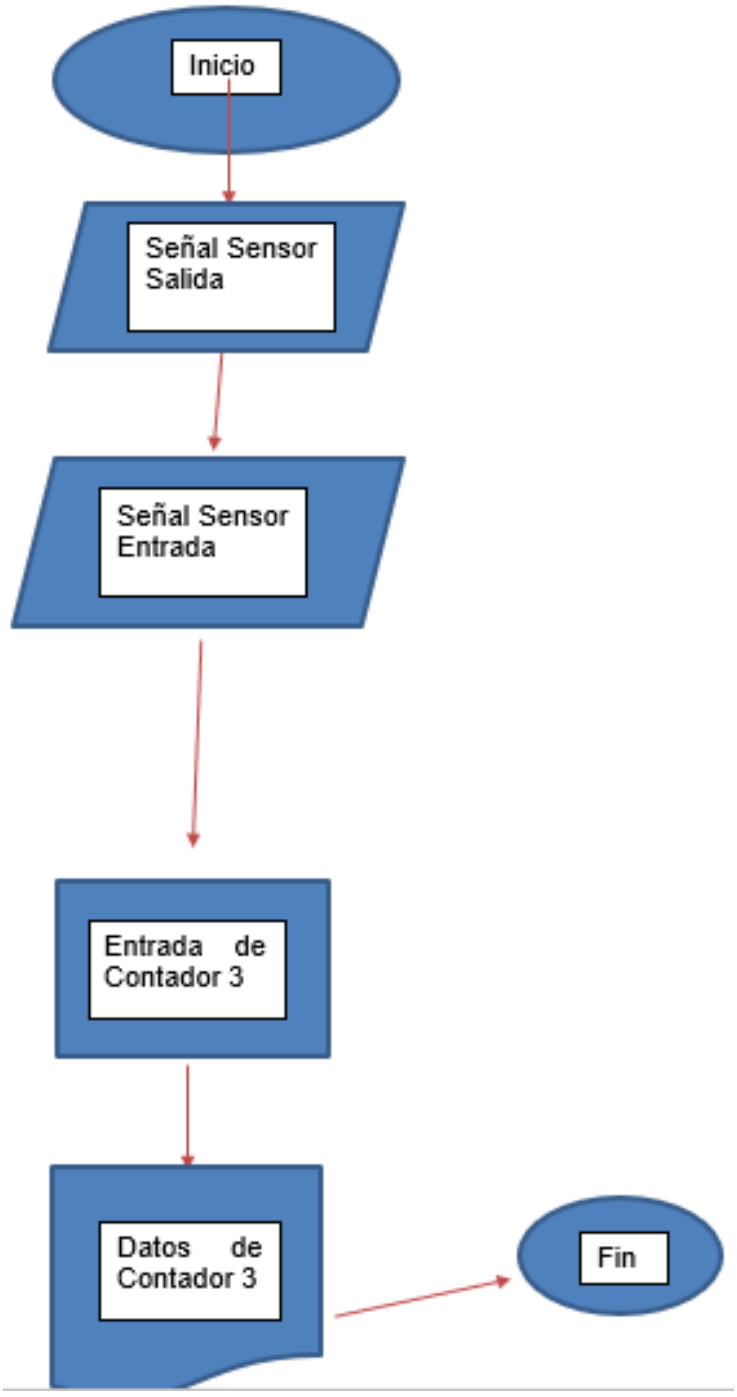

**Fuente propia**

**Figura 43: Diagrama de flujo. Programa de conteo salida**




**Fuente propia**

**Figura 44: Diagrama de flujo. Programa de producción**




**Fuente propia**

Una vez concretada la lógica para la programación y utilizando el lenguaje para programación de sistemas Mitsubishi según su software GX Works 2, se destinaron para la programación las entradas y sus bits, las salidas y sus bits, los contadores y sus registros de datos, los temporizadores y los bits asignados para botones de reinicio dispuestos para cada módulo. Estos se pueden apreciar en la siguiente figura:

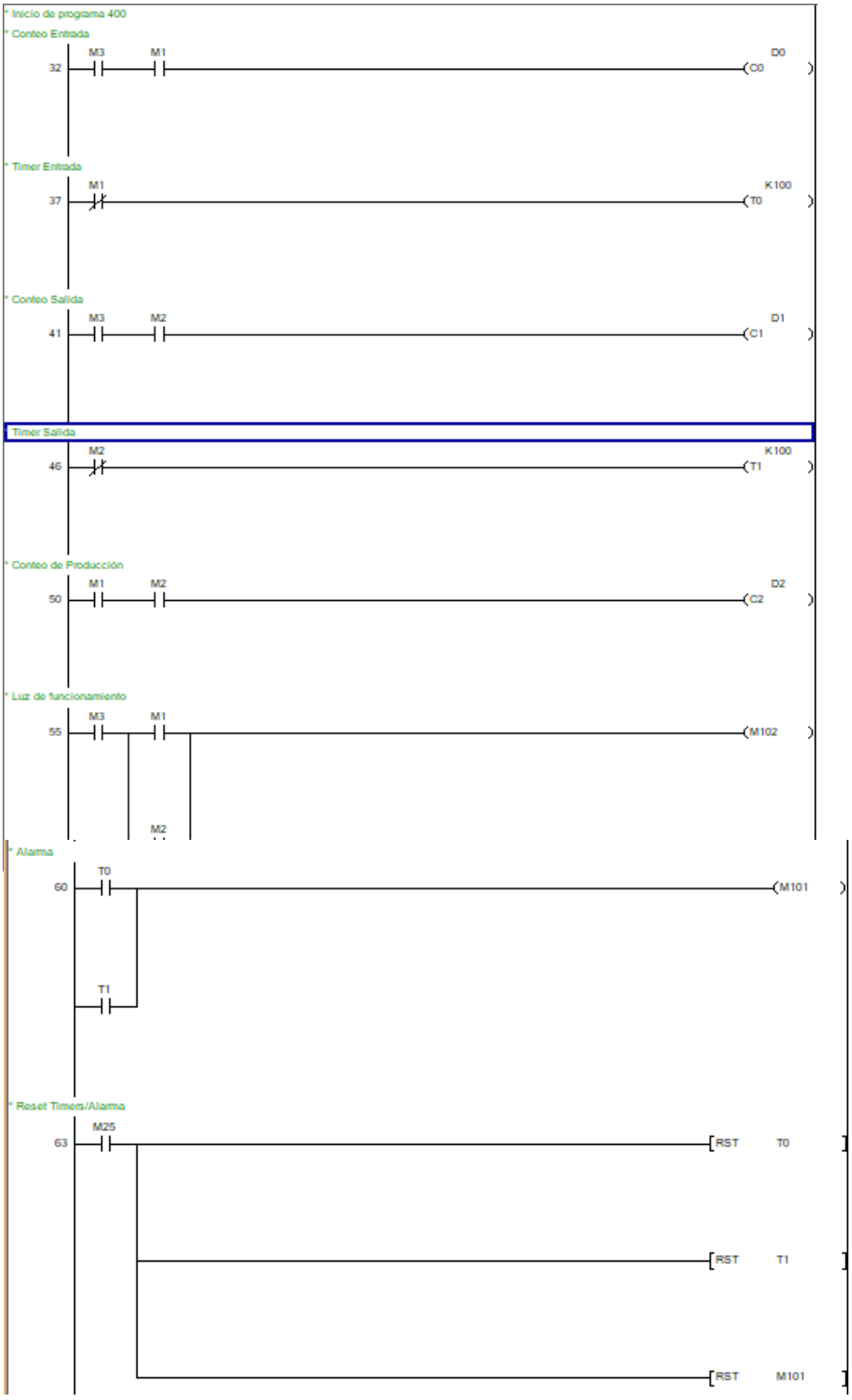
**Figura 45: Elementos para la programación de PLC**

| 404 | x | mx | | | | | y | my | contadores | timer | reset |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| sensor entrada | x0 | m1 | | | | alarma entrada | y1 | m101 | c0 / d0 | t0 | m25 |
| sensor salida | x1 | m2 | | | | Luz Funcionamieto | y2 | m102 | c1 / d1 | t1 | |
| on/off | x2 | m3 | | | | | | | c2 / d2 | | |
| 300 | | | | | | | | | | | |
| sensor entrada | x3 | m4 | | | | alarma entrada | y3 | m103 | c3 / d3 | t2 | |
| sensor salida | x4 | m5 | | | | Luz Funcionamieto | y4 | m104 | c4 / d4 | t3 | m26 |
| on/off | x5 | m6 | | | | | | | c5 / d5 | | |
| 208 | | | | | | | | | | | |
| sensor entrada | x6 | m7 | | | | alarma entrada | y5 | m105 | c6 / d6 | t4 | |
| sensor salida | x7 | m8 | | | | Luz Funcionamieto | y6 | m106 | c7 / d7 | t5 | m27 |
| on/off | x8 | m9 | | | | | | | c8 /d8 | | |
| kilo | | | | | | | | | | | |
| sensor entrada | x9 | m10 | | | | alarma entrada | y7 | m107 | c9 / d9 | t6 | |
| sensor salida | x10 | m11 | | | | Luz Funcionamieto | y8 | m108 | c10 / d10 | t7 | m28 |
| on/off | x11 | m12 | | | | | | | c11 / d11 | | |
| Economico | | | | | | | | | | | |
| sensor entrada | x12 | m13 | | | | alarma entrada | y9 | m109 | c12 /d12 | t8 | |
| sensor salida | x13 | m14 | | | | Luz Funcionamieto | y10 | m110 | c13 / d13 | t9 | m29 |
| on/off | x14 | m15 | | | | | | | c14 / d14 | | |
| Tonino | | | | | | | | | | | |
| sensor entrada | x15 | m16 | | | | alarma entrada | y11 | m111 | c15 / d15 | t10 | |
| sensor salida | x16 | m17 | | | | Luz Funcionamieto | y12 | m112 | c16 / d16 | t11 | m30 |
| on/off | x17 | m18 | | | | | | | c17 / d17 | | |

**Fuente propia**

En la figura 46 se incluye la programación preparada para el módulo 404. Solo se muestran los pasos para este módulo, que resultan iguales para cada uno de los módulos que se quieren controlar. Solo se realizan cambios en las disposiciones de los bits con respecto a la figura 45, dado que se quiere controlar los mismos tipos de variables para todas las máquinas. Estas figuras están basadas en la estructura realizada en los diagramas de flujo de las figuras 42,43 y 44, por lo que algún encargado con conocimiento de programación podría realizar una programación similar a la realizada en esta propuesta, aunque no se cuente con sistema de marca Mitsubishi.

## Figura 46: Programación PLC conteo y alarmas




**Fuente propia**

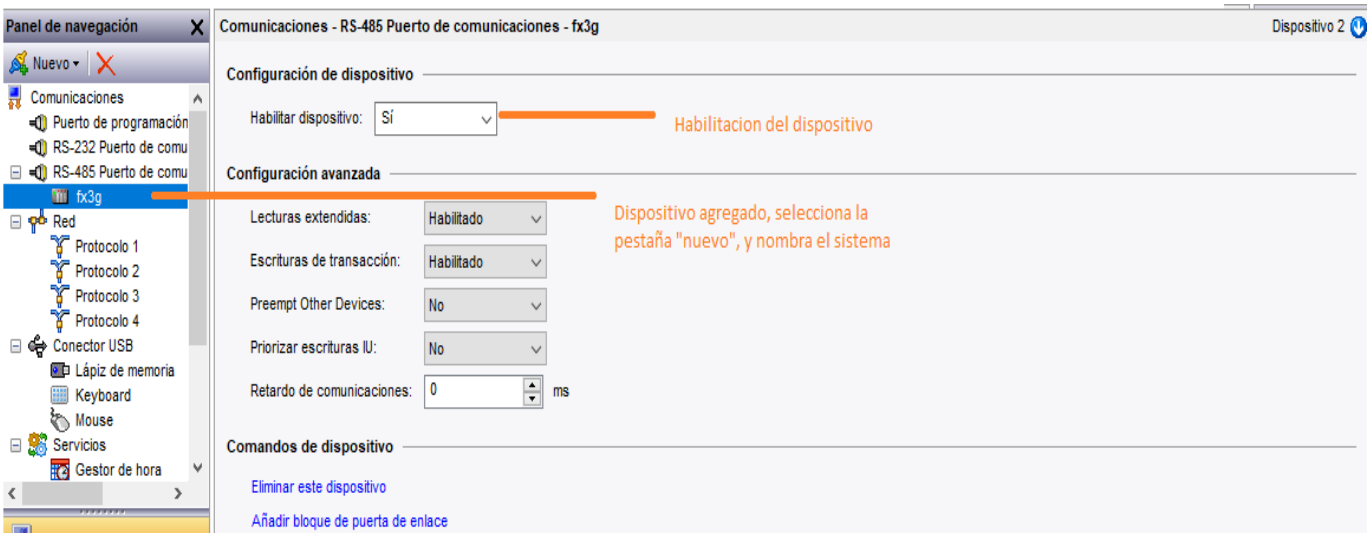
Teniendo listo el programa de control por instalarse en el PLC, como se muestra en la figura 46, se procedió a ensamblar el sistema de la interfaz humano-máquina. En este sistema, gracias a la utilidad del Productvity Station, se realizaría también la programación de los horómetros para la realización de los mantenimientos preventivos.

Para la programación del Productvity Station utilizando el software Crimson 3.0, primeramente, se estableció la conectividad entre el controlador programable utilizado, en este caso el FX3G, y el Productvity Station. Esto se realizó mediante comunicación serial en la que se utilizó el puerto RS485 del Productvity Station, con el puerto Mini-Din 8 del FX3G, utilizando el cable descrito en la figura 19.

Habiendo realizado la conexión física anteriormente descrita se hizo la configuración necesaria para establecer la comunicación entre ambos dispositivos en el software Crimson 3.0. Afortunadamente, este software cuenta con un protocolo de comunicación fabricado especialmente para los controladores de marca Mitsubishi, por lo que no se requiere ningún programa externo, o configuraciones extensas para el intercambio de información entre dispositivos. Primeramente, en la interfaz del programa se seleccionó el puerto serial que se iba a utilizar en este caso que, como fue mencionado anteriormente, fue el caso del RS485.

En este caso, en el puerto seleccionado se agrega un dispositivo nuevo y se habilita. En este caso el dispositivo agregado lleva el nombre del controlador que se va a utilizar, por lo que se le llamó FX3G, para llevar un mejor orden a la hora de ejecutar el proyecto.

**Figura 47: Creación y habilitación de dispositivo**

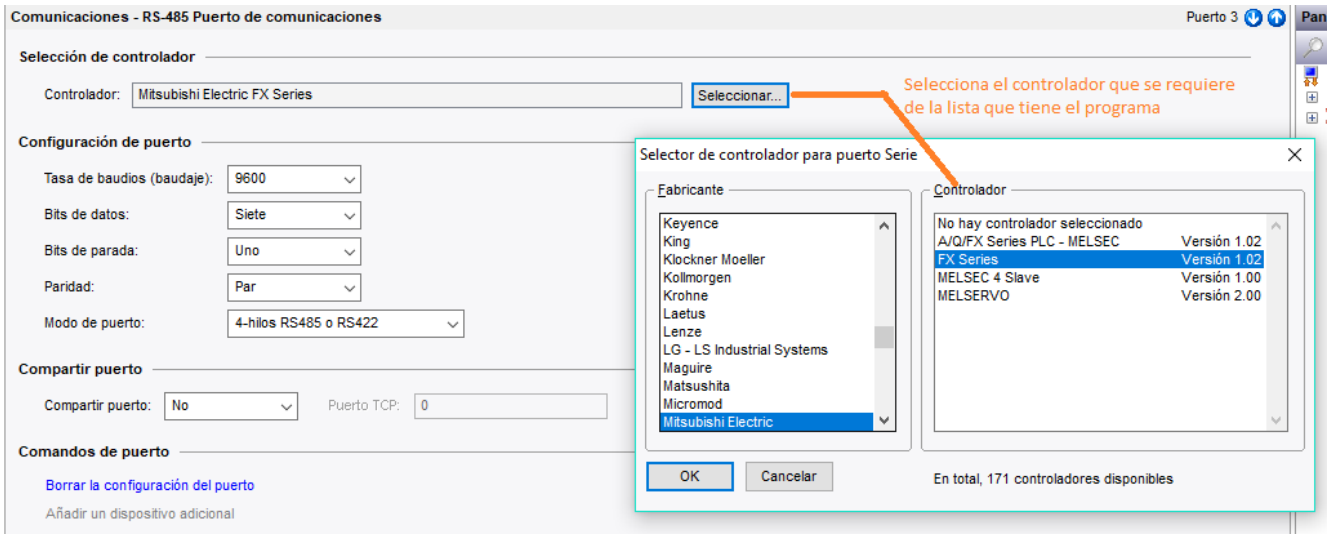



**Fuente propia**

Una vez creado y habilitado el dispositivo en el software se aplicó el protocolo de comunicación requerido para que el dispositivo instalado pueda comunicarse con el sistema Productvity. En otros sistemas se requiere implementar un servidor OPC que direccione los datos provenientes del PLC mediante protocolos de comunicación, para que el dispositivo HMI por utilizar pueda reconocerlos. En el caso del Productvity Station el equipo ya trae integrado su propio sistema OPC, y contiene protocolos ya establecidos para fabricantes, como es el caso de un controlador Serie FX de Mitsubishi. La configuración del puerto se deja en su estado por defecto para evitar problemas en la comunicación.

En la siguiente figura se muestra que este equipo cuenta con la integración de distintas marcas por lo que si se necesitara cambiar el fabricante de PLC se puede contar con diferentes marcas, para así no modificar el diseño realizado.

## Figura 48: Selección de protocolo de comunicación Productvity Station




**Fuente propia**

Realizada esa configuración el PLC ya puede comunicar sus datos libremente con el Productvity Station, y eso permitirá visualizar los datos obtenidos y las variables que el PLC maneja. Posteriormente se habilitó el uso de un "mouse" de computadora para la manipulación de las pantallas y datos que se iban a crear y monitorear, ya que una de las metas del sistema es poder ser utilizado en planta por los técnicos encargados.

## Figura 49: Habilitación del mouse

**Fuente propia**

Superadas estas etapas de preparación del sistema se empezó a instalar la parte fuerte del sistema, en este caso las pantallas de visualización y los horómetros para mantenimientos preventivos. Primeramente, se dispuso generar los datos provenientes del controlador ya que así se revisaría la correcta instalación del controlador con el Productvity Station, y eso permitiría establecer los sistemas requeridos en esta parte del proyecto. El programa Crimson 3.0 visualiza los datos obtenidos del PLC como variables binarias, para saber si son de encendido o apagado; o variables numéricas si son de datos de este tipo.

Para tomar los datos obtenidos del PLC se crearon las variables vistas en la figura 45 y se definieron los tipos de variable que son, dependiendo de su función en el programa del PLC. En el caso de las alarmas, sensores y el botón de reinicio se establecieron como variables binarias, porque su función en el programa depende de si están en alguno de estos dos estados. En el caso de temporizadores y registros de datos de contadores se tomaron como variables de datos numéricos porque son conteos realizados en el programa.

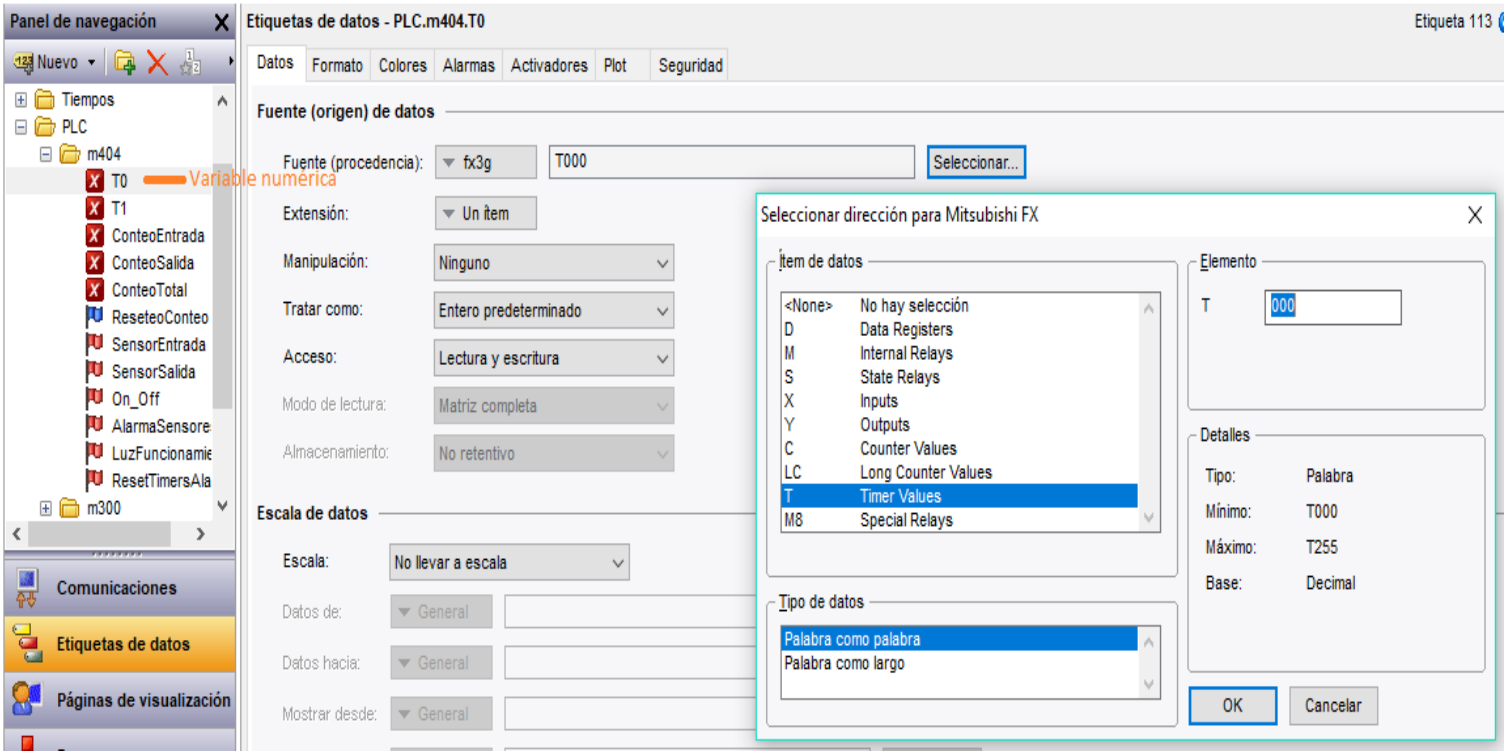
Habiendo planteado las variables para cada uno de los módulos, según la figura 45, se procedió a determinar la entrada de estas variables como el dispositivo de entrada añadido en la parte de comunicación serial realizada anteriormente, en este caso el FX3G. En el caso de las variables numéricas, los temporizadores y los registros de datos de contadores solo se necesita accionar según la dirección que se maneja en la programación del PLC.

En el caso de las variables binarias, al estar direccionadas con bits el programa las reconoce en grupos de dieciséis bits, por lo que, dependiendo del número de bits utilizado, se debe buscar el

grupo de bits en el que este se encuentra. Por ejemplo, si se requiere el bit M18 se debe tomar como referencia el bit M16, y se tendrá como rango de trabajo del bit M16 hasta el bit M31.

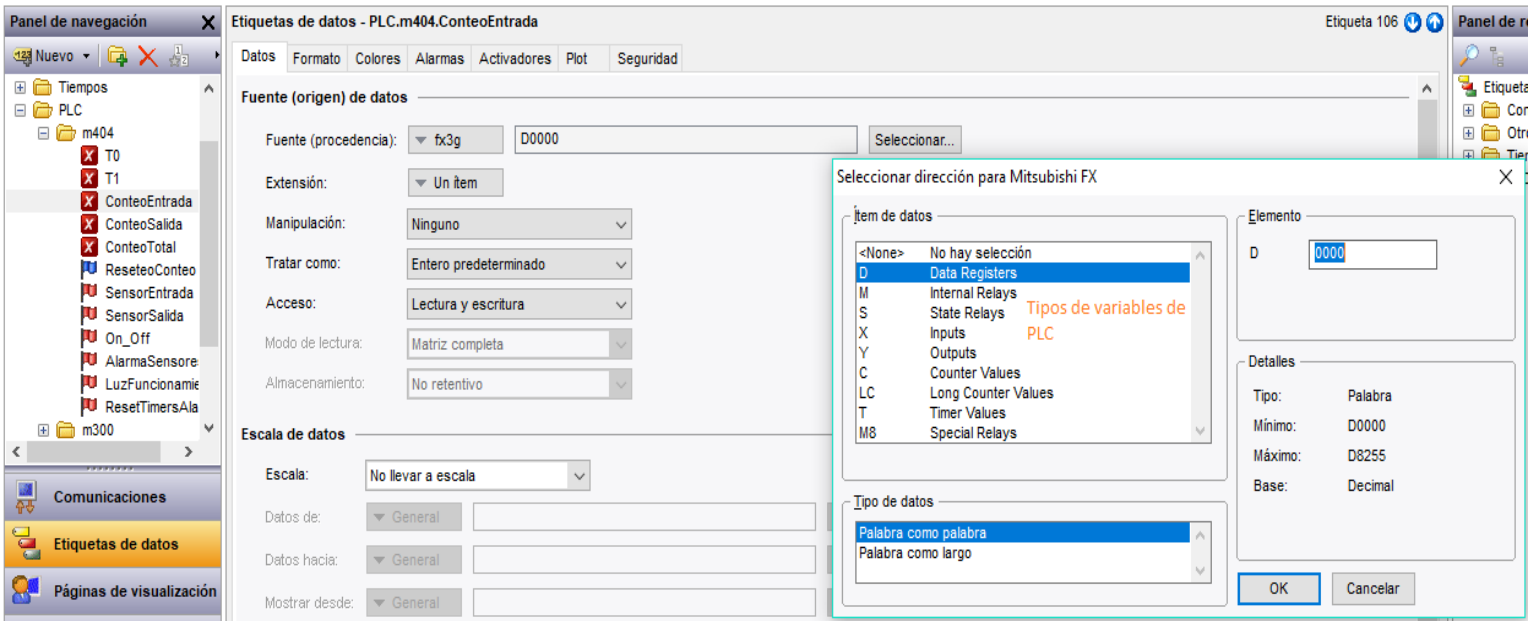
Como dato adicional es importante mencionar que este dispositivo cuenta con 4 096 opciones para bits, 256 para temporizadores y 8 256 registros de datos, lo cual permite un gran rango de trabajo para el sistema con que se quiere trabajar y para posibles modificaciones en el futuro. En las siguientes figuras se muestran los puntos mencionados anteriormente:

**Figura 50: Mapeo de variables numéricas (temporizador)**



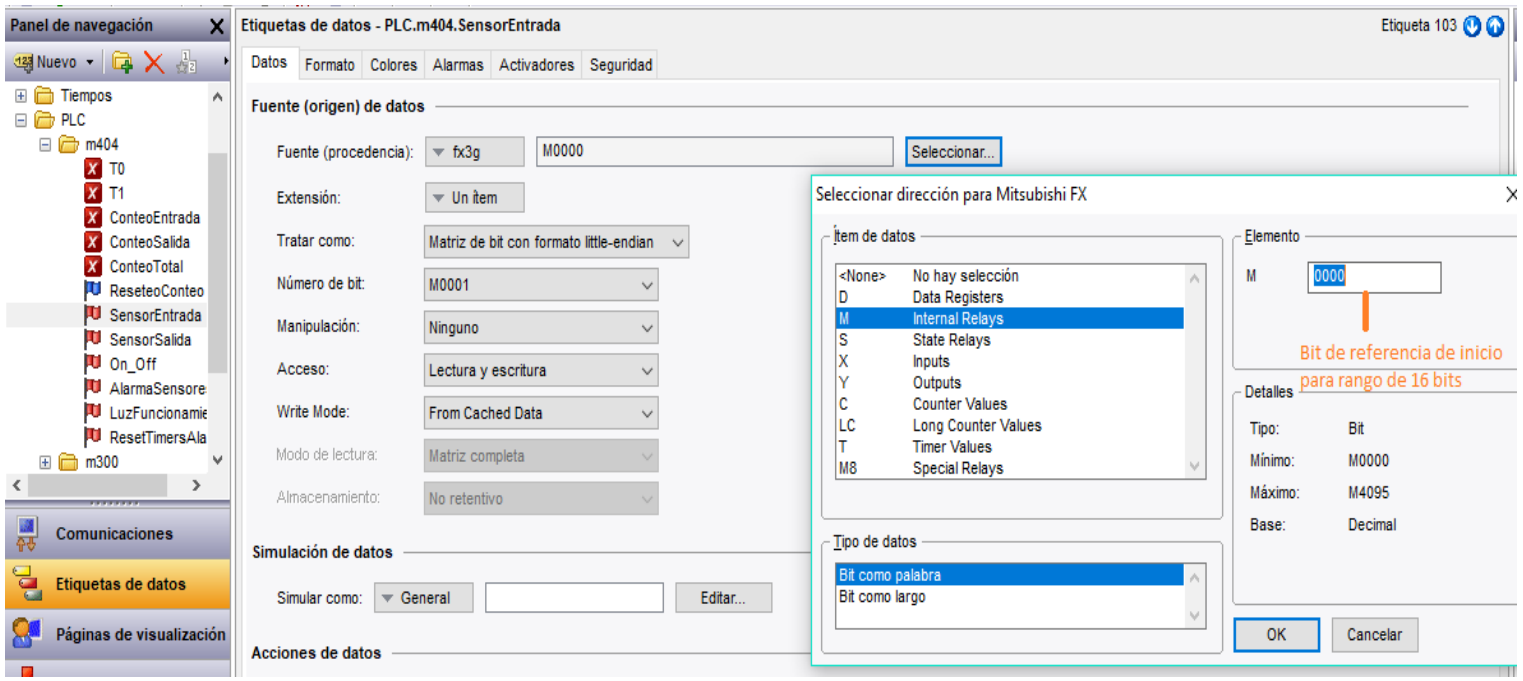

**Fuente propia**

## Figura 51: Mapeo de variable numérica (registro de datos)



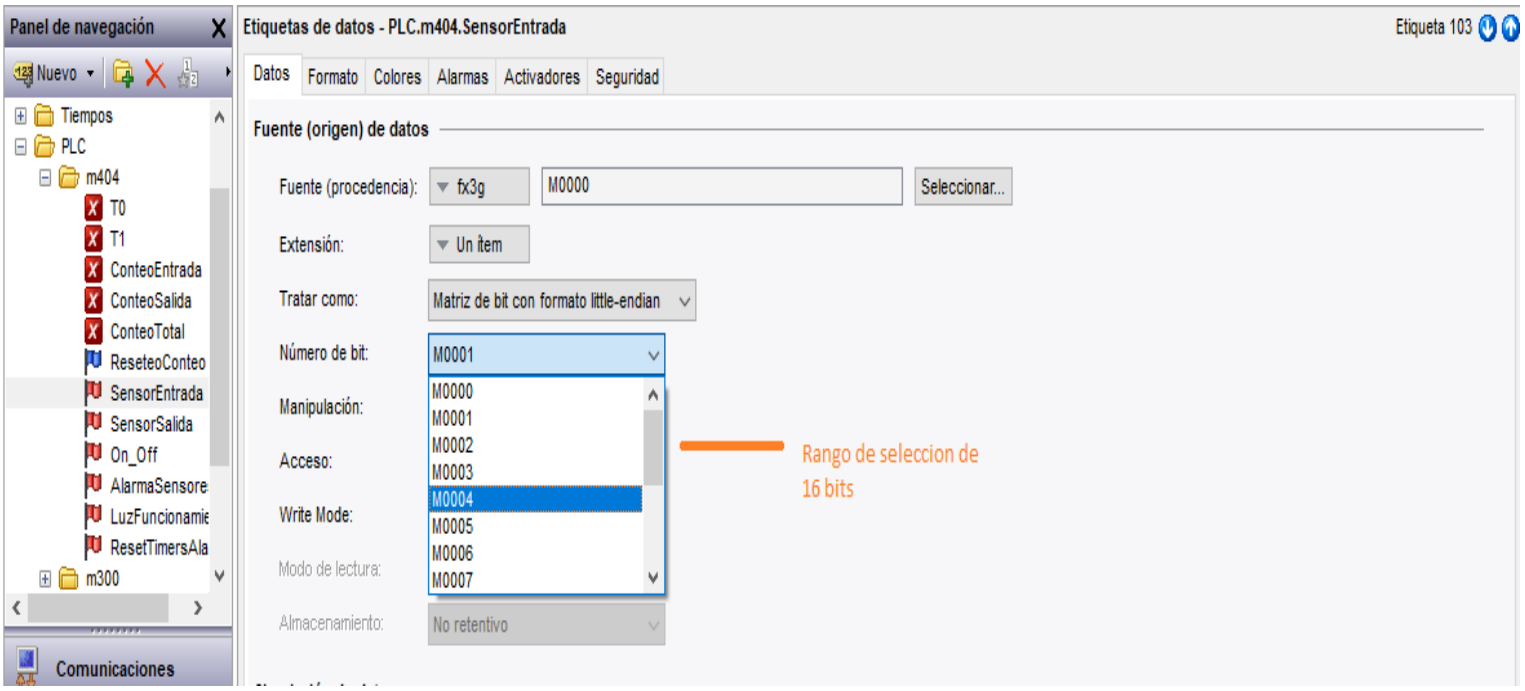

**Fuente propia**

## Figura 52: Mapeo de variable binaria (referencia)




**Fuente propia**

**Figura 53: Mapeo de variable binaria (selección)**

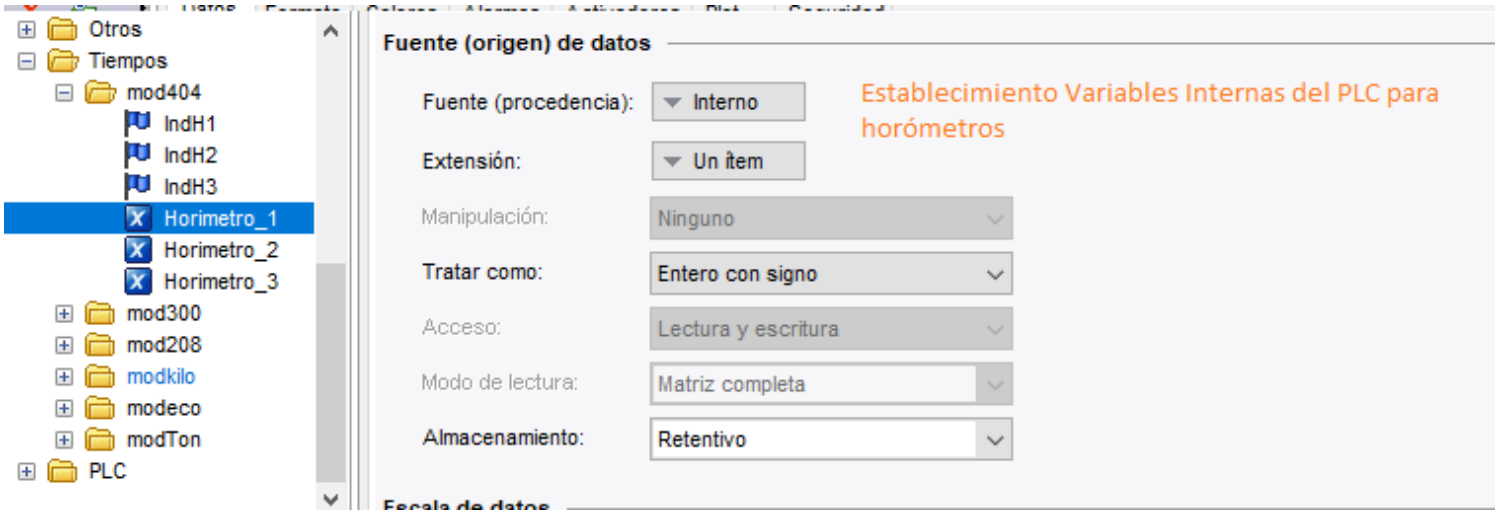



**Fuente propia**

Posteriormente siguió con el sistema para los horómetros de los sistemas de mantenimiento. Para esta parte del sistema se empezó con variables numéricas internas en el Productvity Station, puesto que este sería el encargado de llevar los funcionamientos de los horómetros. Se crearon tres horómetros por módulo. Cada uno llevaría uno de tipo diario, semanal o mensual, para que con estas variables se realizaran los conteos de tiempo. Se aprovechó la funcionalidad del Productvity Station para crear un programa interno en un lenguaje similar al de C++.

Utilizando esta herramienta se elaboró una programación para que cada uno de los horómetros llevase un conteo en segundos. En las siguientes figuras se puede observar el tipo de variables utilizadas para la creación de los horómetros, así como la programación realizada con el Productvity Station:

**Figura 54: Establecimiento de variables internas para horómetros**




**Fuente propia**

**Figura 55: Programa de conteo de horómetros**

```
//404//
if (PLC.m404.On_Off==1){Tiempos.mod404.Horimetro_1=Tiempos.mod404.Horimetro_1+1;
}

if (PLC.m404.On_Off==1){Tiempos.mod404.Horimetro_2=Tiempos.mod404.Horimetro_2+1;
}

if (PLC.m404.On_Off==1){Tiempos.mod404.Horimetro_3=Tiempos.mod404.Horimetro_3+1;
}
```

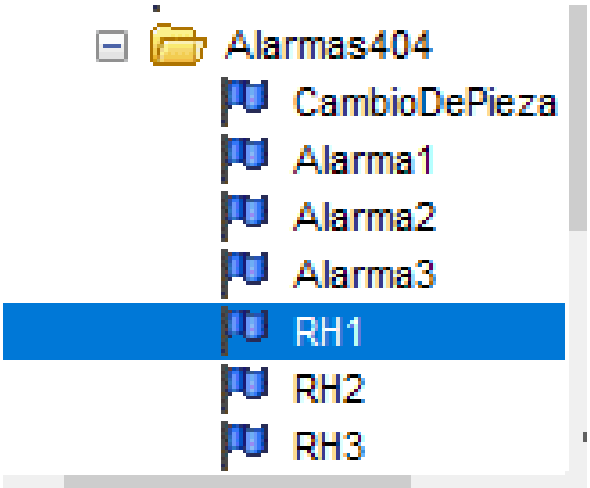
**Fuente propia**

El programa de la figura 55 realiza la función de conteo para los horómetros del módulo 404, pero el procedimiento del programa es el mismo para el resto de los módulos. Solo se realizan

cambios en las variables por las que se crearon para manejar específicamente a cada uno. El programa básicamente lo que realiza es una función sencilla. En este caso, si la alimentación de la máquina está encendida el sistema sumará una unidad cada segundo, por lo que, representado en un dato variable, se verá como un contador en segundos. Junto con esto también se crearon variables binarias para representar cuando se activen las alarmas y cuando se cumplieron los tiempos de los horómetros.

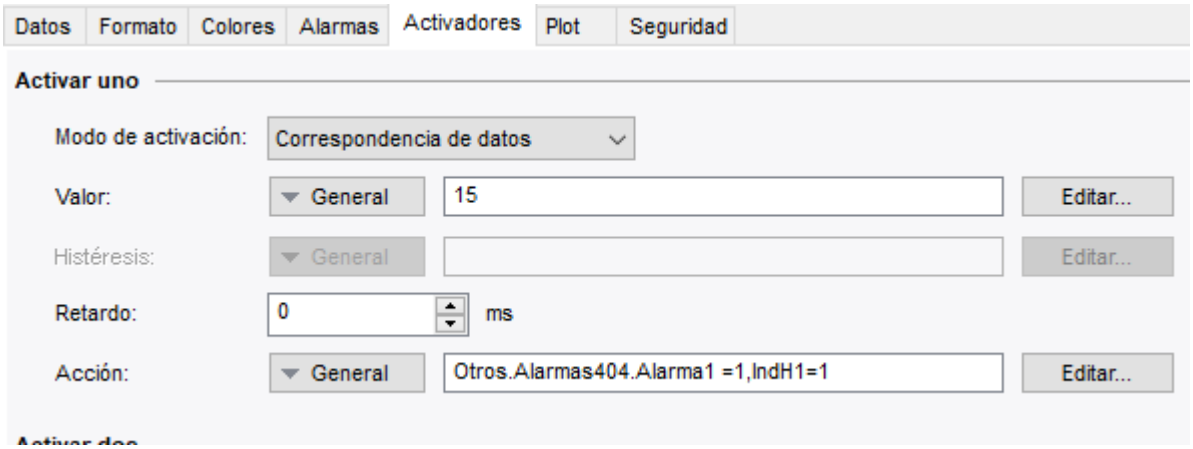
Habiendo realizado la parte de los horómetros se continuó con la creación de las alarmas de los horómetros. Estas fueron creadas mediante variables binarias internas, y se les puso como método de activación cuando el horómetro asignado llegue hasta el número de segundos requerido. También se creó una con el fin de que si se necesitaba una alarma de cambio de pieza se tuviera una prevista. En el caso de las alarmas provenientes del PLC ya estaban consideradas cuando se mapearon los datos provenientes del PLC. En las siguientes figuras se observa cómo fueron asignadas estas alarmas:

**Figura 56: Alarmas de horómetros**




**Fuente propia**

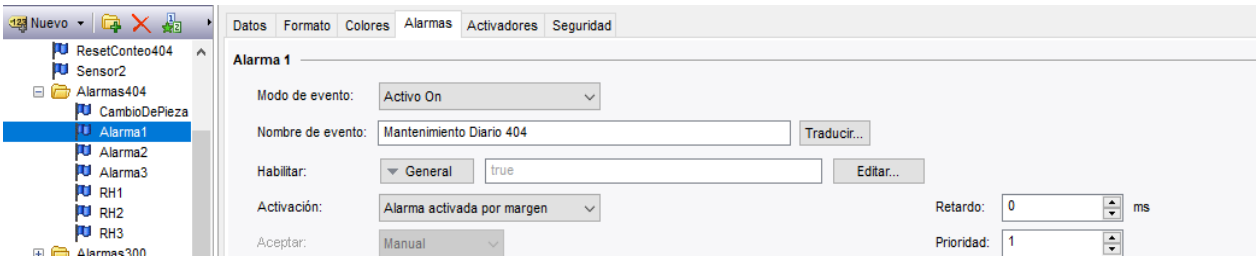
**Figura 57: Establecimiento de parámetro para activación de alarma**




**Fuente propia**

A estas variables les fue agregada una funcionalidad del programa que permite que ante un evento con una de estas variables el programa lo interprete como una señal de alarma con un nombre específico, según sea sobre lo que se quiere alertar. Para la funcionalidad de esta propuesta como evento requerido se tomó cuando estas pasan al estado de encendido, ya que son alarmas que se van a encender cuando se cumpla con algún valor o se cumpla con otras variables: No obstante, podría resultar útil usar cuando pasa a estado apagado, en casos en los que se requiere que alguna de las variables se necesite siempre en su estado encendido.

**Figura 58: Reconocimiento de alarma del programa**




**Fuente propia**

En las figuras 56 y 58 se observan unas variables internas RH las cuales fueron creadas con el fin de hacer valer los horómetros igual a cero por si es necesario realizar esta operación con fines de mantenimiento.

En la figura 57 se observa que la alarma y el indicador de completamiento de conteo se encenderán cuando el horómetro llegue a un valor asignado. También se dispuso que cuando el sistema llegue al valor asignado y se encienda la alarma los valores de los horómetros vuelvan a cero.

Finalmente, se crearon varias etiquetas numéricas internas, como la producción meta y la eficiencia del sistema, además del porcentaje de completamiento de la producción meta. Estos para establecer parámetros y llevar mejor los datos con respecto a la producción de la línea que pasa por los módulos.

Para la producción meta se estableció que estas pudiesen ser manipuladas como entradas de datos. Para la eficiencia se estableció la siguiente fórmula:

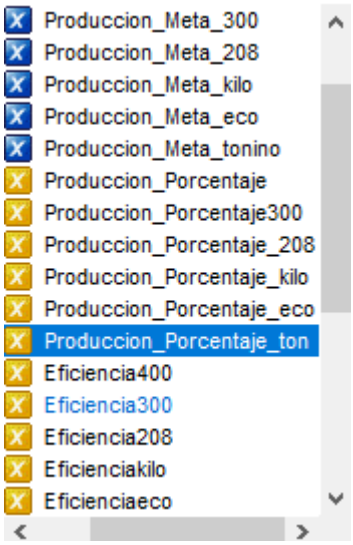
$$\frac{Conteo\ Salida}{Conteo\ Entrada} * 100$$

Esto con el fin de comparar lo que está saliendo de la máquina con lo que está entrando. En el caso del porcentaje de completamiento se utilizó la fórmula

$$\frac{Conteo\ total}{Produccion\ Meta} * 100$$

Esta fórmula su utiliza con el fin de conocer a cuánto está el módulo en cuestión de conseguir su meta.

**Figura 59: Variables internas para conteos de producción**



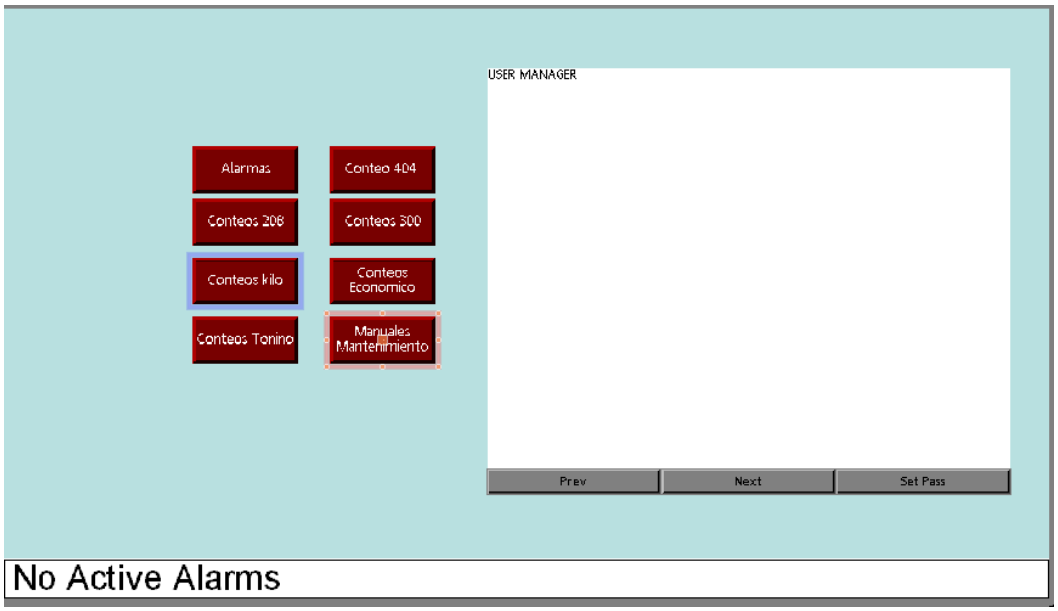

**Fuente propia**

Habiendo completado esta parte operativa que se quería medir, lo siguiente fue empezar con el diseño de las páginas de visualizaciones para lo que se quiere ver en la pantalla. Se vio que para este sistema entre las pantallas necesarias estaban las de cada uno de los módulos, que contemplaban los datos de medición del PLC, horómetros y demás agregados estéticos.

Además de estas pantallas se propuso una pantalla de inicio para tener acceso a las demás pantallas con un sistema de contraseña por usuario para el acceso a ciertas pantallas. También se agregó una pantalla con visualizador de alarmas con el fin de tener un aspecto visual también de ellas. A esta pantalla solo tienen acceso los técnicos encargados para evitar posibles malentendidos con operarios. También se propuso una pantalla en la que se puedan observar las rutinas de mantenimientos, con el fin de ingresar directamente para mayor eficiencia, o en caso de confusiones tener un manual de las diversas rutinas en la pantalla para acceso del técnico.

El programa Crimson 3.0 cuenta con diversas figuras o herramientas para la elaboración de este tipo de pantallas de visualización, lo que permite un acabado estético y con bastantes funcionalidades de una interfaz humano-máquina. Primeramente, se realizó la pantalla de inicio:

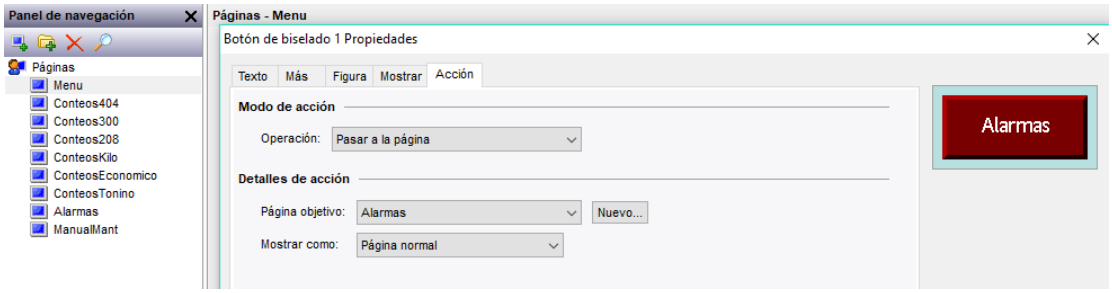
**Figura 60: Pantalla de inicio**




**Fuente propia**

Esta pantalla tiene diferentes botones a los que se les dio la funcionalidad de cambiar de página a las demás pantallas realizadas. Además de esto se añadió una de las funcionalidades del equipo que permite al visualizador de usuarios entrar en pantallas restringidas. Esto para llevar un registro de los técnicos que atienden las alarmas de las máquinas. Además, se añadió, al igual que en las demás pantallas, un visor de alarmas activas en la parte inferior de la pantalla.

**Figura 61: configuración cambio de página**

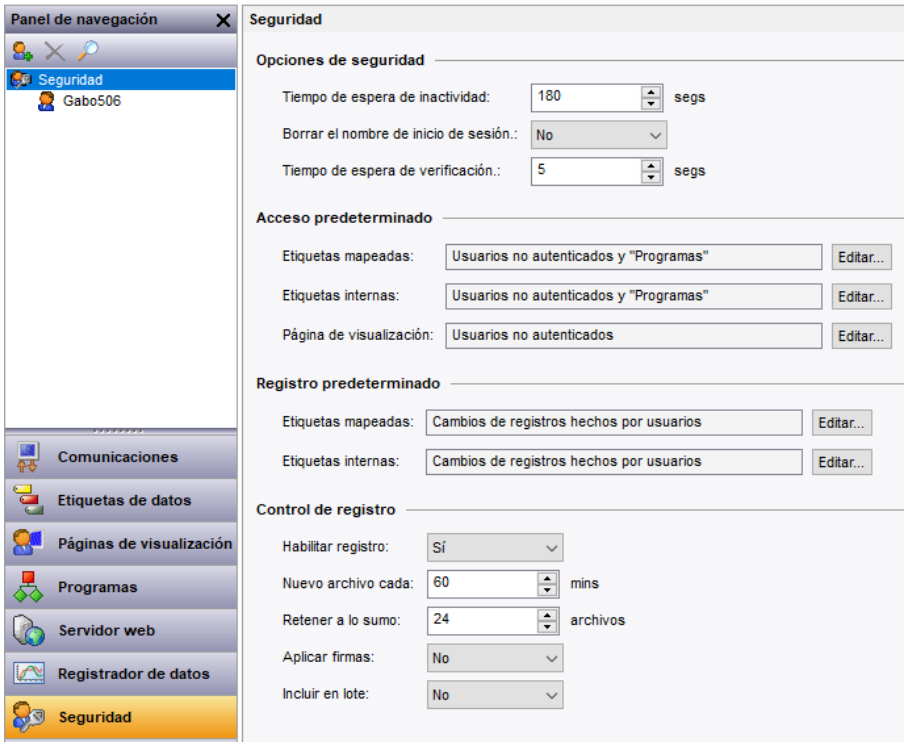



**Fuente propia**

Para el sistema de registro de acceso a la página de alarmas el visualizador enseñará los usuarios que hayan entrado a las pantallas que requieren derechos de usuario. Para esto el programa permite la creación de usuarios con derechos específicos, por lo que diferentes usuarios pueden no ser capaces de entrar a las mismas páginas del sistema. Para esta propuesta solo se usó un derecho de usuario porque solo los técnicos tendrían acceso a las pantallas bloqueadas.

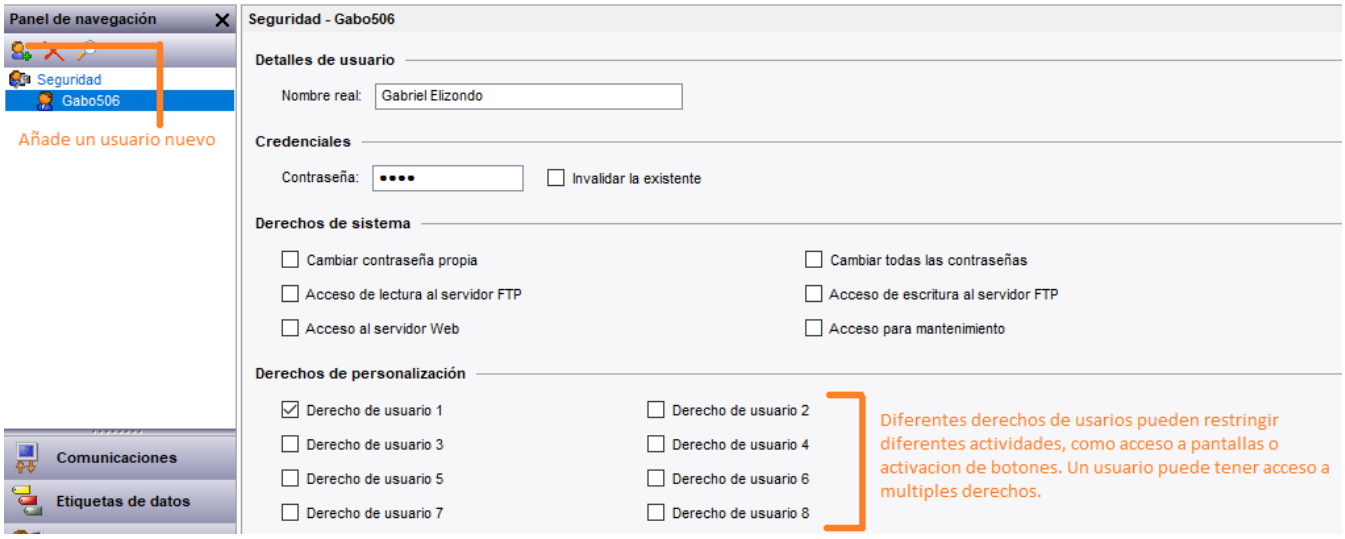
En esta propuesta se pensó en crear este sistema para los técnicos encargados, para que estos tengan acceso a los mantenimientos y a la página de alarmas, y lleven así un registro de quién y a qué hora revisó la alerta. Este sistema resulta útil para llevar un buen registro de la efectividad de los técnicos para atender llamadas, comparado con la hora en que se emitió la alarma. Cada usuario creado tendrá una contraseña distinta, por lo cual en lo posible no debería ser posible el acceso con el usuario de otra persona.

## Figura 62: Configuración de sistema de seguridad




**Fuente propia**

## Figura 63: Configuración de usuario de sistema de seguridad




**Fuente propia**

La próxima pantalla en ser realizada fueron la las de monitoreo de datos, las realmente más importantes de esta propuesta, dado que en esta pantalla se visualizan los datos de los conteos provenientes del PLC, los conteos e indicadores de los horómetros, las eficiencias y los porcentajes de completamiento.

Estas pantallas se realizaron para cada uno de los módulos que se manejan en la línea de producción. Se utilizó la misma plantilla para cada una porque, como se mencionó en apartados anteriores, el sistema busca monitorear los mismos tipos de variables, solamente utilizando las variables destinadas para cada módulo en su respectiva pantalla.

Es importante mencionar que el software Crimson 3.0 permite visualizar las variables creadas en las pantallas, por lo cual los datos provenientes del PLC al ya haber sido mapeados con anterioridad podrán ser visualizados directamente en las pantallas respectivas.

Utilizando las diferentes herramientas que ofrecen las primitivas del software se obtuvo un acabado para la plantilla por utilizar para los seis módulos, que tuvo la capacidad de mostrar todas las variables por monitorear de una manera ordenada y estética.  La plantilla utilizada para la realización de esta propuesta se puede apreciar en la figura 64.

**Figura 64: Plantilla para páginas de visualización de monitoreo**

**Fuente propia**

Para los horómetros la empresa establece que la línea trabaja jornadas de ocho horas, cinco días a la semana, por lo que las horas establecidos para los horómetros fueron ocho horas para diarios, 40 para semanales y 160 horas para mensuales. En la figura 64 se observa que se utilizaron tres indicadores que se encienden cuando el horómetro destinado, sea diario, semanal o mensual, llegue al tiempo establecido para cada uno de estos; además de enviar la señal de alarma por necesidad de mantenimiento.

Para que los conteos de los horómetros puedan ser visualizados en horas se crearon nuevas variables numéricas, las cuales fueran establecidas como función, como una operación matemática con la que se realiza una conversión de segundos a horas, de la siguiente manera:

$$X\ segundos * \frac{1\ min}{60s} * \frac{1H}{60min}$$

Según esta fórmula, en la que “x” es la cantidad de segundos de conteo, también se añadieron los botones para reinicio de los horómetros en caso de ser necesario, los cuales también están protegidos por derechos de usuario. Además, se añadieron botones de navegación para trasladarse entre las diferentes pantallas del programa.

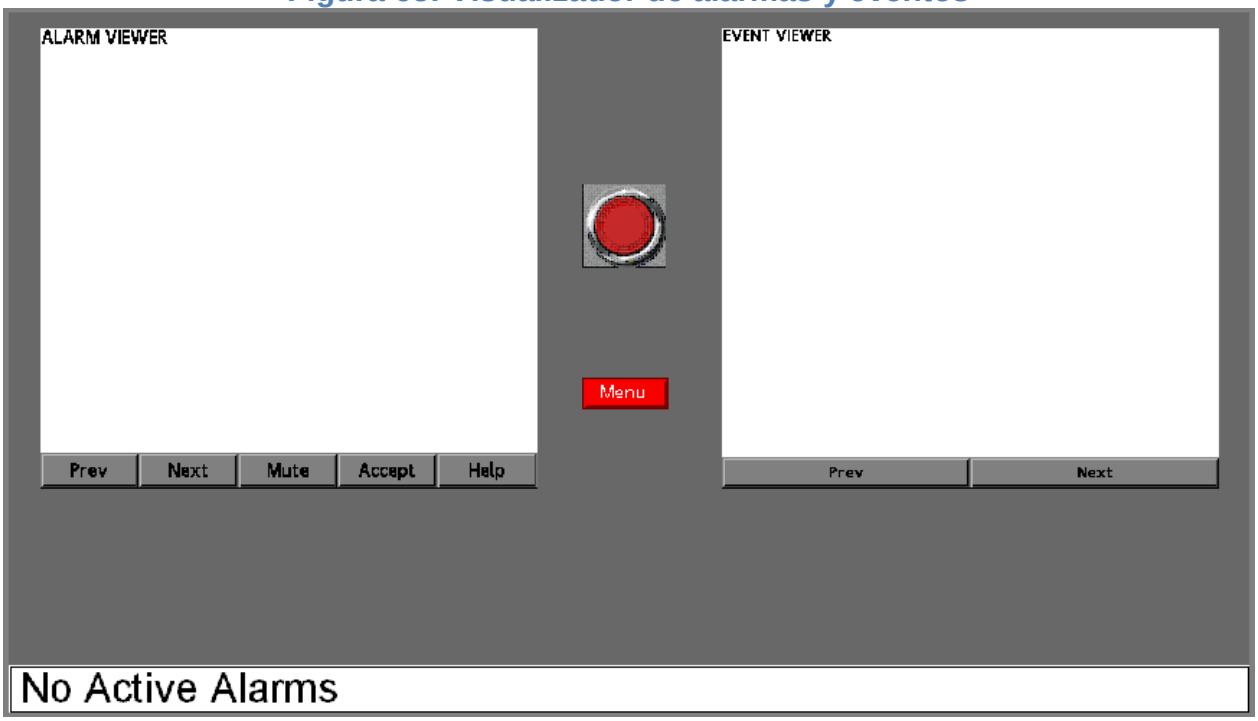
Posteriormente se integraron las variables provenientes del controlador programable y las operaciones realizadas con los datos de este, en este caso el conteo de producción, eficiencia y porcentaje de completamiento. Para la variable meta, como fue mencionado en apartados anteriores, se introdujo una variable interna y se dio la posibilidad de modificar este valor según las necesidades de medición. Para el porcentaje de completamiento también se utilizó una primitiva que se rellena según el porcentaje se acerca a 100%.

Para terminar la propuesta de páginas de visualización se realizaron las pantallas de alarmas y manuales de mantenimiento. Para la pantalla de alarmas se utilizaron dos de las herramientas especializadas que brindan las primitivas, como es el caso del visor de alarmas, que enseñará las que estén activas, la hora y el día en que sucedieron. El seguirá lanzando la señal de alerta hasta que el técnico a cargo acepte la alarma en el visualizador, para realizar la revisión de la falla, momento en que la alarma se borrará de la lista.

En el caso del visualizador de eventos este va guardando todo evento que suceda en la máquina con fechas y horas, guardando las horas en que sucedieron las fallas y a qué hora fueron atendidas, por lo que en conjunto con el visualizador de alarmas resultan herramientas muy útiles para el técnico y encargado, ya que permiten ver cuáles son las posibles fallas, y ver a qué horas sucedieron y fueron atendidas. Se instaló un botón de reinicio para las alarmas mediante una

variable binaria interna, ya que estas deben ser apagadas una vez aceptadas y realizada la revisión pertinente.

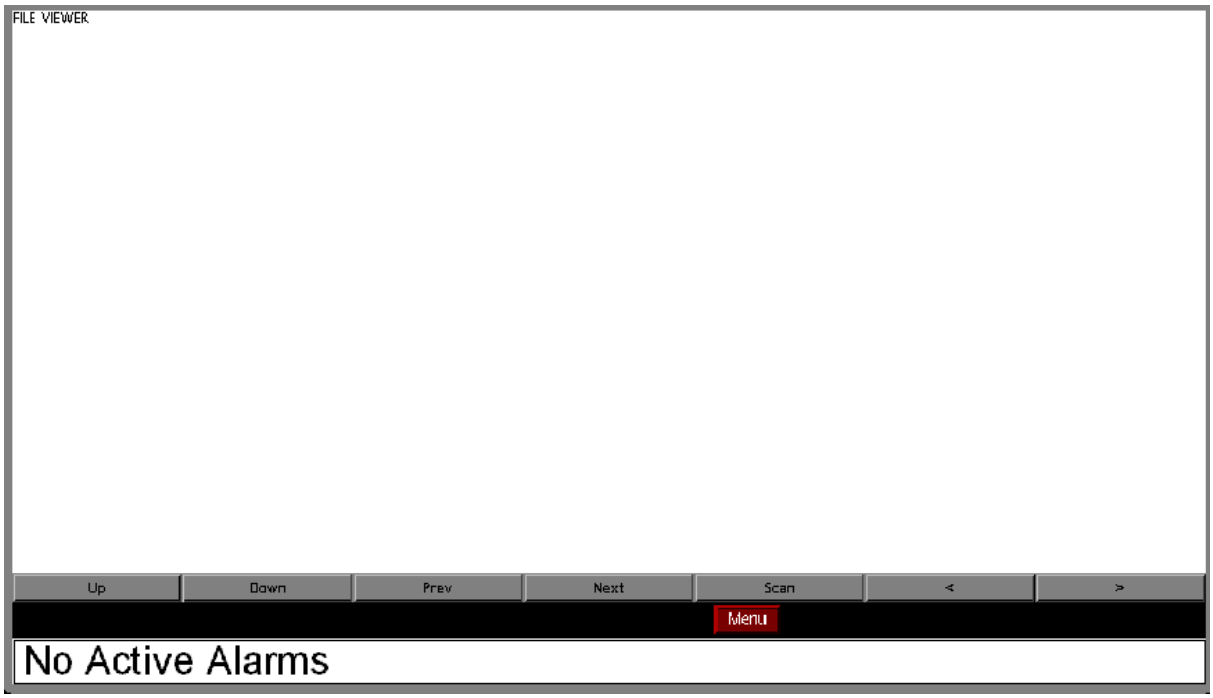
**Figura 65: Visualizador de alarmas y eventos**




**Fuente propia**

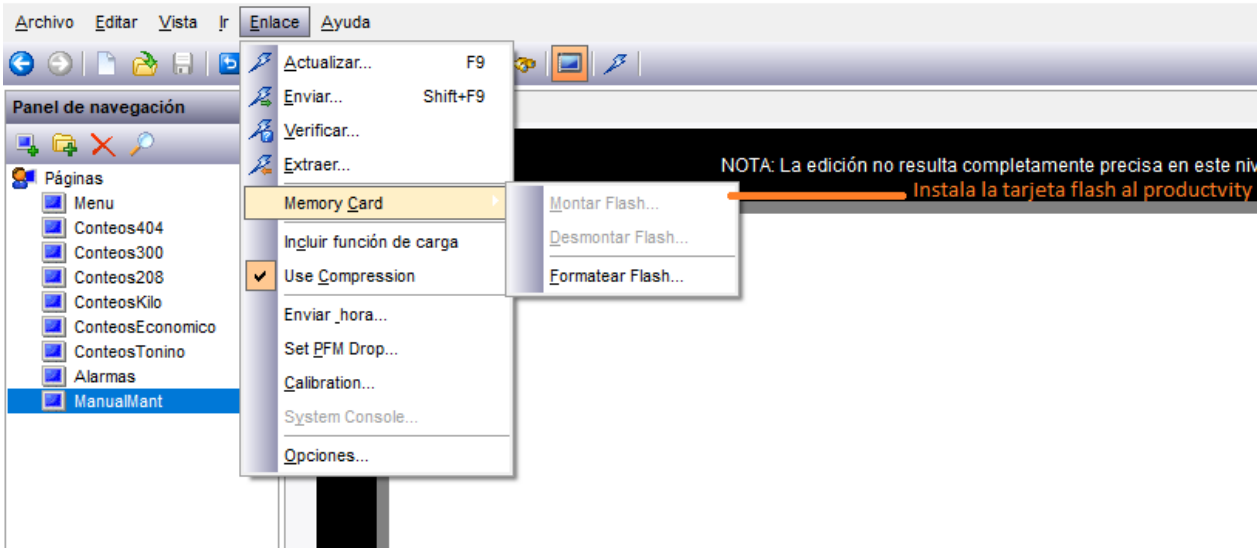
Para el caso de página dedicada a las rutinas de mantenimiento se propone el uso de la tarjeta de memoria Compact Flash del Productvity Station, para poder cargar los archivos de texto que contengan las rutinas de mantenimiento, pues el visualizador de archivos puede recibir este tipo de archivos y leerlos mediante la tarjeta de memoria. Esta tarjeta se instala físicamente en el equipo y luego mediante el software se hace que el dispositivo lo instale y lea los archivos instalados. En las figuras 66 y 67 se observan el acabado de la pantalla y el montaje de tarjeta de memoria en el software.

## Figura 66 : Página de rutinas de mantenimiento




**Fuente propia**

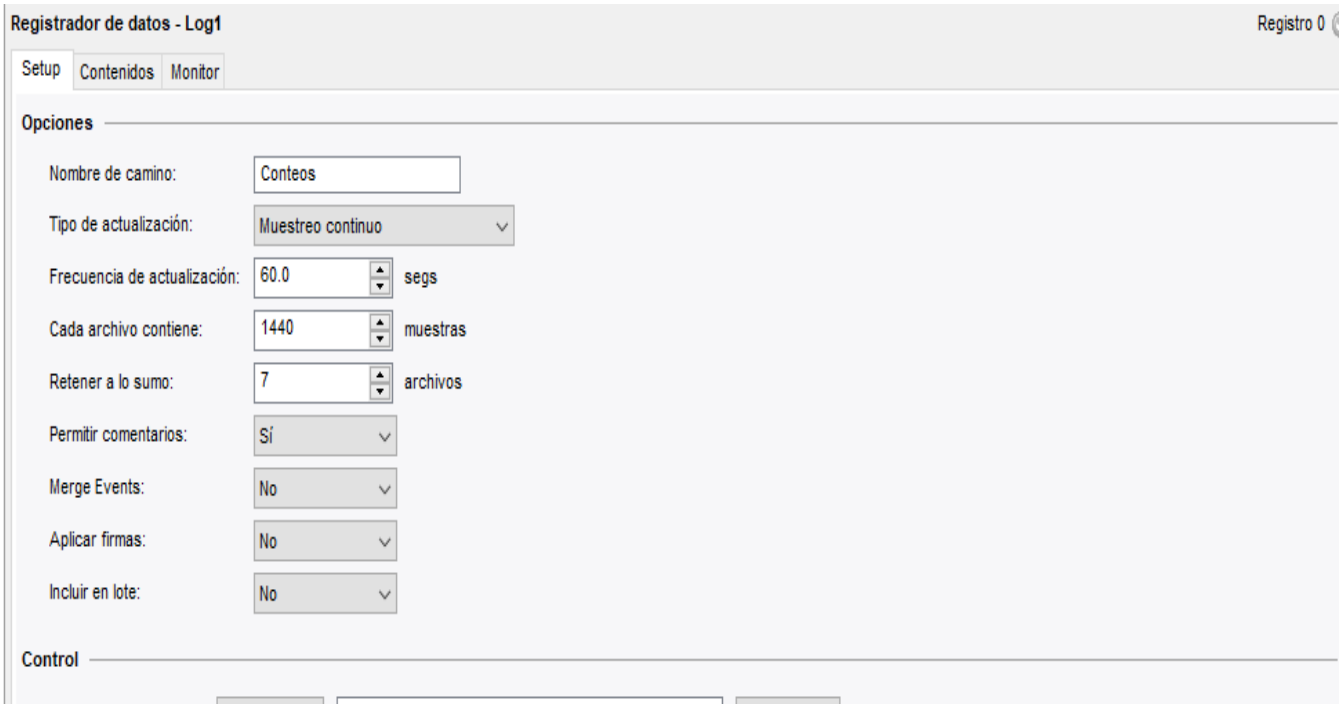
## Figura 67: Instalación de tarjeta Memory Flash




**Fuente propia**

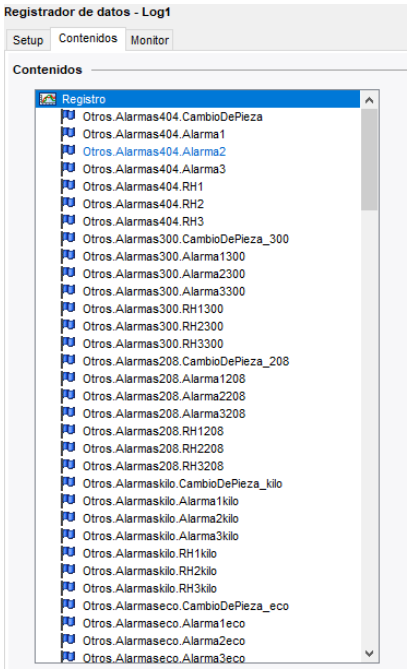
Finalmente, como adicionales para esta propuesta se habilitaron las funcionalidades de registro de datos y servidor web. En el caso del registrador de datos este guarda un archivo en la tarjeta flash con muestreos de las variables que se controlan en el sistema, lo cual resulta útil para la adquisición y comparación de datos para los departamentos de producción y para análisis de producción y eficiencias. En este caso se buscaría monitorear las diversas variables del sistema, en especial los horómetros, alarmas y conteos de producción, por lo cual estos serían los que se pondrían a medir en el registro.

**Figura 68: Configuración del registro de datos**




**Fuente propia**

**Figura 69: Datos de monitoreo de registro de datos**

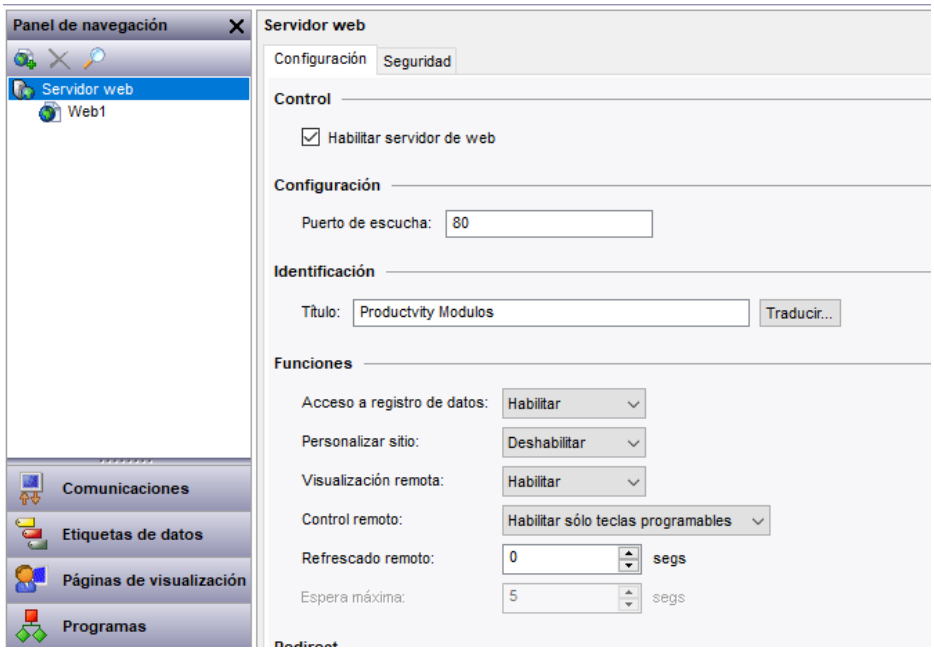



**Fuente propia**

En el caso del servidor web este habilita una página web local que permitiría a los encargados el acceso y observar remotamente el estado de la producción y su funcionamiento correcto. Este punto se deja como opcional en la propuesta, ya que depende de una conexión a la red, sea que el Productvity transmita la información por medio de una red inalámbrica, o cableado.

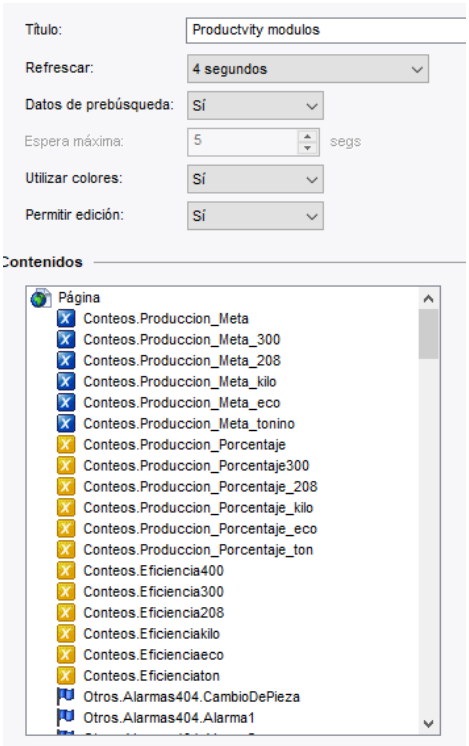
En el caso de hacerlo por red inalámbrica se necesitaría poder conectarse a la red de la empresa, lo que puede traer trabas para su realización por el estado saturado de la red de la empresa, y en el caso de la forma cableada requeriría una inversión mayor por los equipos por comprar y por la inversión en infraestructura. Las variables por monitorear en este caso serían las mismas que en el registro de datos, ya que son las variables más importantes del sistema.

## Figura 70: Configuración de Servidor Web




**Fuente propia**

## Figura 71: Datos por monitorear en servidor web




**Fuente propia**

## Referencias

Bauerschmitt, R. (2016). ¿Qué son y para qué sirven los sistemas SCADA? *Revista Electroindustria*, 1.

IEC. (2013). *IEC 61131-3.* IEC.

ISO. (2006). *ISO 9241-110.*

Laughton, M., & Warne, D. (2003). *Electrical Engineer's Reference Book.* Newnes.

Mitsubishi Electric. (1999). *FX Series Programming Manual.* Mitsubishi Electric.

Mitsubishi Electric. (2011). *GX Works2 Operating Manual.* Mitsubishi Electric.

Mitsubishi Electric. (2015). *FX3G Series User Manual Hardware Edition .*

RedLion Controls. (2009). *Manual Crimson 3.0.* RedLion Controls.

# Apéndices

## Apéndice 1

24/10/2018
10:58 AM

Página: 1
RCO2001P-E1

Envases Comeca, S.A.

Listado Eficiencias Por Operación (EF-1)

Del 01/07/2018 Al 15/10/2018 Planta 2

| Máquina | Fecha | Orden | Artículo | Descripción | Horas S | Horas SN | Horas N | Producción Operación Buena | Horas Teoricas | Horas Reales | Velocidad Teorica | Eficiencia |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7-8 | 02/07/2018 | OR-17547 | 300408-18 | Cons 300/214x408 BPANI Blan/Tra (Clase B) | 0.17 | 0.00 | 0.00 | 2,925F | 0.22 | 0.17 | 13,200 | 132.95 |
| | 02/07/2018 | OR-19053 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 0.00 | 0.67 | 1.17 | 0F | 0.03 | 1.83 | 24,000 | 0.00 |
| | 03/07/2018 | OR-19053 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 1.92 | 5.17 | 0.00 | 39,900F | 1.65 | 7.08 | 24,000 | 23.47 |
| | 04/07/2018 | OR-19053 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 9.17 | 1.67 | 0.17 | 207,480F | 8.65 | 11.00 | 24,000 | 78.59 |
| | 05/07/2018 | OR-19053 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 7.18 | 1.42 | 1.23 | 167,580F | 6.98 | 9.83 | 24,000 | 71.01 |
| | 06/07/2018 | OR-19053 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 8.00 | 1.00 | 0.33 | 187,530F | 7.81 | 9.33 | 24,000 | 83.72 |
| | 06/07/2018 | OR-19322 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 2.42 | 0.00 | 0.08 | 59,850F | 2.49 | 2.50 | 24,000 | 99.70 |
| | 07/07/2018 | OR-7547 | 300408-18 | Cons 300/214x408 BPANI Blan/Tra (Clase B) | 0.75 | 0.00 | 0.00 | 2,925F | 0.22 | 0.75 | 13,200 | 28.85 |
| | 07/07/2018 | OR-18855 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Slst Int AF | 0.25 | 0.00 | 0.00 | 5,850F | 0.26 | 0.25 | 22,200 | 105.41 |
| | 07/07/2018 | OR-19322 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 2.75 | 1.75 | 0.00 | 103,740F | 4.32 | 4.50 | 24,000 | 96.06 |
| | 07/07/2018 | OR-19631 | 300408-17 | Cons 300/214x408 Blan/Tran (Clase C) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 2,925F | 0.22 | 1.00 | 13,200 | 22.19 |
| | 09/07/2018 | OR-18855 | 300408-07 | Cons 390x408 Blanco/Trans Slst Int AF | 1.80 | 0.00 | 0.00 | 32,175F | 1.45 | 1.60 | 22,200 | 90.58 |
| | 09/07/2018 | OR-18855 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 1.83 | 0.75 | 0.17 | 38,025F | 1.71 | 2.75 | 22,200 | 62.29 |
| | 09/07/2018 | OR-19053 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 3,900F | 0.17 | 0.08 | 24,000 | 199.50 |
| | 10/07/2018 | OR-18855 | 300408-07 | Cons 390x408 Blanco/Trans Slst Int AF | 0.42 | 0.00 | 0.00 | 2,925F | 0.13 | 0.42 | 22,200 | 31.62 |
| | 10/07/2018 | OR-18856 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 9.08 | 2.75 | 0.58 | 204,750F | 9.22 | 12.42 | 22,200 | 74.28 |
| | 11/07/2018 | OR-18855 | 300408-07 | Cons 390x408 Blanco/Trans Slst Int AF | 1.00 | 0.17 | 0.00 | 8,775F | 0.40 | 1.17 | 22,200 | 33.88 |
| | 11/07/2018 | OR-18856 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 2.58 | 0.33 | 0.42 | 37,750F | 1.65 | 3.33 | 22,200 | 118.55 |
| | 11/07/2018 | OR-19537 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 4.17 | 0.08 | 0.17 | 76,050F | 3.43 | 4.42 | 22,200 | 77.56 |
| | 12/07/2018 | OR-19322 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0F | 0.00 | 0.00 | 24,000 | 0.00 |
| | 12/07/2018 | OR-19701 | 307409-19 | Cons 307x409 Tipo S/Trans (Clase C) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 13,650F | 0.72 | 1.00 | 19,000 | 71.84 |
| | 13/07/2018 | OR-19322 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 8.12 | 3.05 | 0.33 | 191,520F | 7.98 | 11.50 | 24,000 | 69.39 |
| | 14/07/2018 | OR-19701 | 307409-19 | Cons 307x409 Tipo S/Trans (Clase C) | 0.33 | 0.00 | 0.00 | 5,460F | 0.29 | 0.33 | 19,000 | 86.21 |
| | 14/07/2018 | OR-19322 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 9.50 | 1.33 | 0.33 | 223,440F | 9.31 | 11.17 | 24,000 | 83.37 |
| | 16/07/2018 | OR-18123 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0F | 0.00 | 0.02 | 24,000 | 0.00 |
| | 16/07/2018 | OR-18695 | 307409-16 | Cons 307/306x409 S Int/ Tran sfd Fo Alum. | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0F | 0.00 | 0.02 | 19,000 | 0.00 |
| | 16/07/2018 | OR-18856 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 0.55 | 0.00 | 0.25 | 120F | 0.01 | 0.80 | 22,200 | 0.68 |
| | 16/07/2018 | OR-19322 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 4.83 | 0.83 | 0.42 | 127,680F | 5.32 | 6.08 | 24,000 | 87.45 |
| | 17/07/2018 | OR-19322 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 0.25 | 0.00 | 0.00 | 3,990F | 0.17 | 0.25 | 24,000 | 66.50 |
| | 19/07/2018 | OR-17216 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0F | 0.00 | 0.02 | 24,000 | 0.00 |
| | 19/07/2018 | OR-17892 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0F | 0.00 | 0.02 | 24,000 | 0.00 |
| | 19/07/2018 | OR-18167 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0F | 0.00 | 0.03 | 24,000 | 0.00 |
| | 19/07/2018 | OR-18853 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0F | 0.00 | 0.02 | 24,000 | 0.00 |
| | 19/07/2018 | OR-19322 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0F | 0.00 | 0.03 | 24,000 | 0.00 |
| | 20/07/2018 | OR-18167 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 0.25 | 0.00 | 0.00 | 3,990F | 0.17 | 0.25 | 24,000 | 66.50 |
| | 20/07/2018 | OR-18855 | 300408-07 | Cons 390x408 Blanco/Trans Slst Int AF | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0F | 0.00 | 0.00 | 22,200 | 0.00 |
| | 20/07/2018 | OR-19065 | 307203-00 | 006-Cons 307x205 Alum /Trans c/rel | 0.25 | 0.00 | 0.00 | 3,960F | 0.17 | 0.25 | 24,000 | 66.50 |
| | 21/07/2018 | OR-18855 | 300408-07 | Cons 390x408 Blanco/Trans Slst Int AF | 1.58 | 1.00 | 0.00 | 29,250F | 1.32 | 2.58 | 22,200 | 51.09 |
| | 21/07/2018 | OR-19537 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 0.33 | 0.00 | 0.00 | 0F | 0.00 | 0.33 | 22,200 | 0.00 |
| | 21/07/2018 | OR-19596 | 300408-07 | Cons 390x408 Blanco/Trans Slst Int AF | 2.25 | 0.67 | 0.25 | 49,725F | 2.24 | 3.17 | 22,200 | 70.73 |
| | 21/07/2018 | OR-19600 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 4.25 | 0.00 | 0.17 | 98,525F | 4.35 | 4.42 | 22,200 | 98.44 |
| | 23/07/2018 | OR-18855 | 300408-07 | Cons 390x408 Blanco/Trans Slst Int AF | 0.75 | 0.00 | 0.00 | 8,775F | 0.40 | 0.75 | 22,200 | 52.70 |
| | 23/07/2018 | OR-18856 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0F | 0.00 | 0.08 | 22,200 | 5.19 |

# Envases Comeca, S.A.

## Listado Eficiencias Por Operación (EF-1)

### Del 01/07/2018 Al 15/10/2018 Planta 2

| Máquina | Fecha | Orden | Articulo | Descripción | Horas S | Horas SN | Horas N | Producción Buena | Opera-ción | Horas Teoricas | Horas Reales | Velocidad Teorica | Eficiencia |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7-8 | 23/07/2018 | OR-19322 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 0.25 | 0.00 | 0.00 | 3,990 | F | 0.17 | 0.25 | 24,000 | 66.50 |
| | 23/07/2018 | OR-19599 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 0.25 | 0.00 | 0.00 | 2,925 | F | 0.13 | 0.25 | 22,200 | 52.70 |
| | 24/07/2018 | OR-18855 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 0.47 | 0.00 | 0.00 | 5,850 | F | 0.26 | 0.47 | 22,200 | 56.47 |
| | 24/07/2018 | OR-19053 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0 | F | 0.00 | 0.02 | 24,000 | 0.00 |
| | 24/07/2018 | OR-19384 | 307304-02 | Cons 307x304 BPANI Blanco/Trans Ext | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0 | F | 0.00 | 0.02 | 19,000 | 0.00 |
| | 27/07/2018 | OR-19322 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 2.83 | 0.25 | 0.17 | 55,860 | F | 2.33 | 3.25 | 24,000 | 71.62 |
| | 30/07/2018 | OR-19322 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 4.17 | 1.67 | 0.33 | 99,750 | F | 4.16 | 6.17 | 24,000 | 67.40 |
| | 31/07/2018 | OR-19322 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 4.50 | 1.83 | 0.33 | 107,730 | F | 4.49 | 6.67 | 24,000 | 67.33 |
| | 01/08/2018 | OR-19160 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 3,990 | F | 0.17 | 0.03 | 24,000 | 498.75 |
| | 01/08/2018 | OR-19322 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 4.58 | 1.75 | 0.17 | 111,720 | F | 4.66 | 6.50 | 24,000 | 71.62 |
| | 03/08/2018 | OR-19160 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 0.25 | 0.00 | 0.00 | 115,710 | F | 4.82 | 0.25 | 24,000 | ********* |
| | 03/08/2018 | OR-19322 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 3.70 | 0.75 | 0.17 | 19,950 | F | 0.83 | 4.62 | 24,000 | 18.01 |
| | 04/08/2018 | OR-19160 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 2.83 | 3.33 | 0.33 | 63,840 | F | 2.66 | 6.50 | 24,000 | 40.92 |
| | 06/08/2018 | OR-19160 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 5.70 | 0.33 | 0.58 | 119,700 | F | 4.99 | 6.62 | 24,000 | 75.38 |
| | 06/08/2018 | OR-19322 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0 | F | 0.00 | 0.05 | 24,000 | 0.00 |
| | 07/08/2018 | OR-19160 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 5.02 | 0.00 | 0.00 | 119,700 | F | 4.99 | 5.02 | 24,000 | 99.42 |
| | 08/08/2018 | OR-18855 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 17,550 | F | 0.79 | 1.00 | 22,200 | 79.05 |
| | 08/08/2018 | OR-19597 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0 | F | 0.00 | 0.00 | 22,200 | 0.00 |
| | 09/08/2018 | OR-19322 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 0.58 | 0.00 | 0.00 | 7,980 | F | 0.33 | 0.58 | 24,000 | 57.00 |
| | 09/08/2018 | OR-19597 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 1.25 | 0.00 | 0.00 | 38,025 | F | 1.71 | 1.25 | 22,200 | 137.03 |
| | 10/08/2018 | OR-18460 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0 | F | 0.00 | 0.02 | 22,200 | 0.00 |
| | 10/08/2018 | OR-18855 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 0.33 | 0.00 | 0.00 | 5,850 | F | 0.26 | 0.33 | 22,200 | 79.05 |
| | 10/08/2018 | OR-18856 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0 | F | 0.00 | 0.05 | 22,200 | 0.00 |
| | 10/08/2018 | OR-19322 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0 | F | 0.00 | 0.02 | 24,000 | 0.00 |
| | 10/08/2018 | OR-19600 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 0.75 | 0.33 | 0.00 | 20,475 | F | 0.92 | 1.08 | 22,200 | 85.14 |
| | 11/08/2018 | OR-18855 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 0.42 | 0.00 | 0.00 | 5,850 | F | 0.26 | 0.42 | 22,200 | 63.24 |
| | 11/08/2018 | OR-19600 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 1.75 | 0.00 | 0.00 | 49,725 | F | 2.24 | 1.75 | 22,200 | 127.99 |
| | 13/08/2018 | OR-19600 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 2.25 | 0.00 | 0.00 | 46,800 | F | 2.11 | 2.25 | 22,200 | 93.69 |
| | 13/08/2018 | OR-19702 | 211300-06 | Cons 211x300 Blanc/Trans (Clase C) | 0.25 | 0.00 | 0.00 | 5,472 | F | 0.39 | 0.25 | 14,000 | 156.34 |
| | 13/08/2018 | OR-19703 | 211300-07 | Cons 211x300 Tipo S Int/Trans (Clase C) | 0.50 | 0.00 | 0.00 | 43,776 | F | 3.13 | 0.50 | 14,000 | 625.37 |
| | 14/08/2018 | OR-18855 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 0.58 | 0.00 | 0.00 | 2,925 | F | 0.13 | 0.58 | 22,200 | 22.59 |
| | 14/08/2018 | OR-19600 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 1.75 | 0.00 | 0.00 | 46,800 | F | 2.11 | 1.75 | 22,200 | 120.46 |
| | 16/08/2018 | OR-12896 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 0.42 | 0.00 | 0.00 | 14,625 | F | 0.66 | 0.42 | 22,200 | 158.11 |
| | 16/08/2018 | OR-16929 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 0.58 | 0.50 | 0.00 | 0 | F | 0.00 | 1.08 | 22,200 | 0.00 |
| | 16/08/2018 | OR-19597 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 0.58 | 0.00 | 0.00 | 14,625 | F | 0.66 | 0.58 | 22,200 | 112.93 |
| | 17/08/2018 | OR-17547 | 300408-18 | Cons 300/214x408 BPANI Blan/Tra (Clase B) | 0.25 | 0.00 | 0.00 | 2,925 | F | 0.22 | 0.25 | 13,200 | 88.64 |
| | 17/08/2018 | OR-18855 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 0.42 | 0.00 | 0.00 | 2,925 | F | 0.13 | 0.42 | 22,200 | 31.62 |
| | 17/08/2018 | OR-19053 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0 | F | 0.00 | 0.08 | 24,000 | 0.00 |
| | 17/08/2018 | OR-19597 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 40,950 | F | 1.84 | 1.50 | 22,200 | 122.97 |
| | 18/08/2018 | OR-19597 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 0.58 | 0.00 | 0.00 | 2,925 | F | 0.13 | 0.58 | 22,200 | 22.59 |
| | 18/08/2018 | OR-19598 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 0.42 | 0.00 | 0.00 | 14,625 | F | 0.66 | 0.42 | 22,200 | 158.11 |
| | 18/08/2018 | OR-19600 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 1.17 | 0.00 | 0.00 | 29,250 | F | 1.32 | 1.17 | 22,200 | 112.93 |
| | 20/08/2018 | OR-19598 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 2.08 | 0.00 | 0.00 | 38,025 | F | 1.71 | 2.08 | 22,200 | 82.22 |
| | 20/08/2018 | OR-19600 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 0.33 | 0.00 | 0.00 | 5,850 | F | 0.26 | 0.33 | 22,200 | 79.05 |

# Envases Comeca, S.A.

## Listado Eficiencias Por Operación (EF-1)

### Del 01/07/2018 Al 15/10/2018 Planta 2

| Máquina | Fecha | Orden | Artículo | Descripción | Horas S | Horas SN | Horas N | Producción Buena | Opera-ción | Horas Teoricas | Horas Reales | Velocidad Teorica | Eficiencia |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7-8 | 21/08/2018 | OR-12896 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0F | | 0.00 | 0.02 | 22,200 | 0.00 |
| | 21/08/2018 | OR-19053 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0F | | 0.00 | 0.02 | 24,000 | 0.00 |
| | 21/08/2018 | OR-19597 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 2,925F | | 0.13 | 0.05 | 22,200 | 263.51 |
| | 21/08/2018 | OR-19598 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 3.17 | 0.17 | 0.00 | 43,875F | | 1.98 | 3.33 | 22,200 | 59.29 |
| | 23/08/2018 | OR-19999 | 307409-14 | Cons 307x409 S/Tran / Fo Alum. Clase B | 7.00 | 0.83 | 0.33 | 111,930F | | 5.89 | 8.17 | 19,000 | 72.14 |
| | 24/08/2018 | OR-19999 | 307409-14 | Cons 307x409 S/Tran / Fo Alum. Clase B | 11.08 | 1.17 | 0.58 | 166,530F | | 8.76 | 12.83 | 19,000 | 68.30 |
| | 25/08/2018 | OR-19999 | 307409-14 | Cons 307x409 S/Tran / Fo Alum. Clase B | 9.00 | 1.83 | 0.42 | 144,690F | | 7.62 | 11.25 | 19,000 | 67.69 |
| | 27/08/2018 | OR-19598 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0F | | 0.00 | 0.03 | 22,200 | 0.00 |
| | 28/08/2018 | OR-19598 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 3.00 | 1.75 | 1.42 | 43,875F | | 1.98 | 6.17 | 22,200 | 32.05 |
| | 29/08/2018 | OR-19597 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 1.83 | 0.00 | 0.17 | 8,775F | | 0.40 | 2.00 | 22,200 | 19.76 |
| | 29/08/2018 | OR-19598 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 3.25 | 0.67 | 0.17 | 105,300F | | 4.74 | 4.08 | 22,200 | 116.16 |
| | 30/08/2018 | OR-19597 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 2.33 | 0.83 | 0.25 | 5,850F | | 0.26 | 3.42 | 22,200 | 7.71 |
| | 30/08/2018 | OR-19598 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 1.25 | 0.67 | 0.08 | 67,275F | | 3.03 | 2.00 | 22,200 | 151.52 |
| | 30/08/2018 | OR-19801 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 0.75 | 0.42 | 0.17 | 2,925F | | 0.13 | 1.33 | 22,200 | 9.88 |
| | 30/08/2018 | OR-20077 | 211213-04 | Cons 211/208.5x213 BPANI Blanco int/Trans ext (Clase B) | 0.33 | 0.00 | 0.00 | 21,504F | | 1.54 | 0.33 | 14,000 | 460.80 |
| | 31/08/2018 | OR-19598 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 1.08 | 0.33 | 0.00 | 29,250F | | 1.32 | 1.42 | 22,200 | 93.00 |
| | 31/08/2018 | OR-19599 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 1.92 | 0.00 | 0.17 | 5,850F | | 0.26 | 2.08 | 22,200 | 12.65 |
| | 31/08/2018 | OR-19801 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 2.08 | 1.08 | 0.17 | 58,500F | | 2.64 | 3.33 | 22,200 | 79.05 |
| | 01/09/2018 | OR-19597 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 0.42 | 0.00 | 0.00 | 11,700F | | 0.53 | 0.42 | 22,200 | 126.49 |
| | 01/09/2018 | OR-19801 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 4.92 | 0.17 | 0.50 | 96,525F | | 4.35 | 5.58 | 22,200 | 77.87 |
| | 03/09/2018 | OR-18566 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0F | | 0.00 | 0.00 | 22,200 | 0.00 |
| | 03/09/2018 | OR-19597 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 1.02 | 0.33 | 0.17 | 43,875F | | 1.98 | 1.52 | 22,200 | 130.31 |
| | 03/09/2018 | OR-19599 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 3.08 | 0.75 | 0.00 | 43,875F | | 1.98 | 3.83 | 22,200 | 51.56 |
| | 04/09/2018 | OR-18566 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 1.65 | 2.92 | 0.18 | 43,875F | | 1.98 | 4.75 | 22,200 | 41.61 |
| | 04/09/2018 | OR-18856 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 0.58 | 0.00 | 0.00 | 2,925F | | 0.13 | 0.58 | 22,200 | 22.59 |
| | 04/09/2018 | OR-19597 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 0.67 | 0.00 | 0.00 | 5,850F | | 0.26 | 0.67 | 22,200 | 39.53 |
| | 05/09/2018 | OR-16061 | 401411-28 | Cons 401/315x411 BPANI Blanco/Trans 0.20 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0F | | 0.00 | 0.03 | 12,000 | 0.00 |
| | 05/09/2018 | OR-17256 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 1.02 | 0.00 | 0.17 | 17,550F | | 0.79 | 1.18 | 22,200 | 66.81 |
| | 05/09/2018 | OR-17547 | 300408-18 | Cons 300/214x408 BPANI Blan/Tra (Clase B) | 0.75 | 0.00 | 0.00 | 11,700F | | 0.89 | 0.75 | 13,200 | 118.18 |
| | 05/09/2018 | OR-18856 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 1.33 | 1.25 | 0.00 | 26,325F | | 1.19 | 2.58 | 22,200 | 45.90 |
| | 06/09/2018 | OR-17547 | 300408-18 | Cons 300/214x408 BPANI Blan/Tra (Clase B) | 0.17 | 0.00 | 0.00 | 2,925F | | 0.22 | 0.17 | 13,200 | 132.95 |
| | 06/09/2018 | OR-18856 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0F | | 0.00 | 0.00 | 22,200 | 0.00 |
| | 06/09/2018 | OR-19597 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 0.33 | 0.00 | 0.00 | 14,625F | | 0.66 | 0.33 | 22,200 | 197.64 |
| | 07/09/2018 | OR-19597 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 0.33 | 0.00 | 0.00 | 5,850F | | 0.26 | 0.33 | 22,200 | 79.05 |
| | 10/09/2018 | OR-18856 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0F | | 0.00 | 0.02 | 22,200 | 0.00 |
| | 10/09/2018 | OR-19598 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0F | | 0.00 | 0.05 | 22,200 | 0.00 |
| | 10/09/2018 | OR-19599 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 0.42 | 0.00 | 0.00 | 5,850F | | 0.26 | 0.42 | 22,200 | 63.24 |
| | 24/09/2018 | OR-19597 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0F | | 0.00 | 0.00 | 22,200 | 0.00 |
| | 25/09/2018 | OR-19597 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0F | | 0.00 | 0.00 | 22,200 | 0.00 |
| | 26/09/2018 | OR-19597 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0F | | 0.00 | 0.00 | 22,200 | 0.00 |
| | 27/09/2018 | OR-18566 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 0.15 | 0.00 | 0.17 | 8,775F | | 0.40 | 0.32 | 22,200 | 124.82 |
| | 27/09/2018 | OR-19186 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 0.17 | 0.00 | 0.00 | 0F | | 0.00 | 0.17 | 22,200 | 0.00 |
| | 27/09/2018 | OR-19599 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 1.92 | 0.33 | 0.00 | 32,175F | | 1.45 | 2.25 | 22,200 | 64.41 |
| | 27/09/2018 | OR-19801 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 4.92 | 0.42 | 0.17 | 93,600F | | 4.22 | 5.50 | 22,200 | 76.66 |

# Envases Comeca, S.A.

## Listado Eficiencias Por Operación (EF-1)

### Del 01/07/2018 Al 15/10/2018 Planta 2

| Máquina | Fecha | Orden | Artículo | Descripción | Horas S | Horas SN | Horas N | Producción Buena | Opera- ción | Horas Teoricas | Horas Reales | Velocidad Teorica | Eficiencia |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7-8 | 28/09/2018 | OR-19597 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 2.92 | 0.00 | 0.00 | 26,325 | F | 1.19 | 2.92 | 22,200 | 40.66 |
| | 28/09/2018 | OR-19801 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 7.33 | 1.17 | 0.33 | 210,600 | F | 9.49 | 8.83 | 22,200 | 107.39 |
| | 29/09/2018 | OR-18855 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 1.92 | 0.00 | 0.00 | 35,100 | F | 1.58 | 1.92 | 22,200 | 82.49 |
| | 29/09/2018 | OR-19597 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 3.33 | 0.17 | 0.17 | 73,125 | F | 3.29 | 3.67 | 22,200 | 89.83 |
| | 29/09/2018 | OR-19599 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 1.00 | 0.17 | 0.17 | 8,775 | F | 0.40 | 1.33 | 22,200 | 29.65 |
| | 29/09/2018 | OR-19802 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 1.58 | 0.00 | 0.17 | 52,650 | F | 2.37 | 1.75 | 22,200 | 135.52 |
| | 01/10/2018 | OR-19597 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 8.00 | 0.00 | 0.00 | 8,775 | F | 0.40 | 8.00 | 22,200 | 4.94 |
| | 03/10/2018 | OR-19802 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0 | F | 0.00 | 0.00 | 22,200 | 0.00 |
| | 04/10/2018 | OR-12896 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 0.25 | 0.00 | 0.00 | 2,925 | F | 0.13 | 0.25 | 22,200 | 52.70 |
| | 04/10/2018 | OR-16929 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 0.17 | 0.00 | 0.00 | 8,775 | F | 0.40 | 0.17 | 22,200 | 237.16 |
| | 04/10/2018 | OR-18855 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 0.17 | 0.00 | 0.00 | 8,775 | F | 0.40 | 0.17 | 22,200 | 237.16 |
| | 04/10/2018 | OR-19802 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 7.83 | 0.08 | 0.67 | 152,100 | F | 6.85 | 8.58 | 22,200 | 79.82 |
| | 05/10/2018 | OR-13051 | 300408P32 | Cons 300/214x408 Blanco Transp. | 0.75 | 0.00 | 0.00 | 11,700 | F | 0.62 | 0.75 | 19,000 | 82.11 |
| | 05/10/2018 | OR-15169 | 300408P37 | Cons 300x408 Blanco/Trans 4001S13V | 0.25 | 0.00 | 0.00 | 5,175 | F | 0.39 | 0.25 | 13,200 | 156.82 |
| | 05/10/2018 | OR-19186 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 0.75 | 0.08 | 0.00 | 14,625 | F | 0.66 | 0.83 | 22,200 | 79.05 |
| | 05/10/2018 | OR-19802 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 0.58 | 0.00 | 0.00 | 2,925 | F | 0.13 | 0.58 | 22,200 | 22.59 |
| | 05/10/2018 | OR-20100 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 6.58 | 0.58 | 0.67 | 155,025 | F | 6.98 | 7.83 | 22,200 | 89.15 |
| | 06/10/2018 | OR-18566 | 300408-12 | Cons 300/214x408 BPANI Blanco Int/Trans | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0 | F | 0.00 | 0.02 | 22,200 | 0.00 |
| | 06/10/2018 | OR-19597 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0 | F | 0.00 | 0.02 | 22,200 | 0.00 |
| | 06/10/2018 | OR-19722 | 211304-13 | Cons 211/208.5x304 Blanco Int/Trans | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0 | F | 0.00 | 0.02 | 14,000 | 0.00 |
| | 06/10/2018 | OR-20108 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 4.53 | 0.92 | 0.67 | 96,525 | F | 4.35 | 6.12 | 22,200 | 71.08 |
| | 08/10/2018 | OR-16929 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0 | F | 0.00 | 0.02 | 22,200 | 0.00 |
| | 08/10/2018 | OR-19599 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0 | F | 0.00 | 0.02 | 22,200 | 0.00 |
| | 08/10/2018 | OR-19942 | 300400P00 | Cons 300/214x400 Dorado/Trans | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0 | F | 0.00 | 0.00 | 13,200 | 0.00 |
| | 08/10/2018 | OR-20108 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 2,925 | F | 0.13 | 0.13 | 22,200 | 98.82 |
| | 09/10/2018 | OR-16020 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0 | F | 0.00 | 0.00 | 24,000 | 0.00 |
| | 09/10/2018 | OR-20108 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 0.17 | 0.00 | 0.00 | 5,850 | F | 0.26 | 0.17 | 22,200 | 158.11 |
| | 10/10/2018 | OR-20108 | 300408-07 | Cons 300x408 Blanco/Trans Sist Int AF | 0.50 | 0.00 | 0.00 | 5,850 | F | 0.26 | 0.50 | 22,200 | 52.70 |
| | 11/10/2018 | OR-19322 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0 | F | 0.00 | 0.03 | 24,000 | 0.00 |
| | 12/10/2018 | OR-19322 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0 | F | 0.00 | 0.03 | 24,000 | 0.00 |
| | 13/10/2018 | OR-19322 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 1.25 | 5.58 | 0.00 | 7,980 | F | 0.33 | 6.83 | 24,000 | 4.87 |
| | 15/10/2018 | OR-18111 | 307203-00 | 006-Cons 307x203 Alum /Trans c/rel | 0.18 | 3.50 | 0.17 | 3,990 | F | 0.17 | 3.85 | 24,000 | 4.32 |
| | | | | Totales | 265.93 | 61.55 | 16.42 | 5,469,573 | | 245.34 | 342.90 | 21,826 | 71.34 |

## Apéndice 2

**PLANTA PT 2 MEC_____Lineas Automáticas**

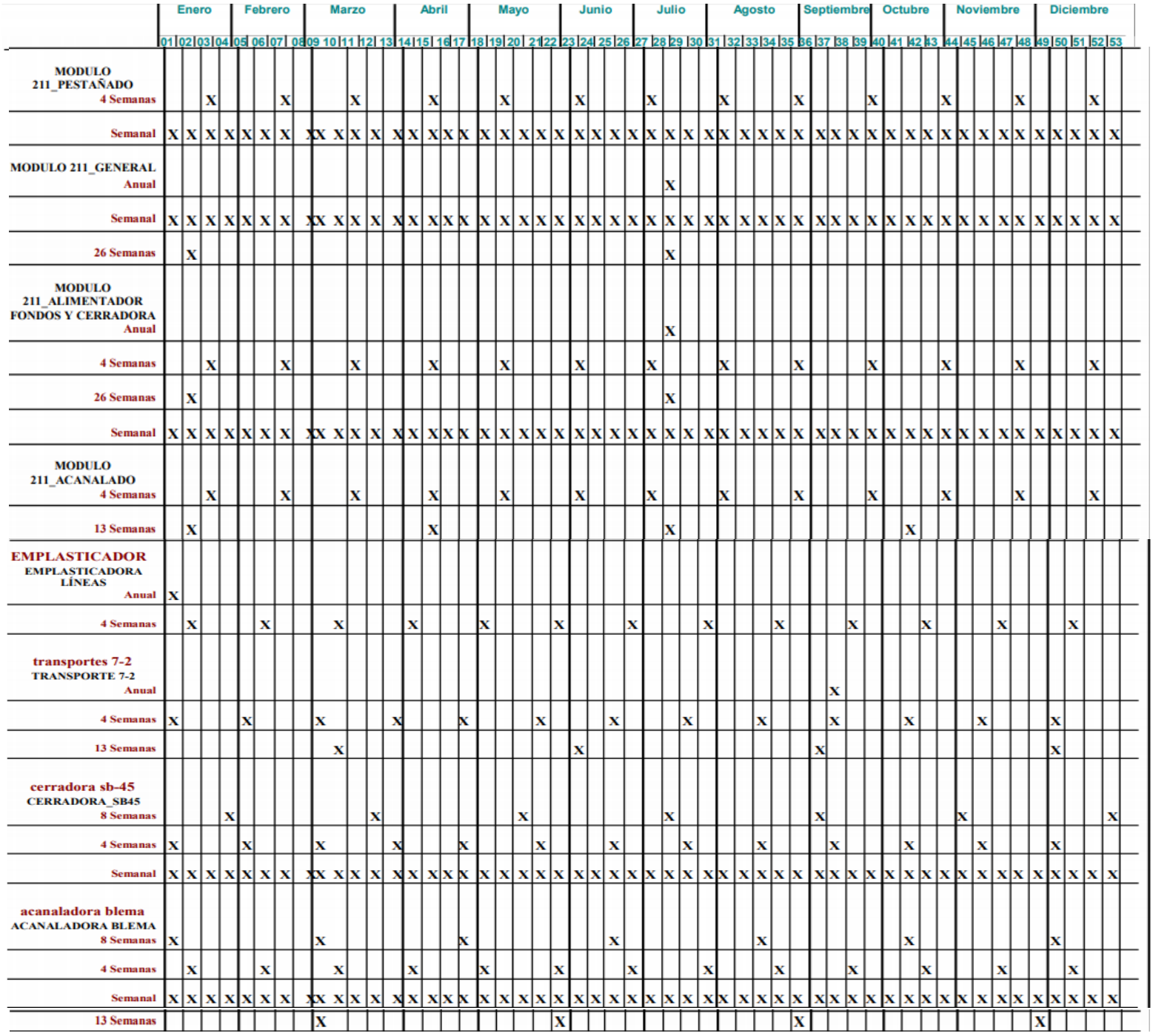
**Periódo Analizado del : 12/31/2017 AL : 12/29/2018**

| | Enero | | | | Febrero | | | | Marzo | | | | | Abril | | | | Mayo | | | | | Junio | | | | Julio | | | | Agosto | | | | Septiembre | | | | Octubre | | | | Noviembre | | | | | Diciembre | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 |
| **LÍNEA 7-8_SOLDAD**<br>LINEA 7-8 - 04_SOLDADORA<br>Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **LÍNEA 7-2 // SEM.**<br>LÍNEA 7-2_SEM.<br>Semanal | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| **LÍNEA 7-1 // SEM.**<br>LINEA 7-1_SEM<br>Semanal | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| LINEA 7-1_SEM_bis<br>Semanal | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| **LÍNEA 7-5 // SEM.**<br>LINEA 7-5_SEM<br>Semanal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| LINEA 7-5_SEM_bis<br>Semanal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| **LÍNEA 7-6 // SEM.**<br>LÍNEA 7-6_SEM<br>Semanal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| **SEPARADORA 202**<br>SEPARADORA 202<br>Semanal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| SEPARADORA 202_Q1<br>2 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | X | | X | | X | | | X | | X | | | X | | X | | | X | | X | | | X | | X | |
| SEPARADORA 202_Q2<br>2 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | X | | X | | X | | | X | | X | | | X | | X | | | X | | X | | | X | |
| **SEPARADORA TON**<br>SEPARADORA TONINO_S<br>Semanal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| SEPARADORA TONINO_24.1<br>24 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SEPARADORA TONINO_24.2<br>24 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | |
| SEPARADORA TONINO_24.3<br>24 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | |
| **SEPARADORA 307**<br>SEPARADORA 307_S<br>Semanal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| SEPARADORA 307_24.1<br>24 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SEPARADORA 307_24.2<br>24 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | |

| | Enero | | | | Febrero | | | | Marzo | | | | | Abril | | | | Mayo | | | | | Junio | | | | Julio | | | | Agosto | | | | | Septiembre | | | | Octubre | | | | Noviembre | | | | | Diciembre | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 |
| **MODULO 307-500 T** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MODULO 307-500 TONNINO_ALIMENTACIÓN Y NECK | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | |
| Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | |
| Semanal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 13 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | |
| MODULO 307-500 TONNINO_ACANALADO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | |
| 13 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | |
| MODULO 307-500 TONNINO_ALIM. FONDOS Y CERRADORA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | |
| Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | |
| Semanal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| MODULO 307-500 TONNINO_PESTAÑADO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | |
| Semanal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| MODULO 307-500 TONNINO_GENERAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | |
| Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | |
| Semanal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| **ROBOT ALIMENTA** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ROBOT ALIMENTADOR 7-1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Semanal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 2 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | X | | X | | X | | | X | | X | | X | | X | | X | |
| 4 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | |
| 13 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | |
| **PEGADORA CAMP** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PEGADORA CAMPANAS LARSEN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Semanal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 4 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | |
| 13 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | |
| **BARNIZADORA CA** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BARNIZADORA CAMPANAS 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | |

| | Enero | | | | Febrero | | | | Marzo | | | | | Abril | | | | Mayo | | | | | Junio | | | | Julio | | | | | Agosto | | | | | Septiembre | | | | Octubre | | | | Noviembre | | | | | Diciembre | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 |
| **paletizadora c-52** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PALETIZADORA C-52 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | X | | X | | | X | | X | |
| 4 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | X | | | X | | | |
| Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | |
| **paletizadora c-33** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PALETIZADORA C-33 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Anual | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | |
| 2 Semanas | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | |
| Semanal | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 13 Semanas | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | |
| **paletizadora c-30** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PALETIZADORA C-30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Anual | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | X | | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | |
| 2 Semanas | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | |
| Semanal | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 13 Semanas | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | |
| PALETIZADORA C-30_CONVEYOR SALIDA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X |
| 13 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | |
| **módulo 307** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MODULO 307_ALIMENTACION Y NECK | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | |
| Semanal | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 13 Semanas | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MODULO 307_PESTAÑADO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | |
| Semanal | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| MODULO 307_GENERAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Semanal | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 26 Semanas | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MODULO 307_ALIMENTADOR FONDOS Y CERRADORA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | |
| 26 Semanas | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Semanal | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |

| | Enero | | | | Febrero | | | | Marzo | | | | | Abril | | | | Mayo | | | | | Junio | | | | Julio | | | | Agosto | | | | | Septiembre | | | | Octubre | | | | Noviembre | | | | | Diciembre | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 |
| MODULO 307_ACANALADO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | |
| Semanal | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 13 Semanas | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| módulo 300 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MODULO 300_ALIMENTACION Y NECK | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | |
| Semanal | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 13 Semanas | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MODULO 300_PESTAÑADO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | |
| Semanal | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| MODULO 300_GENERAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Semanal | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 26 Semanas | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MODULO 300_ALIMENTADOR FONDOS Y CERRADORA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | |
| 26 Semanas | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Semanal | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| MODULO 300_ACANALADO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | |
| Semanal | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 13 Semanas | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| módulo 211 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MODULO 211_ALIMENTACION Y NECK | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | |
| Semanal | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 13 Semanas | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | |


Enero
Febrero
Marzo
Abril
Mayo
Junio
Julio
Agosto
Septiembre
Octubre
Noviembre
Diciembre
01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53
MODULO 211_PESTAÑADO
4 Semanas
Semanal
MODULO 211_GENERAL
Anual
Semanal
26 Semanas
MODULO 211_ALIMENTADOR FONDOS Y CERRADORA
Anual
4 Semanas
26 Semanas
Semanal
MODULO 211_ACANALADO
4 Semanas
13 Semanas
EMPLASTICADOR
EMPLASTICADORA LÍNEAS
Anual
4 Semanas
transportes 7-2
TRANSPORTE 7-2
Anual
4 Semanas
13 Semanas
cerradora sb-45
CERRADORA_SB45
8 Semanas
4 Semanas
Semanal
acanaladora blema
ACANALADORA BLEMA
8 Semanas
4 Semanas
Semanal
13 Semanas

| | Enero | | | | Febrero | | | | Marzo | | | | | Abril | | | | Mayo | | | | | Junio | | | | Julio | | | | Agosto | | | | | Septiembre | | | | Octubre | | | | Noviembre | | | | | Diciembre | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 |
| **neck spin sb-31**<br>NECK SPIN SB-31<br>Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | | | | X | | | | X | | | | X | | | | | X | | |
| Semanal | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| **cerradora stav 097**<br>CERRADORA STAV 097<br>8 Semanas | | | X | | | | | | | | X | | | | | | | | X | | | | | | | | X | | | | | | | | X | | | | | | | | X | | | | | | | | X | | |
| **cerradora stav 098**<br>CERRADORA STAV 098<br>8 Semanas | | | X | | | | | | | | X | | | | | | | | X | | | | | | | | X | | | | | | | | X | | | | | | | | X | | | | | | | | X | | |
| **acanaladora rb-134**<br>ACANALADORA RB134<br>13 Semanas | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | X | | |
| **transportes 7-5**<br>TRANSPORTE 7-5<br>Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | | | X | | | | X | | | | X | | | | | X | | | | |
| 13 Semanas | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **módulo 404**<br>MODULO 404_ALIMENTACION<br>Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | |
| Semanal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| 13 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MODULO 404_PESTAÑADO<br>4 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | X | | | | X | | |
| Semanal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| MODULO 404_GENERAL<br>Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | |
| Semanal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| 26 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | |
| MODULO 404_ALIM. COMPONENTES Y CERRADORA<br>Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | |
| 26 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | |
| Semanal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | |

| | Enero | | | | Febrero | | | | Marzo | | | | | Abril | | | | Mayo | | | | | Junio | | | | Julio | | | | Agosto | | | | | Septiembre | | | | Octubre | | | | Noviembre | | | | | Diciembre | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 |
| **cerradora bf280/244**<br>CERRADORA BF280/244<br>Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | X | | | | X | | | | X | | | | | X | | | | X | | | | X | | | | | X | | | | |
| Semanal | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 26 Semanas | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **cerradora bf280/245**<br>CERRADORA BF280/245<br>Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | X | | | | X | | | | X | | | | | X | | | | X | | | | X | | | | | X | | | | |
| Semanal | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 26 Semanas | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **pestañado german fr**<br>PESTAÑADO GERMAN FREI<br>26 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | |
| **cerradora kh af500**<br>CERRADORA KH AF500 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Anual | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | | | X | | | | X | | | | X | | | | | X | | | | X | | | | | | | X | | | | | X | | | | | | | X | | | | | | | X | | | | | | | |
| 13 Semanas | | X | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | |
| **cerradora angelus 29**<br>CERRADORA ANGELUS 29P<br>Anual | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | | | | | X | | | | | | | X | | | | | | | X | | | | | | | |
| Semanal | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 26 Semanas | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **transportes 7-6**<br>TRANSPORTE 7-6<br>Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | | | | | X | | | | | | | X | | | | | | | X | | | | | | | |
| 13 Semanas | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | |
| **GRAPADORA HF1**<br>GRAPADORA HF16P P2<br>4 Semanas | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | X | | | | X | | | | X | | | | | X | | | | X | | | | X | | | | | X | | | | |
| **ADMINISTRACION**<br>ADMINISTRACION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 Semanas | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | X | |
| 4 Semanas | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | | X | | | | |
| Semanal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |

| | Enero | | | | Febrero | | | | Marzo | | | | | Abril | | | | Mayo | | | | | Junio | | | | | Julio | | | | Agosto | | | | | Septiembre | | | | Octubre | | | | Noviembre | | | | | Diciembre | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 |
| **linea 7-8** LÍNEA 7-8_TRANSPORTES PALETIZADO Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | |
| 13 Semanas | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | |
| LINEA 7-8_CORTINAS Semanal | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| LINEA 7-8_NITROGENO Semanal | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| **pegadora de campana** PEGADORA CAMPANA SHIN YI 4 Semanas | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | |
| 13 Semanas | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | |
| 26 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | |
| Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **PROBADORA COR** PROBADORA CORIMA DIA 300 Semanal | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 4 Semanas | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | |
| 10 Semanas | | | X | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | X | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | |
| **PROBADORA COR** PROBADORA CORIMA DIA 307 Semanal | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 4 Semanas | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | |
| 10 Semanas | | | X | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | X | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | |
| **MODULO 307 500** MODULO 307_500CPM ALIMENTACIÓN Y NECK Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | |
| Semanal | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 13 Semanas | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | |
| MODULO 307_500CPM ACANALADO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | |
| 13 Semanas | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | |

| | Enero | | | | Febrero | | | | Marzo | | | | | Abril | | | | Mayo | | | | | Junio | | | | | Julio | | | | | Agosto | | | | | Septiembre | | | | Octubre | | | | Noviembre | | | | | Diciembre | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 |
| **MODULO 307_500CPM ALIMENTADOR DE FONDOS Y CERRADORA** Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | |
| 26 Semanas | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Semanal | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| **MODULO 307_500CPM PESTAÑADORA** 4 Semanas | | | X | | | | X | | | | X | | | | | X | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | |
| Semanal | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| **MODULO 307_500CPM GENERAL** Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | |
| Semanal | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| **BARNIZADORA DE** **BARNIZADORA DE CAMPANAS 3** 5 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | X | | | | | | X | | | | |
| **TRANSPORTES ME** **TRANSPORTES MEZANINE** Semanal | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 4 Semanas | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | |
| 26 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | |
| **TRANSPORTES ELEVADORES** Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | |
| 13 Semanas | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | |
| Semanal | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| **línea 7 .2** **LINEA 7-2_BARNIZ EXTERIOR** Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | |
| 26 Semanas | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 Semanas | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | |
| **LINEA 7-2_BODY** 4 Semanas | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | |
| Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 Semanas | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 Semanas | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | |

| | Enero | | | | Febrero | | | | Marzo | | | | | Abril | | | | Mayo | | | | | Junio | | | | | Julio | | | | | Agosto | | | | | Septiembre | | | | Octubre | | | | Noviembre | | | | | Diciembre | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 |
| **LINEA 7-2_DESAPILADOR** Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | |
| 26 Semanas | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **LINEA 7-2_HORNO** Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | |
| 26 Semanas | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 Semanas | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | |
| **LINEA 7-2_UNIDAD DE POLVO** 4 Semanas | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | |
| 26 Semanas | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **LÍNEA 7-1** **LÍNEA 7-1_SIST. ALAMBRE** 13 Semanas | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | |
| **LÍNEA 7-1_TRANSPORTE CUERPOS** 4 Semanas | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | |
| **LINEA 7-1_BODY** 4 Semanas | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | |
| 13 Semanas | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | |
| Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **LINEA 7-1_UNIDAD DISCON** 4 Semanas | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | |
| Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **LINEA 7-1_BARNIZADORA** 4 Semanas | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | |
| **LINEA 7-1_HORNO** Semanal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 2 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| 4 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | |
| **LINEA 7-1_TRANSPORTES** 4 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | |
| 13 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | |

| | Enero | | | | Febrero | | | | Marzo | | | | | Abril | | | | Mayo | | | | | Junio | | | | | Julio | | | | Agosto | | | | | Septiembre | | | | Octubre | | | | | Noviembre | | | | | Diciembre | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 |
| **PEGADORA DE CA** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **PEGADORA DE CAMPANAS SHINYI #2** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | | | | X | | | | | X | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X |
| 13 Semanas | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X |
| 26 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | |
| Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **MODULO 610** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **MÓDULO 610_ALIMENTACIÓN** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | | | | X | | | | | X | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X |
| Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | |
| **MÓDULO 610_PESTAÑADO** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | | | | X | | | | | X | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X |
| **MÓDULO 610_ALIMENTADOR Y CERRADORA** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | | | | X | | | | | X | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X |
| 26 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | |
| Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | |
| **MÓDULO 610_GENERAL** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | | | | X | | | | | X | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X |
| 26 Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | |
| Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | |
| **línea 7 .5** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **LINEA 7-5_BARNIZ EXTERIOR** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | | | | X | | | | | X | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X |
| 26 Semanas | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Semanal | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 13 Semanas | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | |
| **LINEA 7-5_BODY** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | | | | X | | | | | X | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X |
| 26 Semanas | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Semanal | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 13 Semanas | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | |
| **LINEA 7-5_DESAPILADOR** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | | | | X | | | | | X | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X |
| 26 Semanas | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Semanal | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |

| | Enero | | | | Febrero | | | | Marzo | | | | | Abril | | | | Mayo | | | | | Junio | | | | Julio | | | | Agosto | | | | | Septiembre | | | | Octubre | | | | Noviembre | | | | | Diciembre | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 |
| **LINEA 7-5_HORNO** Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X |
| 26 Semanas | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Semanal | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 13 Semanas | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | |
| **LINEA 7-5_UNIDAD DE POLVO** 4 Semanas | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X |
| 26 Semanas | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Semanal | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| **línea 7 .6** **LINEA 7-6_BARNIZ EXTERIOR** Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | |
| 26 Semanas | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Semanal | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 13 Semanas | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | |
| **LINEA 7-6_BODY** Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | |
| 26 Semanas | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Semanal | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 13 Semanas | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | |
| **LINEA 7-6_DESAPILADOR** Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | |
| 26 Semanas | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Semanal | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| **LINEA 7-6_HORNO** Anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | |
| 26 Semanas | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 Semanas | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | |
| Semanal | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |

| | Enero | | | | Febrero | | | | Marzo | | | | | Abril | | | | Mayo | | | | | Junio | | | | Julio | | | | Agosto | | | | | Septiembre | | | | Octubre | | | | Noviembre | | | | | Diciembre | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 |
| LINEA 7-6_UNIDAD DE POLVO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Semanas | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | | | | |
| 26 Semanas | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Semanal | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |