



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES

**“AUTOMATIZACIÓN DEL CONTEO DE PÉRDIDAS DEL
PROCESO PRODUCTIVO DE BALDOSAS EN LA EMPRESA
ECUATORIANA DE CERÁMICA C.A. UTILIZANDO UN
SISTEMA DE MONITOREO DE TIEMPO REAL”**

TRABAJO DE TITULACIÓN: PROYECTO TÉCNICO

Para optar el Grado Académico de:

INGENIERA EN ELECTRÓNICA, CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES

AUTORA: MARÍA ELENA LOZADA LÓPEZ

TUTOR: ING. MARCO VITERI

Riobamba-Ecuador

2017

©2017, María Elena Lozada López

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES

El Tribunal de Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de investigación: “AUTOMATIZACIÓN DEL CONTEO DE PÉRDIDAS DEL PROCESO PRODUCTIVO DE BALDOSAS EN LA EMPRESA ECUATORIANA DE CERÁMICA C.A. UTILIZANDO UN SISTEMA DE MONITOREO DE TIEMPO REAL”, de responsabilidad de la señorita María Elena Lozada López, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

Ing. Washington Luna E.

DECANO FIE

Ing. Freddy Chávez V.

**DIRECTOR EIE-CONTROL
Y REDES INDUSTRIALES**

Ing. Marco Viteri

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Ing. Edwin Altamirano

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE
TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, MARÍA ELENA LOZADA LÓPEZ, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación, y el patrimonio intelectual de la misma pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.

María Elena Lozada López

180433985-9

DEDICATORIA

A Dios por permitirme llegar a este momento importante en mi vida. A mi madre por acompañarme con sus palabras de aliento en este largo camino y por su apoyo incondicional.

A mis hermanos por estar a mi lado en cada momento de mi vida, animándome a conseguir mis metas. A mis amigos por los momentos gratos compartidos a lo largo de la carrera.

MARÍA ELENA

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por abrirme sus puertas para prepararme profesionalmente. De igual manera a la empresa Ecuatoriana de Cerámica por permitirme realizar mi trabajo de titulación en sus instalaciones.

A mis profesores por los conocimientos impartidos a lo largo de la carrera y mis tutores por su importante colaboración en el presente proyecto

MARÍA ELENA

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xv
ÍNDICE DE ANEXOS	xvi
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	xvii
RESUMEN	xix
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	
1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	6
1.1. Ecuatoriana de Cerámica C.A.	6
1.2. Baldosas	6
1.3. Proceso	7
1.4. Automatización Industrial	7
1.4.1. Fases de un Sistema de Automatización	8
1.5. Sistemas SCADA	10
1.5.1. Funcionamiento de un SCADA	11
1.5.2. Componentes lógicos de un SCADA	12
1.5.2.1. Configuración	12
1.5.2.2. Interfaz Hombre – Máquina	12
1.5.2.3. Módulo de proceso	12
1.5.2.4. Gestión de Almacenamiento de Datos	13
1.5.3. Componentes físicos de un SCADA	13
1.5.3.1. Ordenador Central (MTU)	13
1.5.3.2. Ordenadores Remotos (RTU's)	13
1.5.3.3. Red de Comunicación	13
1.5.3.4. Instrumentación de campo	14
1.6. Software de programación de HMI	14
1.6.1. Lookout 6.2	14

1.7.	Controlador Lógico Programable (PLC)	15
<i>1.7.1.</i>	<i>Lenguaje de Programación aplicado a PLC</i>	<i>17</i>
<i>1.7.1.1.</i>	<i>Programación LADDER</i>	<i>18</i>
1.7.2.	Software de Programación para PLC	18
<i>1.7.2.1.</i>	<i>TwidoSuite</i>	<i>19</i>
1.8.	Protocolos de Comunicación Industriales	20
1.9.	Dispositivos de mando y señalización	20
1.10.	Dispositivos de protección	20
<i>1.10.1.</i>	<i>Breaker</i>	<i>20</i>
<i>1.10.2.</i>	<i>Contactador</i>	<i>21</i>
1.11.	Fuente de alimentación	21
1.12.	Servidor Web	22
<i>1.12.1.</i>	<i>Página Web</i>	<i>22</i>
1.13.	Base de Datos	22
<i>1.13.1.</i>	<i>MySql</i>	<i>23</i>
1.14.	Sensor Fotoeléctrico	24
1.15.	Cable de Red	25
CAPITULO II		
2.	MARCO METODOLÓGICO	26
2.1.	Instalación y Configuración de Software requerido	27
<i>2.1.1.</i>	<i>Instalación y Configuración de TwidoSuite</i>	<i>27</i>
<i>2.1.2.</i>	<i>Instalación y Configuración de Lookout 6.2</i>	<i>28</i>
<i>2.1.3.</i>	<i>Instalación y configuración de MySql</i>	<i>30</i>
2.2.	Descripción General del Proceso de Producción	30
2.3.	Identificación de la variable a medir	32
2.4.	Selección del Controlador Lógico programable	32
<i>2.4.1</i>	<i>Controlador Compacto TWDLCAE40DRF</i>	<i>33</i>
<i>2.4.2</i>	<i>Configuración del PLC TWDLCAE40DRF en TwidoSuite</i>	<i>35</i>
2.5	Selección de Sensores	37

2.5.1	<i>Sensor Fotoeléctrico E3F-R2N PNP</i>	37
2.6.	Selección de dispositivos de control, señalización, protección y fuente de alimentación	38
2.6.1	<i>Pulsador</i>	38
2.6.2	<i>Breaker</i>	38
2.6.3.	<i>Contactador</i>	38
2.6.4.	<i>Fuente de alimentación SITO PSU200M</i>	38
2.7.	Selección de la Interfaz Hombre Máquina	39
2.8.	Diseño e implementación del Tablero de Control	39
2.8.1.	<i>Conexiones de entradas y salidas del PLC</i>	41
2.8.1.1	<i>Conexiones al PLC para la Línea de Producción 1</i>	41
2.8.1.2	<i>Conexiones al PLC para la Línea de Producción 2</i>	42
2.8.1.3.	<i>Conexiones al PLC para la Línea de Producción 3</i>	42
2.8.1.4.	<i>Conexiones al PLC para la Línea de Producción 4</i>	43
2.8.1.5.	<i>Conexiones al PLC para cambio de formato en la etapa de Prensa</i>	43
2.8.2	<i>Diagrama general de conexión</i>	43
2.9.	Programación del PLC	45
2.9.1.	<i>Diagrama de funcionamiento del proceso de conteo de pérdidas de Baldosas</i> ...	45
2.9.2	<i>Configuración de red Modbus</i>	48
2.10.	Diseño y Programación del HMI	51
2.1.4.	Diseño y Programación de la Base de Datos en MySQL	55
2.11.1.	<i>Base de datos db_planta_baldosas</i>	55
2.2.	Diseño de la Página Web	58
2.11.1	<i>Usuario Administrador</i>	60
2.11.2	<i>Usuario Control</i>	63
2.11.3	<i>Usuario Reportes</i>	63
2.3.	Descripción del Proceso automatizado de conteo de pérdidas de Baldosas	64
CAPITULO III		
3	MARCO DE RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	66

3.1.	Pruebas de funcionamiento del Sistema Automatizado.....	66
3.1.1	<i>Calibración de sensores fotoeléctricos.....</i>	66
3.1.1.1.	<i>Sensores de la Línea de Producción 1(LP1).....</i>	66
3.1.1.2.	<i>Sensores de la Línea de Producción 2 (LP2).....</i>	68
3.1.1.3.	<i>Sensores de la Línea de Producción 3 (LP3).....</i>	69
3.1.1.4.	<i>Sensores de la Línea de Producción 4 (LP4).....</i>	70
3.1.2	<i>Visualización de datos en el HMI.....</i>	71
3.1.3	<i>Recolección y Visualización de datos en la página web</i>	73
3.1.3.1.	<i>Usuario Administrador</i>	73
3.1.3.2.	<i>Usuario Control</i>	76
3.1.3.3.	<i>Usuario Reportes</i>	78
3.2.	Mejora en los tiempos para el conteo de pérdidas de baldosas.....	79
3.3.	Resultados.....	82
	CONCLUSIONES.....	84
	RECOMENDACIONES.....	85
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2.	Características del PLC TWDLCAE40DRF.....	33
Tabla 2-2.	Ubicación de los elementos en el tablero de control.....	40
Tabla 3-2.	Descripción de conexiones al PLC para LP1.....	41
Tabla 4-2.	Descripción de conexiones al PLC de la LP2.....	42
Tabla 5-2.	Descripción de conexiones al PLC para LP3.....	42
Tabla 6-2.	Descripción de conexiones al PLC para LP4.....	43
Tabla 7-2.	Descripción de conexiones para cambio de turno.	43
Tabla 8-2.	Descripción de las funciones de las memorias utilizadas en las líneas de producción LP1 y LP2.....	46
Tabla 9-2.	Descripción de las funciones de las memorias de las líneas de producción LP3 y LP4.....	47
Tabla 10-2.	Asignación de puertos Modbusy Memoria en TwidoSuite.....	50
Tabla 11-2.	Descripción de las etapas de funcionamiento del sistema automatizado del conteo de pérdidas de baldosas.....	64
Tabla 1-3.	Valores censados a 50 cm. vs valores reales de la LP1.....	67
Tabla 2-3.	Valores censados a 20 cm. vs valores reales de la LP1.....	67
Tabla 3-3.	Valores reales vs Valores censados de la LP2 a 50 cm de la baldosa.....	68
Tabla 4-3.	Valores reales vs Valores censados de la LP2 a 20 cm de la baldosa.....	68
Tabla 5-3.	Valores reales vs Valores censados de la LP3 a 50 cm de la baldosa.....	69
Tabla 6-3.	Valores reales vs Valores censados de la LP3 a 20 cm de la baldosa.....	69
Tabla 7-3.	Valores reales vs Valores censados de la LP4 a 50 cm de la baldosa.....	70
Tabla 8-3.	Valores reales vs Valores censados de la LP4 a 20 cm de la baldosa.....	70
Tabla 9-3.	Tiempo de demora en toma de datos del conteo de pérdidas de baldosas en el proceso de producción.....	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1.	(a) Baldosa de baño, (b) Baldosa de sala y dormitorio (c) Baldosa de exteriores.....	7
Figura 2-1.	Fases para la puesta en marcha de un Proyecto de Automatización.....	9
Figura 3-1.	Esquema básico de un sistema de adquisición, supervisión y control.....	12
Figura 4-1.	Pantalla de LookoutDirect.....	15
Figura 5-1.	Ciclo operativo de un PLC.....	16
Figura 6-1.	PLC Schneider Electric Twido TWDLCAE40DRF.....	17
Figura 7-1.	Estructura general de un programa.....	18
Figura 8-1.	Pantalla de inicio de TwidoSuite.....	19
Figura 9-1.	Breaker.....	21
Figura 10-1.	Contactador.....	21
Figura 12-1.	Sensor fotoeléctrico: (a) Conexión NPN, (b)Conexión PNP.....	24
Figura 13-1.	Sensor Fotoeléctrico.....	25
Figura 14-1.	Cable de red.....	25
Figura 1-2.	Ventana Startup Process Files.....	29
Figura 2-2.	Cuadro de Dialogo “Add Startup files”	29
Figura 3-2.	Etapas de las Líneas de Producción 1 y 2.....	31
Figura 4-2.	Etapas de las Líneas de Producción 3 y 4.	32
Figura 5-2.	Componentes de Controlador Lógico Programable TWDLCAE40DRF...	34
Figura 6-2.	Parte posterior del PLC TWDLCAE40DRF.....	35
Figura 7-2.	Ventana Información del proyecto.....	36
Figura 8-2.	Configuraciones de comportamiento.....	36
Figura 9-2.	Configuraciones de Protección.....	37
Figura 10-2.	Pantalla LG 1943C.....	39
Figura 11-2.	Puerta del Tablero de Control.....	40
Figura 12-2.	Vista Interior del Tablero de Control.....	40
Figura 13-2.	Diagrama general de conexión del PLC.....	44
Figura 14-2.	Diagrama de flujo del proceso de conteo de pérdidas de LP1 y LP2.....	45
Figura 15-2.	Diagrama Grafcet del proceso de conteo de pérdidas de las LP3 y LP4...	47
Figura 16-2.	Configuración puerto Twido como maestro Modbus.....	48
Figura 17-2.	Ventana de Configuración de Puerto 2.....	49

Figura 18-2.	Ventana de Configuración de Esclavo Modbus.....	49
Figura 19-2.	Ventana de Configuración de protocolo Modbus.....	50
Figura 20-2.	Pantalla de inicio.....	52
Figura 21-2.	Ventana de <i>Configuraciones Generales</i>	52
Figura 22-2.	Ventana <i>Generar Reporte</i>	53
Figura 23-2.	Pantalla de Línea de producción 1.....	53
Figura 24-2.	Pantalla de Línea de producción 2.....	54
Figura 25-2.	Pantalla de Línea de producción 3.....	54
Figura 26-2.	Pantalla de Línea de producción 4.....	54
Figura 27-2.	Menú de base de datos db_planta_baldosas.....	55
Figura 28-2.	Tabla Tiempo_real de la db_planta_baldosas.....	56
Figura 29-2.	Información de Tabla Tiempo_real.....	56
Figura 30-2.	Tabla Registro de db_planta_baldosas.....	57
Figura 31-2.	Información de Tabla Registro de db_planta_baldosas.....	57
Figura 32-2.	Información de Tabla Control_Remoto de db_planta_baldosas.....	58
Figura 33-2.	Tabla Proceso de db_planta_baldosas.....	58
Figura 34-2.	Panel de control de Xampp.....	59
Figura 35-2.	Ingreso a la plataforma web.	60
Figura 36-2.	Ventana <i>CRÉDITOS</i>	60
Figura 37-2.	Ventana <i>Planta de Baldosas</i> , Usuario Administrador.	60
Figura 38-2.	Ventana Reporte: (a) Opción <i>Seleccionar un turno</i> , (b) Opción <i>Seleccionar una etapa</i> y (c) Opción <i>Seleccionar un rango de fechas</i>	61
Figura 39-2.	Opciones de ventana de Gráfico Tipo <i>Anual</i>	61
Figura 40-2.	Opciones de ventana de Gráfico Tipo <i>Mensual</i>	62
Figura 41-2.	Opciones de ventana Gráfico Tipo <i>Diario</i>	62
Figura 42-2.	Opciones de ventana Gráfico Tipo <i>General</i>	62
Figura 43-2.	Ventana <i>Planta de Baldosas</i> , Usuario Control.	63
Figura 44-2.	Ventana <i>Gráfico</i> , Usuario Reportes.....	63
Figura 1-3.	Reporte de la Línea de producción 1.....	71

Figura 2-3.	Reporte de la Línea de producción 2.....	72
Figura 3-3.	Reporte de la Línea de producción 3.....	72
Figura 4-3.	Reporte de la Línea de producción 4.....	72
Figura 5-3.	Conteo de pérdidas de datos en tiempo real de la línea de producción 1...	73
Figura 6-3.	Reporte del turno 2, etapa decoradora, del 20/05/16 a 30/02/16.....	74

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3.	Producción vs desperdicios Diario: etapa horno, 15/12/2016.....	74
Gráfico 2-3.	Producción vs Desperdicios Mensual: etapa Clasificadora, de Agosto del 2016.....	75
Gráfico 3-3.	Producción vs Desperdicios Anual: año 2015, etapa Prensa.....	75
Gráfico 4-3.	Producción vs Desperdicios General: línea 3, junio del 2016.....	75
Gráfico 5-3.	Producción vs Desperdicios General: Línea 1, Enero del 2016.....	77
Gráfico 6-3.	Producción vs Desperdicio Mensual: etapa Velas, Diciembre del 2016.	77
Gráfico 7-3.	Producción vs Desperdicio Diario: etapa cargadora, del 13/12/ 2016....	77
Gráfico 8-3.	Producción vs Desperdicio Anual: etapa Descargadora, del año 2016...	78
Gráfico 9-3.	Producción vs Desperdicio Anual: etapa Descargadora, del año 2016...	79
Gráfico 10-3.	Producción vs Desperdicio General: Línea 2, Enero del 2016.....	79
Gráfico 11-3.	Tiempo de toma de datos de pérdidas en el proceso manual.....	81
Gráfico 12-3.	Tiempo de toma de datos de pérdidas en el proceso automatizado.....	81
Gráfico 13-3.	Porcentaje de mejora en la toma de datos de pérdidas mediante el proceso automatizado.....	82

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A	HOJA DE ESPECIFICACIONES DEL SENSOR E3F-R2N12
ANEXO B	HOJA DE ESPECIFICACIONES DEL BREAKER
ANEXO D	INSTALACIÓN Y DISPOSICIÓN DE SENSORES FOTOELÉCTRICOS A LO LARGO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN
ANEXO E	VISUALIZACIÓN DEL HMI EN LA PANTALLA LG.
ANEXO F	PROGRAMACIÓN DEL PARA LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN 1 Y 2
ANEXO G	PROGRAMACIÓN DEL PARA LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN 3 Y 4
ANEXO H	PROGRAMACIÓN MYSQL TABLA TIEMPO_REAL
ANEXO I	PROGRAMACIÓN MYSQL TABLA REGISTRO
ANEXO J	PROGRAMACIÓN MYSQL TABLA CONTROL_REMOTO
ANEXO K	PROGRAMACIÓN MYSQL TABLA PROCESO
ANEXO L	PROGRAMACIÓN PÁGINA WEB: CREDITOS
ANEXO M	PROGRAMACIÓN PÁGINA WEB: BALDOSAS
ANEXO N	PROGRAMACIÓN PÁGINA WEB: HISTOGRAMA
ANEXO O	PROGRAMACIÓN PÁGINA WEB: REPORTE

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

A	Amperios
ASCII	Código Estándar Estadounidense para el Intercambio de Información
AWG	American wire gauge
cm	Centímetros
DC	Corriente Directa
Cm	Centímetros
FBD	Diagrama de Bloques de Funciones
GRAFCET	Grafo de Estados y transiciones
HART	Transmisor direccional de alta dirección
HMI	Interfaz hombre-máquina
HTML	Lenguaje de marcas de hipertexto (HyperText Markup Language)
HTTP	Protocolo de Transferencia de Hipertexto
ISS	Servicios de Información de Internet
KB	Kilobytes
LD	Lenguaje de contactos o Ladder
m	Metros
mA	Miliamperios
mAh	Mili amperios hora
mm	Milímetros
ms	Milisegundo
MTU	Ordenador Central

NC	Normalmente cerrado
nm	Nanómetro
NO	Normalmente abierto
PLC	Controlador Lógico Programable
RDBMS	Sistema de Administración de Bases de Datos Relacional
RTU's	Ordenadores Remotos
SCADA	Control Supervisor y Adquisición de Datos.
SFC	Diagrama de funciones secuenciales
SO	Sistema operativo
ST	Texto estructurado
TCP/IP	Protocolo de control de transmisión/Protocolo de Internet
URL	Localizadores Uniformes de Recursos (Uniform Resource Locator)
μA	Microamperios
V	Voltios.
VDC	Voltaje de corriente continua
VAC	Voltaje de corriente alterna
W	Vatios
XHTML	eXtensible HyperText Markup Language

RESUMEN

El presente Trabajo de Titulación consiste en la Automatización del conteo de pérdidas del proceso productivo de baldosas en la empresa Ecuatoriana de Cerámica C.A. utilizando un sistema de monitoreo de tiempo real que permitirá el usuario la visualización del registro de pérdidas en un proceso de producción. Se utilizó una red de sensores fotoeléctricos E3F-R2N que envían señales lógicas de un “1” si detecta la baldosa o por el contrario un “0” a las entradas digitales del Controlador Lógico Programable (PLC) TWDLCAE40DRF que ejecuta el programa de control y envía los datos mediante la red Modbus; para su visualización en la pantalla del HMI que se encuentra conectado a la base de datos en MySQL, en donde almacena los datos de cada proceso de producción basados en líneas de producción, etapas, fechas y turnos. La base de datos se encuentra vinculada a una página web en donde se muestra el registro de pérdidas en cada etapa de las diferentes líneas de producción, el acceso a los registros se realizó mediante tres tipos de usuarios: administrador, control y reportes. Se implementó un tablero de control en donde se encuentra el PLC, el breaker que protege al sistema, la fuente de alimentación SITOP que es la encargada de energizar a los dispositivos, contactores a los que se conectan las señales de los sensores y el pulsador de inicio. Al analizar el tiempo de registro de datos de pérdidas por proceso de producción manualmente se obtuvo 40 minutos; mientras que al monitorear los datos de manera automática se obtuvo 9 minutos; teniendo un ahorro de tiempo de 31 minutos lo que significa un 77% de mejora en el tiempo. Con la implementación del proyecto se logró optimizar recursos humanos y tiempo; brindando así un sistema de monitoreo veraz y eficiente. Se recomienda explicar al operario sobre el funcionamiento del sistema; así como también a los usuarios el funcionamiento de la página web para que de esta forma puedan dar un óptimo uso al sistema.

PALABRAS CLAVE

<TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <TECNOLOGÍA DE LOS PROCESOS INDUSTRIALES>, <AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL>, <SENSOR FOTOELÉCTRICO>, <INTERFAZ HOMBRE-MAQUINA (HMI)>, <CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)>, <BASE DE DATOS>, <SERVIDOR WEB>.

ABSTRACT

The current degree work consists in the automation of counting of losses of productive process of ceramic tiles in Ecuatoriana de Cerámica C.A Company, using a monitoring system of real time that will allow to the user the display of losses register in a production process. It was used a photoelectric sensors network E3F-R2N that send logical signals of a "1" if it detects the ceramic tile on the other hand a "0" to the digital inputs of Programmable Logical Controller (PLC) TWDLC4E40DRF that executes the control program and sends data through the Modbus network; for its display in the HMI screen that is found connected to the basis on data production lines, stages, dates and shifts. The data base is linked to a web page where is showed the losses register in each stage of the different production lines, the access to the registers was done through three types of users: manager, control and reports. It was implemented a control panel where it is found the PLC, the breaker that protects to the system, the power supply SITOP that is mandated of energizing to the devices, contactors to which are connected the sensors signals and the starting button. To analysing the register time of losses data by production processes, handily they were obtained 40 minutes; while to monitoring the data of automatic way they were obtained 9 minutes; showing a time saving of 31 minutes that means a 77% of improvement in time. With the project implementation it is optimized human resources and time; offering thereby a monitoring system truthful and efficient. It is recommended to explain not only to the operator about the system working; but also to the users about the running of web page in order to provide an optimum usage to the system.

KEY WORDS

<TECHNOLOGY AND ENGINNERING SCIENCES>, <INDUSTRIAL PROCESSES TECHNOLOGY>, <INDUSTRIAL AUTOMATIZATION>, <PHOTOELECTRICAL SENSOR>, <HUMAN-MACHINE INTERFACE (HMI) >, <PROGRAMMABLE LOGICAL CONTROLLER (PLC) >, <DATA BASE>, <WEB SERVER>.

INTRODUCCIÓN

Con el pasar de los años la tecnología ha tenido un crecimiento notable, permitiendo al ser humano desarrollar aplicaciones, sistemas y equipos que facilitan un sinnúmero de tareas que pueden resultar rutinarias y tediosas. Existe una actualización constante tanto en software como en hardware.

En la antigüedad el hombre siempre se la ingenio para realizar trabajos que en su momento representaban cierta complejidad, por ejemplo; descubrió la rueda que le permitió transportarse, el fuego, cuchillos, entre otros. Hoy en día gracias a la creatividad, el ingenio y la investigación continúa por parte del ser humano se han perfeccionado diversos procesos, en campos como la medicina, la robótica, la industria y otras; en el presente trabajo se hace referencia al campo de la industria.

En el área de la industria existen diversos factores que influyen en su desarrollo, entre ellos tenemos: los recursos naturales, la mano de obra, el capital, la tecnología. Cada uno de estos factores es de vital importancia para obtener una excelente producción en una determinada industria.

Una de las industrias más importantes es la producción de baldosas de cerámica, actividad a la que se dedica la empresa Ecuatoriana de Cerámica C.A. Después de un proceso por el que pasa la materia prima se obtiene el producto terminado, el mismo que debe cumplir con las normas de calidad para su posterior venta; en el caso de no cumplir con dichas normas el producto debe ser desechado. Lo óptimo sería poder aprovechar al máximo cada recurso con que cuenta empresa, y así minimizar al máximo dichas pérdidas.

El trabajo de titulación está basado en la automatización del proceso que permite el monitoreo de la cantidad de pérdidas que existe en cada una de las etapas, mejorando los tiempos de reacción y ajuste a los procesos, dando información verídica a los administrativos e incluso operarios de donde se está realizando los atascamientos y los problemas para los correctivos futuros.

Con la implementación de un sistema automatizado para el conteo de desperdicios, la empresa Ecuatoriana de Cerámica C.A. contará con un registro fidedigno de las pérdidas en cada proceso de producción.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Antecedentes

Con el desarrollo de nuevas tecnologías las empresas comienzan a buscar minimizar los tiempos que existe entre cada uno de sus procesos, a igual manera mejorar la calidad de sus productos evitando a menor medida los errores humanos, de ahí que optan por automatizar diferentes etapas de sus líneas de producción, aprovechando de mejor forma sus recursos, mecanizando procesos repetitivos y otros que pudieran ser muy agotadores y tediosos para los empleados.

Se tiene conocimiento que durante un proceso productivo existen diversos factores que pueden afectar a una línea de producción; una de las más desfavorables son las pérdidas o desperdicios ya sea de materia prima, producto terminado, fallos en los equipos, cambios y ajustes, tiempos no productivos, reducciones de velocidad u otros recursos relacionados con la producción, lo cual representa anualmente perdidas millonarias para las empresas.

Aunque algunas o quizás la gran mayoría de empresas de producción cuentan con un registro general de producción, no es suficiente ya que debido a la inmensa cantidad de productos que salen de sus plantas, así como errores humanos, tiempos muertos, entre otros. no les permite tener una cantidad exacta del recurso que se pierde, donde y en qué tiempo pasa, haciendo que sea necesario tener un control más exacto de la pérdidas, un control que realice un monitoreo en tiempo real, porque los administradores deben ver cada una de sus acciones y verificar con estadísticas anteriores, de esta manera perfeccionando sus procesos.

Una de las empresas que tienen estas falencias en el control productivo es la empresa Ecuatoriana de Cerámica C.A; la misma que cuenta con un registro general de las pérdidas que se generan en su líneas producción de baldosas; sin embargo es necesario un registro automatizado, el cual le permita realizar un monitoreo de la cantidad de pérdidas en el proceso, dando información fidedigna y así se tomen decisiones para el mejoramiento de la producción.

Formulación del problema

Hoy en día la automatización se aplica a una gran diversidad de procesos industriales brindando una mejor calidad de trabajo y desarrollo en un determinado proceso; sin embargo existen empresas como Ecuatoriana de Cerámica C.A. que aún no cuentan con un sistema automatizado óptimo en cada una de sus áreas de producción.

Un factor importante para el crecimiento tanto económico como productivo de una empresa es el conteo de pérdidas en un lote de producción; con ello se puede conocer el producto desperdiciado, la etapa en la que se producen pérdidas con mayor incidencia; entre otros datos de interés.

El conteo de pérdidas de producción en la empresa Ecuatoriana de Cerámica C.A. se ha venido realizando de forma manual; es decir el operario debe acudir a cada estación del proceso e ir registrando el número de producto ingresado a cada etapa de producción. Se conoce como pérdida al producto que puede sufrir algún tipo de deformación en cualquiera de las etapas de producción y que por ende ya no cumple con las normas de calidad de la empresa.

Es por esta razón se realizará el Proyecto de Titulación, con el que se pretende optimizar el conteo de pérdidas en el proceso de las cuatro líneas de producción en la empresa Ecuatoriana de Cerámica C.A.; utilizando un sistema de monitoreo de tiempo real; con la automatización de dichos procesos se optimizará el tiempo y se conocerá los valores reales de pérdidas para que así los directivos puedan tomar decisiones correctivas y mejorar su producción.

Sistematización del problema

1. ¿Cuál es la manera más eficiente de adquirir y acondicionar las señales de una red de sensores hacia el controlador?
2. ¿Cómo adquirir y procesar los datos desde el sistema SCADA en tiempo real?
3. ¿Cuál es la mejor manera de transmitir y alojar los datos procesados del sistema SCADA al servidor web?
4. ¿En qué medida los reportes periódicos de pérdidas de baldosa mejoraran la línea de producción de baldosas?

Justificación teórica

Las pérdidas de producto en la línea de azulejos se dan por varios factores los principales son fallos en algún equipo o maquinaria a lo largo de la línea de producción ya que como tienen mucho tiempo de funcionamiento se producen fallas mecánicas por desgaste de las piezas o mala operación humana, los cambios de utillajes, ajustes que se den a una etapa o maquinaria puesto que es necesario dar mantenimiento al sistema automático de producción, pérdidas o reducciones de velocidad en el rendimiento del proceso de producción esto se debe al retraso de los motores , otro que es importante son los llamados tiempos muertos o tiempos no productivos y paradas

menores ya que es necesario que la producción se pare para realizar el cambio de plantilla de cerámica.

Esto genera pérdidas en la materia prima de las baldosas es por esto que es necesario realizar el control y seguimiento de este proceso para disminuir dichas perdidas y mejorar el proceso de producción según el requerimiento de cada etapa del sistema automático.

Justificación aplicativa

El proyecto busca monitorear la cantidad de pérdidas de baldosas en tiempo real que existen en la línea de producción de azulejos en la empresa Ecuatoriana de Cerámica C.A. Se realizara la recolección de información acerca del sistema automatizado de producción de baldosas para luego implementar una red de sensores los cuales establecidos en cada etapa de producción recogerán los datos en forma de señales, estos serán acondicionados y procesados por el MTU del sistema SCADA los mismos que se guardaran en una base de datos asociada al HMI para llevar un registro y poder comparar los datos actuales con datos guardados.

Se utilizarán sensores fotoeléctricos ya que detectan la presencia o ausencia de un determinado objeto, en este caso la baldosa que entra y sale de cada etapa de producción. El MTU es el encargado de supervisar y recoger la información de cada una de las etapas en el proceso de producción de baldosa. En este ordenador se cargará el HMI, que permitirá la visualización del funcionamiento del sistema.

Se creará una página web para poder generar los reportes de pérdidas del material de baldosas semanales, mensuales y anuales; a estos reportes en tiempo real tendrán acceso los directivos para que puedan realizar consultas y análisis de los datos relevantes que se generen. Para la creación de dicha página se realizará mediante el software PHP y el motor de base de datos MySQL.

Se eligió PHP por ser un lenguaje multiplataforma orientado al desarrollo de aplicaciones web dinámicas con acceso a información almacenada en una Base de Datos, en este caso MySQL. El servidor se encargará de ejecutar el código PHP y enviar el resultado HTML al navegador, brindando un entorno de programación seguro y confiable,

Mientras que MySQL es un motor de base de datos que destaca por su velocidad y seguridad en el proceso de datos, que en el proyecto a implementarse es un factor importante ya que los datos se registran en tiempo real. Además MySQL es un software de código abierto, por lo que se puede tener acceso a él sin mayores problemas. Se puede ejecutar en muchos sistemas.

El sistema de control de usuarios de MySQL, permite a usuarios específicos o grupos de ellos la posibilidad de modificar la base de datos, ya que las contraseñas están cifradas. MySQL soporta bases de datos de gran tamaño, el límite de tamaño de archivo predeterminado para una tabla es de 4 GB, pero este se puede incrementar. Por características como velocidad, seguridad, capacidad de almacenamiento se seleccionó a MySQL como motor de base de datos del proyecto a implementar.

OBJETIVOS

Objetivos generales

- Automatizar el conteo de pérdidas en el proceso productivo de baldosas en la empresa Ecuatoriana de Cerámica C.A. utilizando un sistema de monitoreo de tiempo real.

Objetivos específicos

- Adquirir, acondicionar y analizar las señales de una red de sensores hacia el controlador.
- Implementar el sistema SCADA y procesar los datos adquiridos utilizando un PLC y un control de monitoreo HMI de tiempo real.
- Alojamiento de los datos procesados del sistema SCADA y transmitirlos al servidor web.
- Generar reportes de pérdidas semanales, mensuales y anuales en el proceso productivo de baldosas

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Ecuatoriana de Cerámica C.A.

Ecuatoriana de Cerámica más conocida como ECUACERÁMICA, es una empresa dedicada a la fabricación de baldosas de óptima calidad con el objetivo de satisfacer las necesidades de sus clientes. La Empresa Ecuacerámica ha mantenido los más altos estándares de calidad y productividad en a la implantación de un Sistema de Gestión de Calidad basado en la Norma ISO 9001; de esta manera a conseguido obtener materias primas de elevada calidad y mantener equipos debidamente aprobados y de tecnología de avanzada. (Nathaly Ivonne Castillo Valladares, p 2-4)

Cuenta con dos plantas de producción; una planta destinada a la producción de baldosas de pared y otra planta productora de baldosas de piso, entregando baldosas para revestimiento de piso y pared, en una gran variedad de colores diseños y formas

El presente Proyecto de titulación hace referencia a la automatización del conteo de pérdidas en el proceso productivo de baldosas en la empresa Ecuatoriana de Cerámica C.A. ubicada en la ciudad de Riobamba.

1.2. Baldosas

Una baldosa es una pieza mármol, piedra o cerámica formada por materiales como: ladrillo, granito, cemento, madera, metal, gres porcelánico, entre otros. Son utilizadas para el recubrimiento de paredes y pisos en diferentes espacios de una construcción ya sean interiores o exteriores. Antiguamente las baldosas se realizaban de manera artesanal, pero con el pasar el de los años el proceso se ha automatizado.

La empresa Ecuatoriana de Cerámica C.A. cuenta con tres líneas de producción dedicadas a la elaboración de baldosas para baños, dormitorios y salas, cocina y exteriores; ya que cada uno de estos espacios el producto varía en diseño y material; para así adaptarse al gusto y necesidades de sus clientes.

En la **Figura 1-1**.se ilustra los productos de las líneas de producción de baldosas para baños, sala, dormitorios y exteriores que ofrece la empresa Ecuatoriana de Cerámica C.A.

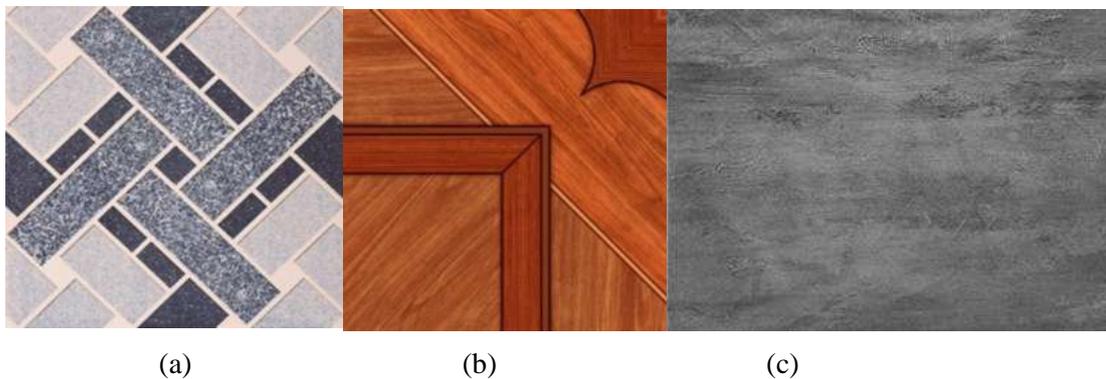


Figura 1-1. (a) Baldosa de baño, (b) Baldosa de sala y dormitorio (c) Baldosa de exteriores

Fuente: www.ecuaceramica.com/

1.3. Proceso

Se denomina proceso al conjunto de pasos organizados y relacionados entre sí, tomando como punto de partida un conjunto de entradas (Inputs), para posteriormente transformarlas y así generar una salida (Output) Existen tres tipos de procesos, a continuación se describe cada uno de ellos.

- **Procesos Continuos:** en este tipo de procesos, el material o materia prima pasa por cada uno de los equipos o estaciones del sistema; logrando así una producción continua y permanente de productos terminados.
- **Procesos Discretos:** una cantidad determinada de piezas es trasladada a cada una de las estaciones del sistema, teniendo como salida un número finito de piezas. En este tipo de procesos los productos son elaborados en lotes de producción.
- **Procesos Batch:** Este proceso permite la producción por lotes de material en un determinado periodo de tiempo pasando a través de una o más estaciones del sistema.

1.4. Automatización Industrial

La automatización industrial es la unión de diferentes tecnologías como son: la hidráulica, neumática, instrumentación, robótica, eléctrica, electrónica, entre otras. Dichas tecnologías relacionadas de una manera correcta permiten aplicar un conjunto de procedimientos automáticos en la realización de un proceso y de esta manera optimizar la producción.

La automatización de un proceso implica la modificación de diversos factores como por ejemplo: mayor inversión de capital, mantenimiento y reparación de equipos, mayor índice de inflexibilidad para el cambio de un proceso, entre otros.

De acuerdo con PerePonsa A. (2010, p. 2-5) la Automatización Industrial presenta grandes ventajas en comparación con el control manual de un proceso, a continuación se enlistan las más significativas:

- Reduce los tiempos de procesamiento de información.
- Uso eficiente de la energía y materia prima.
- Reducción de costos en la producción del producto.
- Ajuste a especificaciones; es decir menos productos defectuosos.
- Mejora la seguridad del trabajador.

Al automatizar un proceso se obtienen mayores beneficios de índole económico, social y tecnológico; por lo que muchas industrias apuestan por la automatización industrial. Existe un sinnúmero de aplicaciones de la automatización, entre las principales tenemos las siguientes:

- Industria electrónica.
- Industria automotriz.
- Industria agrícola.
- Industria alimentaria.

En este caso se aplicó la automatización industrial a la empresa Ecuacerámica; para tener un control de las pérdidas en el proceso de sus líneas de producción.

1.4.1. Fases de un Sistema de Automatización

Todo proceso de automatización necesita del trabajo en conjunto de diferentes áreas de la empresa, ya sea de logística, gestión, empaqueo, automatización, etc. En este apartado se describirá las fases para implementar un proceso general de automatización.

En la **Figura 2-1**.se ilustra las fases para la puesta en marcha de un proyecto de automatización.

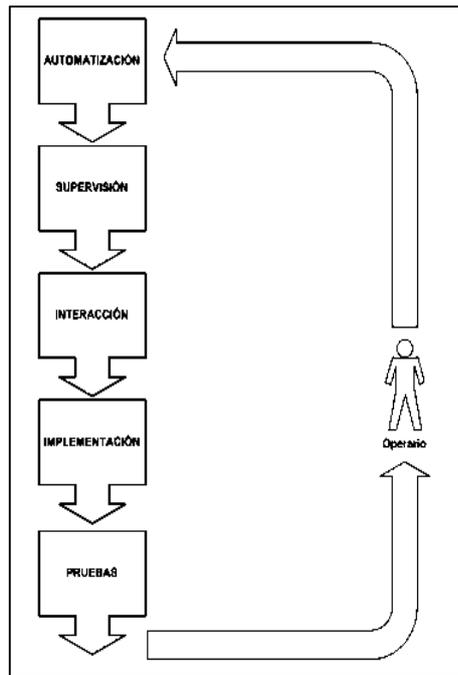


Figura 2-1. Fases para la puesta en marcha de un Proyecto de Automatización

Fuente: Diseño y automatización industrial, 2010,

En la primera fase denominada Automatización se debe observar el proceso que se desea controlar; una vez que se han identificado las variables relacionadas con el proceso se procede a generar el Diagrama GRAFCET. En esta fase también se selecciona; actuadores, sensores, cableado, programador Lógico programable, es decir los componentes necesarios para un correcto funcionamiento del sistema automatizado.

En la fase dos denominada Supervisión se debe conocer el funcionamiento de cada equipo; es decir los estados en los que se puede encontrar un proceso, otorga mayor seguridad en las diferentes estaciones del proceso. En esta fase el operario debe supervisar paso a paso la evolución del proceso automatizado, esto con el fin de evitar fallos en los que sea necesario activar una alarma o intervención directa el operario.

En la fase de Interacción es necesario un panel de mando, el mismo que consta de luces piloto, alarmas, switches, entre otros; que permiten al operario realizar acciones físicas sobre los equipos. Para dicha interacción es necesario una Interfaz Hombre-Máquina (HMI) que visualiza cada uno de los procesos en la producción.

La fase de implementación es de vital importancia, pues es aquí donde se selecciona el lenguaje de programación, entre los cuales se tiene: lenguaje Ladder, lenguaje Booleano, Diagrama de

funciones. El diagrama GRAFCET realizado en fases anteriores se traduce al lenguaje de programación seleccionado.

Finalmente en la fase de pruebas; el operario verifica el correcto funcionamiento del sistema automatizado; con el fin de detectar con mayor facilidad algún tipo de anomalía y corrección oportuna.

1.5. Sistemas SCADA

Un sistema SCADA es un software formado por un conjunto de aplicaciones que permiten la comunicación de forma automática entre los dispositivos de campo y el hombre desde la pantalla de un ordenador. Estas aplicaciones funcionan en ordenadores de control de producción, que permitan acceder a la planta mediante la comunicación digital e interfaz gráfica de alto nivel para el operario.

La aplicación en la pantalla del ordenador puede ser configurada por el usuario y modificada con facilidad. Un sistema SCADA ofrece, información que se genera a lo largo del proceso productivo; lo cual es de gran ayuda ya se puede dar un seguimiento objetivo a la producción.

Las características principales de un Sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (Gómez et al. 2008, et al; citados en Pérez E., 2014, p. 6-7) son las siguientes:

- Adquisición y almacenado de datos para recoger, procesar y almacenar la información recibida en forma continua y confiable.
- Arquitectura abierta y flexible con capacidad de ampliación y adaptación.
- Representación gráfica y animada de variables de proceso y su monitorización por medio de alarmas.
- Transmisión de información con dispositivos de campo y otros PC.
- Ejecutar acciones de control para modificar la evolución del proceso, actuando ya sea sobre los reguladores autónomos básicos (consignas, alarmas, menús, etc.) o directamente sobre el proceso mediante las salidas conectadas.
- Conectividad con otras aplicaciones y bases de datos, locales o distribuidas en redes de comunicación.
- Supervisión, para observar desde un monitor la evolución de las variables de control.
- Base de datos, gestión de datos con bajos tiempos de acceso.
- Presentación, representación gráfica de los datos. Interfaz del Operador o HMI.

- Explotación de los datos adquiridos para gestión de la calidad, control estadístico, gestión de la producción y gestión administrativa y financiera.
- Alertar al operador sobre cambios detectados en la planta, tanto aquellos que no se consideren normales (alarmas) como los que se produzcan en su operación diaria (eventos). Estos cambios son almacenados en el sistema para su posterior análisis.

1.5.1. Funcionamiento de un SCADA

El Esquema básico de un sistema de adquisición, supervisión y control está compuesto por: Interfaces de usuario, Unidad de control y dispositivos de campo, cada uno de los componentes cumplen con una función específica para un óptimo funcionamiento del SCADA. El flujo de la información en los sistemas SCADA se describe a continuación:

- El fenómeno físico se convierte en la variable a ser medida. Dependiendo del proceso, la naturaleza del fenómeno puede ser: presión, temperatura, humedad, detección de presencia, forma o color de objetos etc.
- Este fenómeno se transformará a una variable eléctrica. Para ello, se utilizan los sensores o transductores. Las variables eléctricas más utilizadas son: voltaje, corriente, carga, resistencia o capacitancia.
- Dichas señales eléctricas deben ser procesadas para ser entendida por el computador digital. Para ello se utilizan adaptadores o convertidores de señal, cuya función es la de referenciar estos cambios eléctricos a una misma escala de corriente o voltaje. Además, provee aislamiento eléctrico y filtraje de la señal con el objeto de proteger el sistema de ruidos originados en el campo.
- Una vez acondicionada la señal, la computadora almacena esta información, la cual es utilizada para su análisis y para la toma de decisiones. Simultáneamente, se muestra la información al usuario del sistema, en tiempo real.
- Basado en la información, el operador puede tomar la decisión de efectuar una acción de control sobre el proceso y nuevamente convertir la información digital a una señal eléctrica. Esta señal eléctrica es procesada por una salida de control, la cual actúa como un acondicionador de señal, para que pueda ser manejada por el instrumento de campo.

En la Figura 3-1 se ilustra el Esquema básico de un sistema de adquisición, supervisión y control.

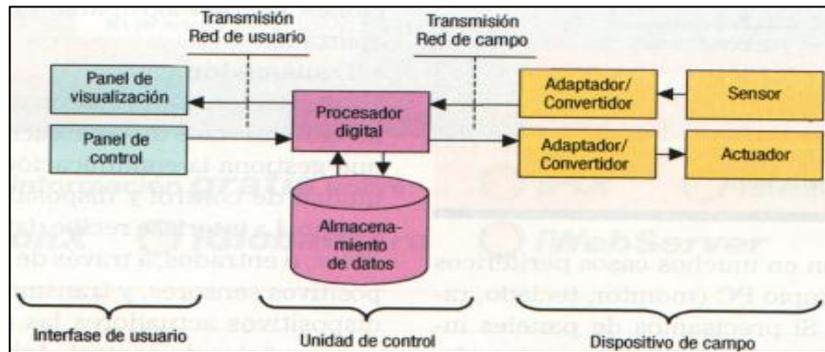


Figura 3-1. Esquema básico de un sistema de adquisición, supervisión y control

Fuente: Introducción a SCADA, 2010i

1.5.2. Componentes lógicos de un SCADA

Un sistema SCADA requiere de ciertos componentes indispensables para su funcionamiento en lo que a software se refiere entre los que se tiene: Configuración, Interfaz Hombre-Máquina, Módulo de Procesos y Gestión de Almacenamiento de Datos. A continuación se describen cada uno de ellos.

1.5.2.1. Configuración

En esta apartado el usuario define las pantallas gráficas y de texto; dependiendo de las necesidades que cada estación de trabajo tenga. También se seleccionan las variables que se visualizarán, procesarán y controlarán, para así facilitar la programación del sistema.

1.5.2.2. Interfaz Hombre – Máquina

Proporciona al usuario el control y supervisión de la planta; es decir no se limita al manejo de la máquina, sino que también observa el estado de los equipos e interviene en el proceso de ser necesario. El HMI presenta en sus pantallas las diferentes estaciones de la planta, entradas de control y las salidas del sistema.

1.5.2.3. Módulo de proceso

El Módulo de Proceso ejecuta las acciones de mando programadas anteriormente, las mismas que dependen de los valores de las señales de entrada y salida del sistema; es decir permite la relación

entre la pantalla y las variables del ordenador. También es el encargado de la animación de los elementos en la pantalla del HMI.

1.5.2.4. Gestión de Almacenamiento de Datos

Esta parte del software se encarga de almacenar de una manera ordenada los datos obtenidos de del comportamiento de los equipos de una planta. Los datos son tomados de manera periódica y en tiempo real para facilitar su registro y posteriormente realizar el análisis de calidad o mantenimiento del proceso.

1.5.3. Componentes físicos de un SCADA

En la parte de hardware un sistema SCADA requiere de cuatro componentes como: Ordenador Central, Ordenadores Remotos, Red de Comunicación e Instrumentación de Campo. A continuación se describen cada uno de ellos.

1.5.3.1. Ordenador Central (MTU)

Es el ordenador principal del sistema SCADA y es el encargado de supervisar y recoger la información de cada una de las estaciones de campo. En este ordenador se encuentra cargado el HMI, que permitirá la visualización del funcionamiento del sistema (Pérez E., 2010, p. 8).

1.5.3.2. Ordenadores Remotos (RTU's)

Son ordenadores que están situados a lo largo de un sistema; los mismos que reciben señales de sensores, válvulas; es decir, todo tipo de elemento de control. Los RTU's se encuentran en segundo nivel de automatización, ya que en primer lugar está el MTU y en tercer lugar se encuentran los instrumentos de campo. En este nivel no es necesario que el ordenador soporte HMI, razón por la cual en sistemas de menor complejidad se usan controladores lógicos programables (PLC) dando una integración mayor y CPU con mayor potencia de cálculo.

1.5.3.3. Red de Comunicación

En este nivel se gestiona la información que es transmitida desde los instrumentos de campo hacia los ordenadores tanto MTU como a los RTU's. Para la transmisión de datos se usan tipos de buses,

entre los más importantes tenemos: RS-232, RS-422 y RS-485; a partir de los denominados buses se logrado estandarizar la comunicación.

A partir del tipo de bus se puede llegar a formas de comunicación como son Bluetooth, Microondas, Satélite, cable. Cabe recalcar que entre los el Bus seleccionado y el sistema SCADA existen módems que soportan los protocolos de comunicación SCADA.

1.5.3.4. Instrumentación de campo

En este nivel se encuentran los elementos que permiten realizar la automatización, son los encargados de captar las señales y enviarlas a través de la red de comunicación al Ordenador máster.

1.6. Software de programación de HMI

Los Software HMI están formados por un conjunto de programas. Un software HMI está formado por un programa Interfaz Hombre-Máquina, que actualiza las variables de las bases de datos en la pantalla. También está formado por la Base de Datos que es el lugar donde se almacenan los datos del proceso; la base de datos es creada en un editor de Base de Datos; como por ejemplo MySQL (Introducción al HMI, 2012, p.3-4).

En el mercado existe una gran variedad de software para la programación del HMI, entre los más reconocidos están: Automation Studio, TIA Portal, ProTool, Intouch, Lookout. Para la programación del HMI del proceso del conteo de pérdidas de baldosas, se utilizó el software Lookout 6.2.

1.6.1. Lookout 6.2

Lookout 6.2 es un software que permite la programación del HMI de un sistema SCADA basada en objetos que facilita el desarrollo de aplicaciones; ya que no requiere de ninguna programación y los pasos fundamentales son: crear configurar y conectar objetos (Automation Direct, p. 2-3). Permite al operador supervisar y tomar decisiones de un sistema desde una computadora aportando así grandes beneficios a un proceso, a continuación se enlistan los principales:

- Permite desarrollar aplicaciones en línea; es decir no es necesario detener el proceso en caso de que se requiera una modificación en el HMI.
- No requiere de codificación.

- Posee control de proceso estadístico e intercambio dinámico de datos.
- Permite trabajar en un ambiente múltiple en Microsoft Windows.
- Permite la creación grafica de instrumentos de campo como por ejemplo: botones, potenciómetros, perillas, motores; entre otros.
- Comandos de inicio y parada de motores desde la pantalla del ordenador.
- Adquisición y muestra de datos en tiempo real.

En la nueva versión de Lookout trae incorporado las siguientes mejoras:

- **Control de expresiones:** Calcula el controlador de expresiones solo cuando el trigger cambia de falso a verdadero, más no cuando cambia de verdadero a falso.
- **Encontrar ventanas de visualización:** Permite ver y localizar displays de objetos locales, objetos remotos y miembros de datos de objetos.
- **Ventanas de monitor de conexión del cliente:** Permite ver las conexiones entre el servidor Lookout y los clientes.
- **Integración de servidores NI OPC:** Esta aplicación sirve para conectar dispositivos OPC.

En la Figura 4-1.se ilustra la pantalla del software Lookout 6.2

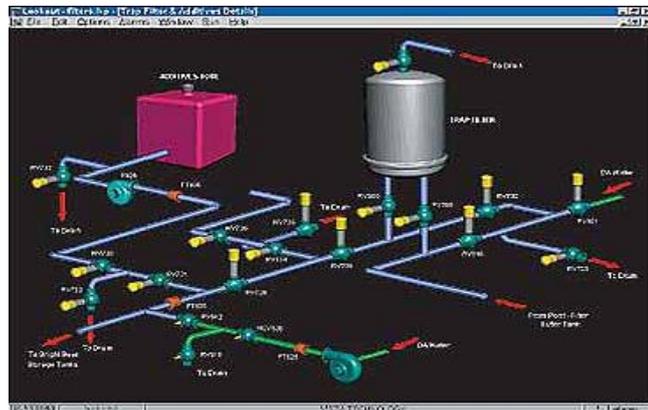


Figura 4-1. Pantalla de Lookout 6.2

Fuente: www.youtube.com/watch?v=mk27MmSWanc, 2012

1.7. Controlador Lógico Programable (PLC)

Un Controlador Lógico Programable es un dispositivo electrónico operado digitalmente, que permite controlar en tiempo real y un ambiente industrial procesos secuenciales, leer las señales, enviar acciones al sistema. Los PLC's operan de manera secuencial, es decir que esperan a la

finalización del programa para nuevamente ejecutarlo (Controlador Lógico Programable PLC, p. 39-41).

En la Figura 5-1.se muestra el ciclo operativo de un Controlador Lógico Programable; aquí se aprecia como el proceso realiza una segunda secuencia una vez finalizada la anterior.

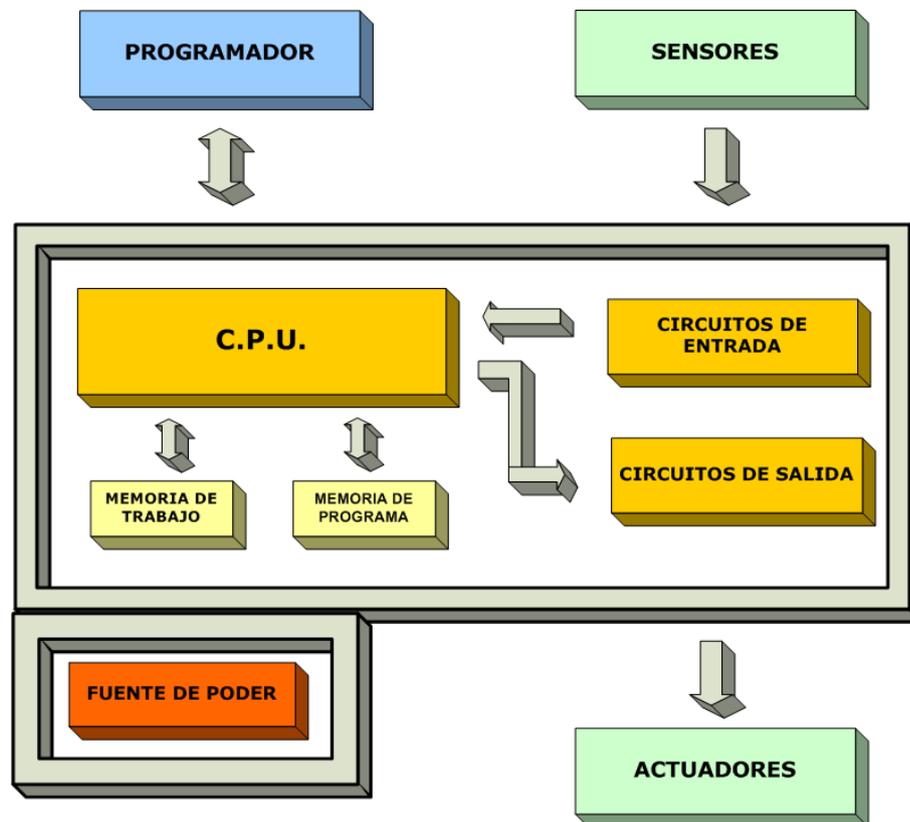


Figura 5-1. Ciclo operativo de un PLC

Fuente: <https://www.emaze.com/@ATIFZZC>

Un PLC está formado por los siguientes elementos:

- **Unidad Central de proceso:** Es el cerebro del PLC, en él se encuentra el programa que controla dispositivos tanto de entrada como de salida.
- **Módulos de entrada:** Se dividen en digitales y analógicas; a ellos se conectan sensores y las líneas de transmisión.
- **Módulos de salida:** Se dividen en digitales y analógicas; aquí se conectan los actuadores.
- **Fuente de alimentación:** Convierte voltajes altos de corriente alterna (115V, 230V CA) a voltajes bajos de corriente directa (5V, 15V Y 24V).

- **Dispositivos periféricos:** Permiten ampliar al PLC, como por ejemplo se le puede añadir una red LAN, módulos auxiliares de E/S, memoria adicional, PLC del mismo modelo.
- **Interfaces:** Le permiten al PLC comunicarse con otros dispositivos, para así manejar sus características internas, como programación y monitorización del proceso.

En la Figura 6-1. se ilustra el PLC TWDLCAE40DRF de la marca Schneider Electric Twido, que se utilizó para la automatización del proceso de conteo de pérdidas de baldosas del presente proyecto.



Figura 6-1. PLC Schneider Electric Twido TWDLCAE40DRF

Realizado por: <http://jvdistribuciones.com.co/producto/breaker-enchufable-monopolar-1x15a-luminex/>

1.7.1. Lenguaje de Programación aplicado a PLC

Los lenguajes de programación aplicados a PLC son un conjunto de instrucciones y símbolos que se asocian para ejecutar una secuencia lógica de control, además permite al usuario ingresar a un programa de control en la memoria del PLC. Los lenguajes de programación se han desarrollado con el pasar de los años, facilitando el manejo de datos.

Existen diferentes tipos de lenguajes de programación, como son:

- Lenguaje de contactos o Ladder (LD).
- Lenguaje Booleano.
- Diagrama de Bloques de Funciones (FBD).
- Diagrama de funciones secuenciales (SFC).
- Texto estructurado (ST).

1.7.1.1. Programación LADDER

El LADDER, también denominado lenguaje de contactos o de escalera, es un lenguaje de programación gráfico para Controladores Lógicos Programables (PLC), está basado en conexiones gráficas entre variables booleanas tipo relé. Generalmente se utiliza para para variables digitales.

El lenguaje LADDER hace uso de contactos normalmente abiertos, contactos normalmente cerrados, bobinas normalmente abiertas, bobinas normalmente cerradas, bobina SET y bobinas RESET; la activación de cualquiera de uno de estos elementos permite o impide el paso de energía al siguiente elemento.

El lenguaje Ladder incorpora variables internas y bits del sistema. Las variable internas se utilizan para almacenar información intermedia y tienen asociados bobinas y contactos, se identifican con numereos que van desde 0 a 255. Los bits del sistema son contactos propios del lenguajes, uno de los mas importantes bits son el de arranque y los de reloj.

En la Figura 7-1. se ilustra la Estructura general de de un programa LADDER; en el se utiliza contactos abiertos y cerrados, bobinas abiertas y cerradas; las líneas reapresentan la alimentación del circuito eléctrico.

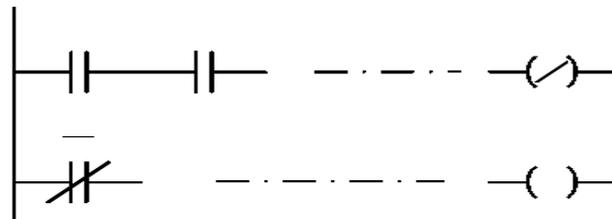


Figura 7-1. Estructura general de un programa LADDER

Fuente: Lenguajes de programación de PLC's

1.7.2. Software de Programación para PLC

En el mercado existen un sinnúmero de Software aplicados a la programación de PLC; por lo general cada empresa con su propio entorno de programación para sus controladores. En el caso de Schneider Electric para sus controladores tanto compactos como modulares, utilizan el software denominado TwidoSuite.

1.7.2.1. TwidoSuite

TwidoSuite es un software de desarrollo gráfico que permite crear, configurar y mantener aplicaciones de automatización aplicado a los PLC de Twido Telemecanique. Está basado en Windows de 32 bits que se ejecuta en los sistemas operativos Microsoft Windows 2000 y XP Professional. TwidoSuite permite crear programas con distintos tipos de lenguaje para posteriormente transferirlos al PLC (Instituto Schneider Electric, 2008, p.23).

Según el Manual de formación TwidoSuite de Schneider Electric España, las principales funciones del software TwidoSuite son:

- Interface de usuario intuitiva y orientada a proyectos.
- Diseño de software sin menús. Las tareas y funciones del paso seleccionado de un proyecto siempre se encuentran visibles.
- Soporte de programación y configuración.
- Comunicación con el autómeta.
- Ayuda de primera mano acerca del nivel de tareas que ofrece enlaces relevantes a la ayuda en línea.



Figura 8-1. Pantalla de inicio de TwidoSuite

Fuente: Manual de formación TwidoSuite de Schneider Electric, 2008

En la Figura 8-1. Se ilustra pantalla de inicio de TwidoSuite; en la que se encuentran tres opciones: Modo Programación, Modo Vigilancia y Actualización de Autómatas. Para la creación de un programa se realiza en el Modo Programación; al elegir el modo vigilancia se podrá comprobar el funcionamiento del PLC sin necesidad de sincronizar el programa grabado en la memoria del PLC; mientras que la opción Actualización de autómatas permite actualizar el Firmware del controlador programable.

1.8. Protocolos de Comunicación Industriales

Protocolos de Comunicación es un conjunto de reglas mediante las cuales se transfiere e intercambia datos entre los componentes de una red industrial. Los buses de campo de datos facilitan la comunicación en una red industrial y sustituyen las conexiones punto a punto entre los elementos de campo y los dispositivos de control. Los buses de campo más utilizados en el sector industrial son: HART, Profibus, Fieldbus Foundation, Modbus y DeviceNet (Lagos C. 2006). A continuación se describen cada uno de ellos:

- **HART:** La señal digital usa dos frecuencias individuales de 1200 y 2200 Hz, que forman una onda sinusoidal que se superpone al lazo de corriente de 4-20 mA.
- **Profibus:** Se encuentran Profibus DP, Profibus PA y Profibus FMS.
- **Fieldbus Foundation:** Es un protocolo digital que permite comunicar gran cantidad de información; está orientado a la interconexión de dispositivos en procesos continuos.
- **Modbus:** Es un protocolo orientado a la transmisión para sistemas de control y supervisión de procesos (SCADA). Las interfaces de capa física pueden ser configuradas en: RS-232, RS-422, RS-485, Los datos pueden intercambiarse en modo RTU y modo ASCII.
- **DeviceNet:** Utilizada para conectar dispositivos simples como sensores y dispositivos de complejos como PLC, HMI.

1.9. Dispositivos de mando y señalización

Los elementos de mando permiten controlar un circuito eléctrico; mientras que los dispositivos de señalización permiten conocer el estado de un proceso.

1.10. Dispositivos de protección

Son dispositivos que protegen al circuito eléctrico; algunos de los más importantes son breaker, fusibles, entre otros. Como:

1.10.1. Breaker

El breaker es un dispositivo eléctrico que sirve de protección en un sistema eléctrico frente a sobre corrientes o sobre voltajes; interrumpiendo la alimentación en el instante que ocurre la falla. En la Figura 9-1.se ilustra un tipo de breaker.



Figura 9-1. Breaker

Fuente: <http://jvdistribuciones.com.co/producto/breaker-enchufable-monopolar-1x15a-luminex/>

1.10.2. Contactor

Es un dispositivo eléctrico formado por contactos, los mismos que a su vez poseen bobinas que al ser excitadas mediante una corriente cambian sus estados de normalmente abierto a normalmente cerrado y viceversa. La Figura 10-1. Se muestra el contactor.



Figura 10-1. Contactor

Fuente: <http://jvdistribuciones.com.co/producto/breaker-enchufable-monopolar-1x15a-luminex/>

1.11. Fuente de alimentación

La fuente de alimentación es la encargada de suministrar energía a los diferentes componentes del sistema, estabiliza la entrada de corriente alterna a una salida de corriente directa. En la Figura 11-1 se visualiza la fuente de alimentación SITOP PSU200M de la marca Siemens utilizada en el proyecto.



Figura 11-1. Fuente de alimentación SITPOP PSU200M

Fuente: <http://jvdistribuciones.com.co/producto/breaker-enchufable-monopolar-1x15a-luminex/>

1.12. Servidor Web

Un servidor Web es una máquina informática que está al servicio de clientes como pueden ser: ordenadores, impresoras, ordenadores portátiles, entre otros; y es el encargado de transferir información. Un servidor Web al recibir peticiones envía documentos de tipo Hipertexto, mediante el protocolo HTTP (HyperText Transfer Protocol).

1.12.1. Página Web

Una página web es un documento electrónico con una URL específica que forma parte de un sitio web o un servidor web y tiene asociados a ella hipervínculos o enlaces que facilitan la navegación. Una página Web consta de sonido video, enlaces, imágenes; en formato HTML o XHTML (definicion.de/pagina-web/).

1.13. Base de Datos

Una Base de Datos es el conjunto de datos organizados y relacionados entre sí; dichos datos se encuentran almacenados en discos para facilitar su acceso. La estructura de una Base datos son tablas; las mismas que están formadas por filas y columnas; las filas conforman los registros, mientras que las columnas contiene la información de los elementos que se guardan en la tabla (PérezDamián, 2007).

La implementación de una Base de Datos ofrece grandes ventajas dentro una empresa u organización; entre las principales se puede mencionar:

- Control sobre la redundancia de datos.
- Consistencia de Datos.
- Permite compartir datos.
- Mantenimiento de estándares.
- Mejora en la integridad de datos.
- Mayor seguridad.
- Mejora en la accesibilidad a los datos.
- Gestión en el acceso concurrente a los datos.

Existe una gran variedad en Bases de Datos, entre las más utilizadas se tiene: MySQL, PostgreSQL, Oracle, Access, Microsoft SQL Server; cada una difiere en sus características y aplicación.

Según la web maestrosdelweb.com, las Bases de Datos tienen en común los campos o tipos de datos que ingresarán a la misma; los más comunes son:

- **Numérico:** Podemos encontrar enteros y reales.
- **Booleanos:** Datos que poseen dos estados: Verdadero “Si” y Falso “No”.
- **Memos:** Son campos alfanuméricos de longitud ilimitada.
- **Fechas:** Almacenan fechas facilitando posteriormente su explotación.
- **Alfanuméricos:** Contienen cifras y letras. Presentan una longitud limitada (255 caracteres).
- **Auto-incrementables:** Son campos numéricos enteros que incrementan en una unidad su valor para cada registro incorporado.

1.13.1. *MySQL*

MySQL es un sistema de administración de bases de datos relacional (RDBMS), está basado en lenguaje SQL que permite realizar consultas en una base de datos, así como también mostrar, insertar, actualizar y borrar datos. Los comandos más utilizados en el lenguaje SQL son los siguientes:

- **Mostrar:** Para mostrar los registros se utiliza la instrucción *Select*.
- **Insertar:** Los registros pueden ser introducidos a partir de sentencias que emplean la instrucción *Insert*.
- **Actualizar:** Para actualizar los registros se utiliza la instrucción *Update*.
- **Borrar:** Para borrar un registro se utiliza la instrucción *Delete*.

Amit Kumar Saha en su libro MySQL: Introducción, características y beneficios MySQL presenta las siguientes características:

- Posee una arquitectura Multi-hilos, es decir que multiples usuarios pueden acceder a la base sin complicaciones.
- Cachea los resultados de las consultas comunes.
- Posee una interfaz de línea de comandos y herramientas gráficas, que facilitan su uso.
- Tiene un sistema de privilegios de usuarios potentes y flexibles.
- Cuenta con aplicaciones para el escritorio y la Web.

MySQL es un sistema de libre distribución y de código abierto; lo que quiere decir que se puede acceder a él desde internet, además de que cualquier persona puede aportar ideas para el mejoramiento del código de aplicación.

1.14. Sensor Fotoeléctrico

El sensor fotoeléctrico es un dispositivo electrónico que varía de acuerdo a la intensidad de luz. Está compuesto por un receptor que recibe la señal de luz generada por el emisor. En la industria se utilizan para la detección, clasificación y posicionamiento de objetos, hasta en condiciones ambientales extremas.

Los sensores Fotoeléctricos pueden ser del tipo PNP o NPN; la diferencia radica en el circuito interno y el tipo de transmisor utilizado. En la Figura 12-1. Se ilustra los diagramas eléctricos de elementos del tipo NPN y del tipo PNP.

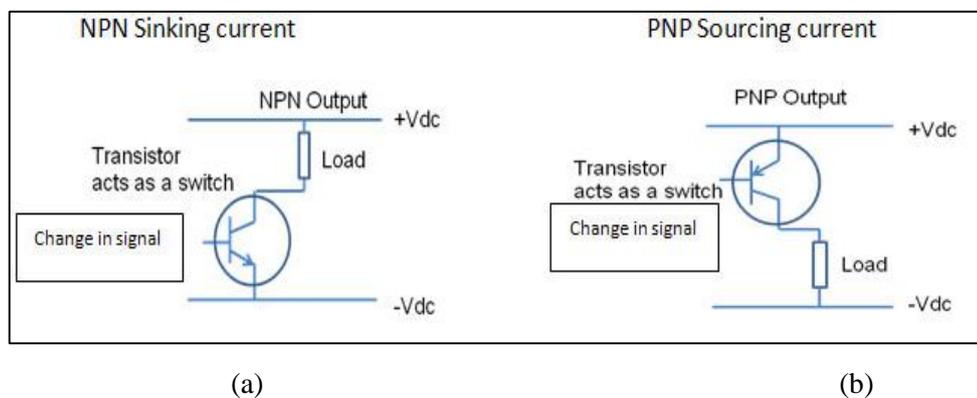


Figura 12-1. Sensor fotoeléctrico: (a) Conexión NPN, (b) Conexión PNP

Fuente: www.infopl.net/

Al momento de la conexión de este tipo de sensores se debe tener en cuenta que un sensor fotoeléctrico PNP tendrá como salida un pulso positivo; mientras que un sensor fotoeléctrico NPN tendrá como salida un pulso negativo.

En la Figura 14.1 se muestra el Sensor fotoeléctrico de la marca OMKQN, modelo: E3F-R2N utilizado en el Sistema Automatizado de conteo de pérdidas.



Figura 13-1. Sensor Fotoeléctrico

Realizada por: <http://jvdistribuciones.com.co/producto/breaker-enchufable-monopolar-1x15a-luminex/>

1.15. Cable de Red

Los cables de red permiten conectar dispositivos de red entre sí. Existen básicamente dos tipos de cable de red: cable de conexión directa utilizado para conectar dispositivos de diferentes capas; y cable de conexión cruzada utilizado para conectar dispositivos similares.

En la Figura 14-1. Se ilustra el cable de red utilizado en el proyecto para la conexión del PLC al ordenador.



Figura 14-1. Cable de red

Realizado por: María E. Lozada L. 2017

CAPITULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

Para el diseño e implementación del proyecto denominado Automatización del conteo de pérdidas del proceso productivo de baldosas en la empresa Ecuatoriana de Cerámica C.A. utilizando un sistema de monitoreo de tiempo real; se recurrió a seis métodos de investigación.

El método Delphi permitió una comunicación estructurada entre docentes tutores y proponentes. En el transcurso de la ejecución de este proyecto los docentes tutores apoyaron con conocimientos técnicos y experiencia, expuestos en diálogos periódicos y en la revisión del avance del proyecto en conjunto con los proponentes y el personal de la empresa Ecuatoriana de Cerámica C.A.

Se aplica el método analítico debido a que el proyecto implementado es bastante extenso; por lo que fue necesario separar el objeto de estudio en varias partes: mecánica, electrónica, software, automatización y de control.

Mediante el método Inductivo se obtuvieron conclusiones particulares o individuales sobre las partes que conforman el proyecto como son: PLC, sensores, HMI, Base de Datos, Pagina Web; con dichas premisas se logró extraer conclusiones generales sobre este proyecto de trabajo de titulación.

Se usó el método Deductivo para recolectar información relevante sobre la producción de baldosa y principalmente en países desarrollados, esta información aportó significativamente al desarrollo de este proyecto, pues permitió conocer las etapas del proceso de producción para posteriormente tomar decisiones en cuanto a la automatización de las pérdidas del producto.

Para realizar las pruebas funcionamiento del proceso automatizado se empleó el método experimental; mediante el cual se manipulo la variable medida para así controlar las pérdidas en cada etapa de la producción de baldosas. Se realizó la debida calibración de los sensores para disminuir al máximo los errores y obtener un desempeño óptimo del sistema automatizado.

2.1. Instalación y Configuración de Software requerido

Para un correcto funcionamiento; tanto del programa que ejecutará el PLC, así como también la visualización de datos en el HMI y el almacenamiento de datos en la página web; es necesario una correcta instalación y configuración de los softwares; con ello se evitará posibles problemas en cuanto a compilación y ejecución.

2.1.1. Instalación y Configuración de TwidoSuite

En el proyecto se usó un Controlador Programable Twido; la empresa que distribuye dichos PLC en el mercado, también cuenta con el software necesario para la programación; denominado TwidoSuite. La instalación de este software es sencilla; sin embargo hay que tener en cuenta ciertos requerimientos tanto físicos como lógicos que son necesarios para una correcta instalación y configuración de TwidoSuite.

A continuación se enlistan las características del equipo que se utilizó para la instalación de TwidoSuite; teniendo siempre en cuenta el cumplimiento de los requerimientos tanto en software como hardware.

- Se utilizó un computador de escritorio con un procesador de 3.6 GHZ.
- Memoria RAM instalada de 500MB.
- Espacio disponible en el Disco duro de 10GB.
- El sistema operativo que sirvió de plataforma es Windows XP.
- Previa instalación de Service Pack; este paso es opcional, sin embargo es gran de utilidad ya que corrige errores del sistema operativo y permite que TwidoSuite funcione de una mejor manera.

Una vez que se cercioró que el equipo cumpla con los requerimientos se procedió a la instalación de TwidoSuite. A continuación se enlistan los pasos básicos a seguir:

1. Abrir el archivo ejecutable de TwidoSuite y aceptar la licencia del software.
2. Seleccionar la ruta de instalación y pulsar “Install”, con ello se descomprimirá el archivo.
3. En la ruta donde se descomprimió la carpeta, seleccionar el icono “Setup”.
4. En las siguientes ventanas se aceptó el contrato de licencia, se colocó el nombre de la organización, es decir “ECUACERÁMICA”.
5. Finalmente se colocó un icono de TwidoSuite en el escritorio; para un acceso rápido.

Se recomienda que una vez instalado TwidoSuite se abra el programa y se registre el software; ya que en caso de no hacerlo el período de prueba caducará en 30 días y ya no se podrá utilizar. Con lo realizado ya se tiene TwidoSuite listo para empezar con la programación.

2.1.2. Instalación y Configuración de Lookout 6.2

LookoutDirect se utilizó para la creación del HMI del proyecto. Se eligió este software debido a la facilidad en su manejo ya que no requiere de ninguna programación. El equipo donde se instaló LookoutDirect cuenta con los requisitos del sistema; para así evitar problemas en el momento de ejecutar el programa. A continuación se describen los pasos para una correcta instalación:

1. Insertado el CD-ROM se muestra la ventana de DirectSoft32, seleccionar **Install software**.
2. En el cuadro de dialogo **Password**, ingresar la clave de licencia de software y clic en **OK**.
3. Nuevamente se debe ingresar la contraseña y clic en **Continue**.
4. Inicia la pantalla de configuración de LookoutDirect y seguir las instrucciones.
5. Posterior a la configuración de LookoutDirect; inicia la instalación.
6. Finalmente seleccionar entre las opciones: Ver el archivo Readme o Iniciar LookoutDirect.

Una vez instalado LookoutDirect son necesarias varias configuraciones en el sistema.

- **Configuración de Registro de alarmas:** Al estar conectada una impresora al ordenador en donde se ejecuta LookoutDirect; permite la impresión de las alarmas.
- **Configuraciones de Niveles de Seguridad:** Al realizar la configuración de seguridad otorgó derechos de acceso y manipulación al sistema; dependiendo del usuario.

Es posible también realizar cambios en otras opciones como por ejemplo: flechas de navegación, configuración de teclado virtual, entre otras; sin embargo para la ejecución del proyecto se utilizaron las configuraciones por defecto.

Una configuración de vital importancia que se realizó fue la **Partida de archivos de Procesos**; ya que LookoutDirect opera 20 horas al día, esto debido a los turnos con los que trabaja empresa Ecuatoriana de Cerámica C.A. Con esta configuración se asegura de que cuando el sistema vuelva a trabajar luego de haber sido suspendido; reanude la operación automáticamente, es decir sin

necesidad de abrir el programa manualmente a continuación se describe los pasos a seguir para dicha configuración:

1. Seleccionar **Options> STARTUP**. En la Figura 1-2. se ilustra el Cuadro de dialogo de Startup Process Files
2. Clic en **Add**.

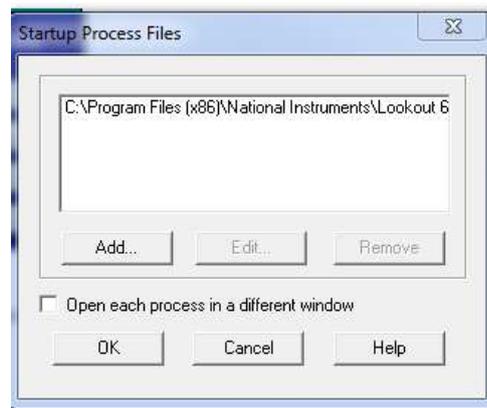


Figura 1-2. Ventana Startup Process Files

Realizado por: María E. Lozada L., 2017

3. En el cuadro de dialogo **Add Startup files** (Agregue archivos para la partida); se seleccionó el archivo “Proceso_Conteo_de _Perdidas_ECUACERAMICA”; que arrancará cada vez que se encienda el computador. En la **Figura 2-2.** se muestra el cuadro de diálogo **Add Startup files**.

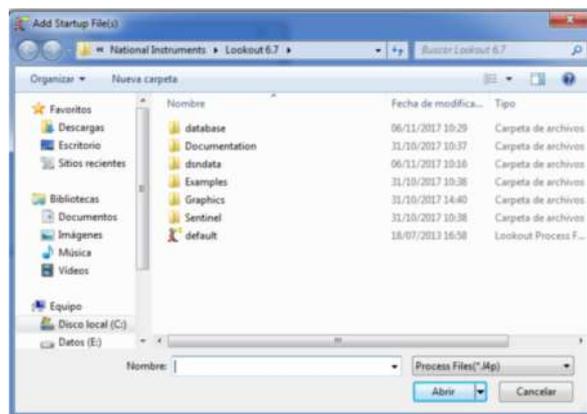


Figura 2-2. Cuadro de Dialogo “Add Startup files”

Realizado por: María E. Lozada L., 2017

2.1.3. *Instalación y configuración de MySql*

MySql es el software donde se realizó la programación de la base de datos. Una vez descargado y descomprimido el instalador de MySql; se procedió a la instalación; realizando los siguientes pasos:

1. Ejecutar setup.exe.
2. En la ventana de *MySQLServer –Setup Wizard* seleccionar **Custom** y clic en **Next**.
3. En cuadro de dialogo *Custom Setup* hacer clic en **Next**.
4. En cuadro de dialogo *Wizard Completed* hacer clic en **Finish**.

A continuación se presentan cuadros de dialogo para realizar la configuración de MySql:

1. En el cuadro de dialogo de *MySql Instance Configuration*, seleccionar **Standard Configuration** y dar clic en **Next**.
2. Seleccionar **Install as Windows Service** y **Include Bin Directory** in Windows PATH y dar clic en **Next**.
3. Seleccionar **.Modify Security Settings**; aquí se digita la contraseña; en este proyecto se utilizó la palabra ECUACERAMICA y clic en **Next**.
4. En el cuadro de dialogo *Wizard Completed* seleccionar **Configure the MySQL Server now** y clic en **Next**.
5. En el cuadro de dialogo de *MySql Server Instance Configuration*, seleccionar **Standard Configuration** y clic en **Next**.
6. En el último cuadro de dialogo dar clic en **Execute** y se ha finalizado la configuración.

Una vez realizados los pasos para la instalación y configuración de MySql, se procedió a la programación de la base de datos que almacenará el número de baldosas que entran y salen en cada etapa del proceso de producción; la programación es descrita en los siguientes apartados.

2.2. **Descripción General del Proceso de Producción**

Previo al diseño e implementación del sistema automatizado es necesario conocer una breve descripción de las fases en cada una de las líneas de producción de la empresa. Las líneas de producción LP1 y LP2 poseen características similares; de igual forma las líneas de producción LP3 y LP4.

- Las líneas de producción 1 y 2 se encargan de producir baldosas para baño; cada una cuenta con ocho estaciones o etapas para su producción; cabe mencionar que en el paso de una etapa a otra existen pérdidas de producto.

En la Figura 3-2. Se ilustra su diagrama de producción.

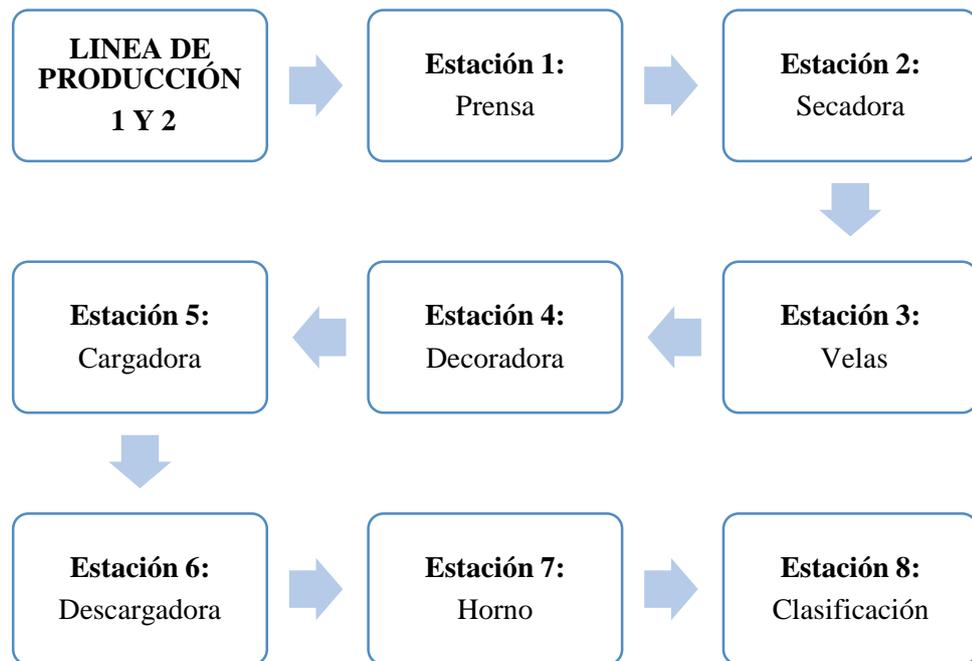


Figura 3-2. Etapa de las Líneas de Producción 1 y 2.

Realizado por: María E. Lozada L., 2017

- Las líneas de producción 3 y 4 producen baldosas para exteriores; cada una cuenta con cinco estaciones o etapas de producción; cabe mencionar que en el paso de una etapa a otra existen pérdidas. En la Figura 4-2. se ilustra el diagrama de producción.

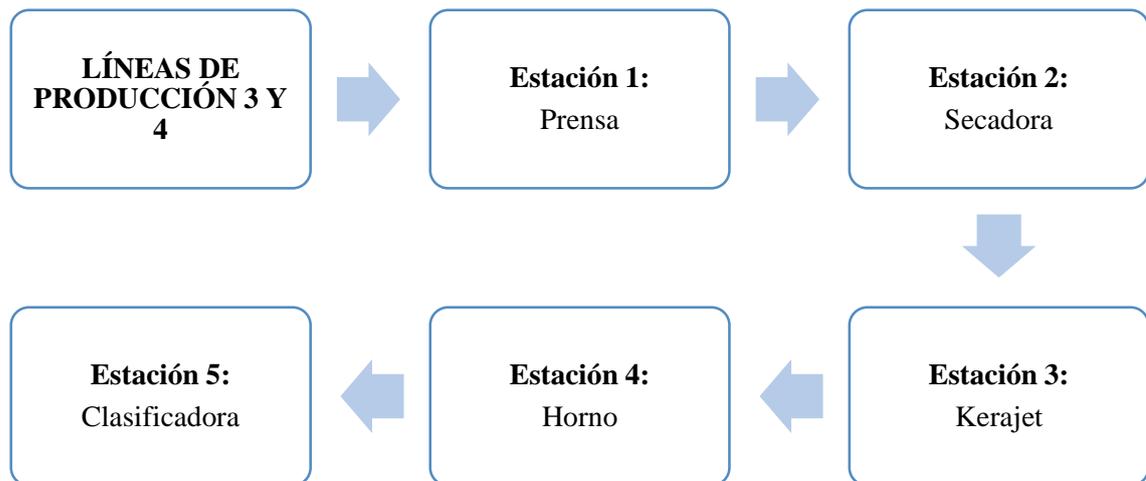


Figura 4-2. Etapas de las Líneas de Producción 3 y 4.

Realizado por: María E. Lozada L., 2017

2.3. Identificación de la variable a medir

Para controlar la pérdida de baldosas en el proceso de producción es necesario tomar en cuenta la variable Presencia; dicha que será monitoreada siempre que la planta esté trabajando. A continuación se describe la variable a medir:

- **Presencia:** al medir esta variable es posible conocer el número de baldosas que salen de una estación de producción para dirigirse a la siguiente. Se utilizaron sensores fotoeléctricos PNP que envían una señal de un “1” al PLC si detecta la presencia de la baldosa, caso contrario un “0” lógico. Con ello se sabe el número de baldosas que entran y salen en cada etapa del proceso.

En el sistema electrónico implementado, la baldosa interrumpe al haz de luz que emite el sensor; activando una señal lógica, para medir la variable presencia en cada etapa de las líneas de producción para la cual se implementó una red de sensores.

2.4. Selección del Controlador Lógico programable

En el mercado se puede encontrar una gran gama de controladores lógicos programables; la elección del modelo depende de la tipología y complejidad del proceso que se va a automatizar. La compañía Schneider Electric cuenta con PLC's Twido; que a lo largo del tiempo han sido

utilizadas para instalaciones sencillas; brindando flexibilidad y simplicidad al momento de automatizar.

Para el proceso a automatizar en la empresa Ecuatoriana de Cerámica C.A. se seleccionó un controlador compacto Twido TWDLCAE40DRF de la marca Schneider Electric; pues cuenta con las características tanto físicas como lógicas para cumplir con los requerimientos del sistema. En el siguiente apartado se describe el controlador utilizado.

2.4.1 Controlador Compacto TWDLCAE40DRF

El Controlador Lógico Programable TWDLCAE40DRF es un dispositivo compacto que permite el control eficaz de los instrumentos de campo en el proceso de conteo de pérdidas de baldosa. Este PLC posee características que se pueden apreciar en la Tabla 1-2.

Tabla 1-2. Características del PLC TWDLCAE40DRF

PLC TWDLCAE40DRF:Características Físicas			
No.	Descripción	Tipo	Cantidad
1	Entradas: lógica positiva y negativa	24 VDC	24
2	Salidas de relé	250VAC	14
3	Salidas de transistor fuente	24 VDC	2
4	Potenciómetros	analógicos	2
5	No. de módulos de ampliación		7 máx.
6	Cartucho de memoria adicional permitido	32 0 64 KB	1
7	Puerto de Comunicación	RS485	1
8	Tensión de Alimentación	100-240 VAC	---
9	Corriente de salida	2 A	---
10	Puerto de interface Ethernet integrado	RJ45	1
11	Batería Interna	No extraíble	1
12	Batería Externa	Reemplazable	1
Características Lógicas			
1	Comunicación Ethernet TCP/IP		
2	Regulación de PID		
3	Programación: Memoria de aplicación 3000 instrucciones, 256 bit internos, 128 temp, 128 contadores		
4	Idioma de programación: Lógica LADDER		
5	Tiempo de scaneo: 1µs		

6	Reloj calendario integrado
7	Temperatura de funcionamiento: 0°C a 50°C

Realizado por: María E. Lozada L., 2017

Para realizar las conexiones de los instrumentos de campo, del HMI al PLC y conocer cómo están distribuidos físicamente los puertos del PLC. En la Figura 5-2. Se ilustra las partes frontales del PLC TWDLCAE40DRF.

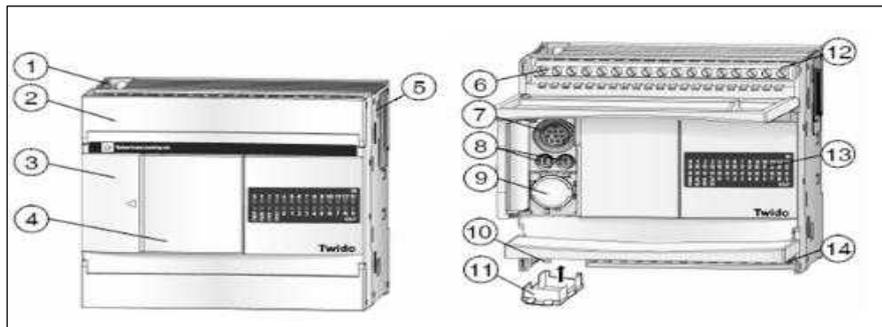


Figura 5-2. Componentes de Controlador Lógico Programable TWDLCAE40DRF.

Fuente: Manual de Formación de Controladores Twido, 2008.

A continuación se describen los componentes de la parte frontal del PLC TWDLCAE40DRF:

1. Orificio de montaje.
2. Cubierta de terminal.
3. Puerta de acceso.
4. Cubierta extraíble del conector del HMI.
5. Conector de ampliación.
6. Terminales de potencia del sensor.
7. Puerto serie 1.
8. Potenciómetros analógicos (solo están en algunas series).
9. Conector de puerto serie 2.
10. Terminales de fuente de alimentación de 100 a 240VCA.
11. Conector de cartuchos.
12. Terminales de entradas.
13. Indicadores LED.
14. Terminales de salidas.

En la Figura 6-2. Se ilustra la parte posterior del PLC TWDLCAE40DRF.

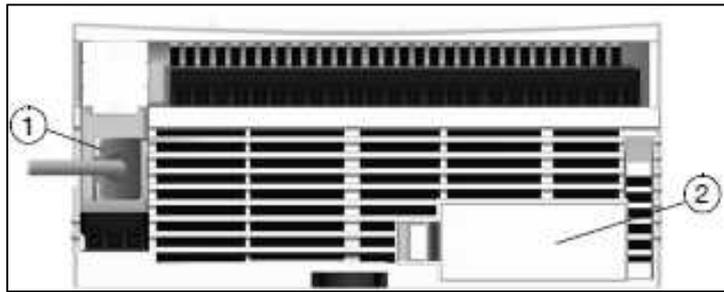


Figura 6-2. Parte posterior del PLC TWDLCAE40DRF.

Fuente: Controladores programables Twido, 2010.

En la parte posterior se encuentra lo siguientes componentes:

1. Puerto Ethernet RJ-45
2. Compartimiento de batería externa reemplazable.

2.4.2 Configuración del PLC TWDLCAE40DRF en TwidoSuite

La programación para el sistema automatizado del conteo de pérdida de baldosas se realizó en TwidoSuite. Previo a la programación se realizó las siguientes configuraciones:

1. En el Modo Programación, escoger Crear un proyecto nuevo.
2. En la ventana *Información del proyecto* se llenó los siguientes campos:
 - **Proyecto:** “CONTEO DE PERDIDAS DE BALDOSA”.
 - **Directorio:** C:\ Program Files\Schneider Electric\twidoSuite\Mis proyectos.
 - **Autor:** Lozada María Elena.
 - **Departamento:** Producción.
 - **Propiedad Industrial:** Ecuatoriana de Cerámica.
3. En la pestaña *Describir* dirigirse a Configurar el material.
4. En la sección *Bases* el Controlador lógico programable seleccionar el PLC TWDLCAE40DRF, como se muestra en la Figura 7-2.

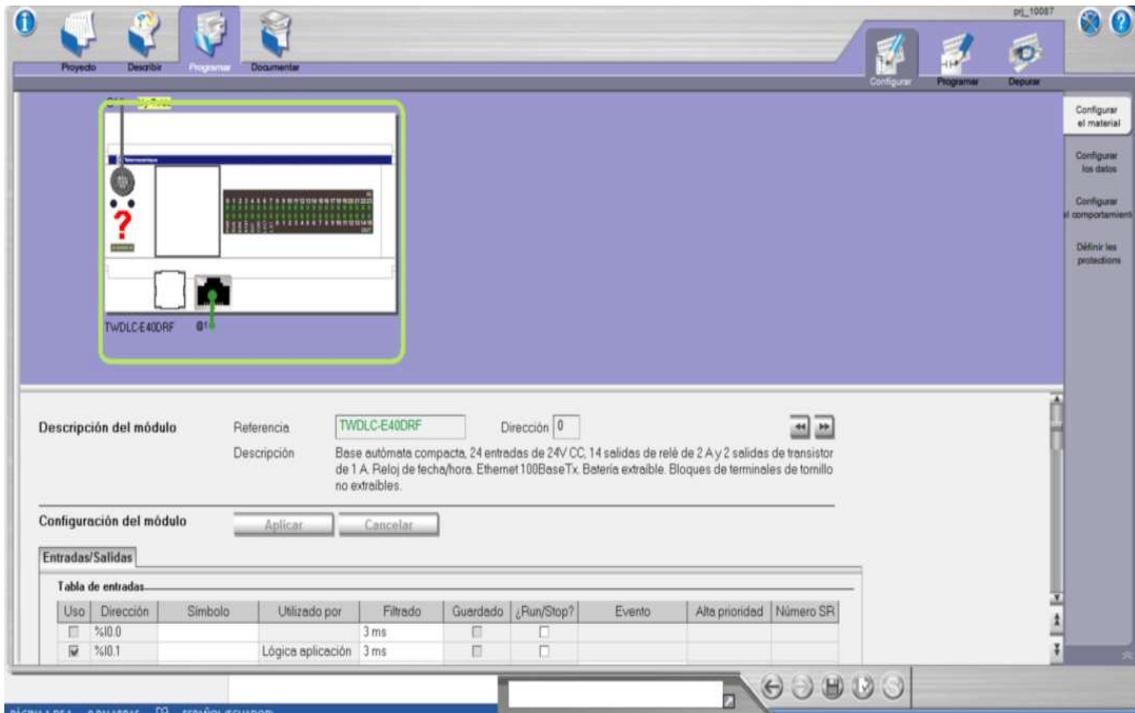


Figura 7-2. Ventana Información del proyecto

Realizado por: María E. Lozada L., 2017

5. En la pestaña *Programar* dirigirse a *Configurar el comportamiento* y realizar las configuraciones de Niveles funcionales, Modo de operación, Arranque y Almacenamiento automático, mostradas en la Figura 8-2.

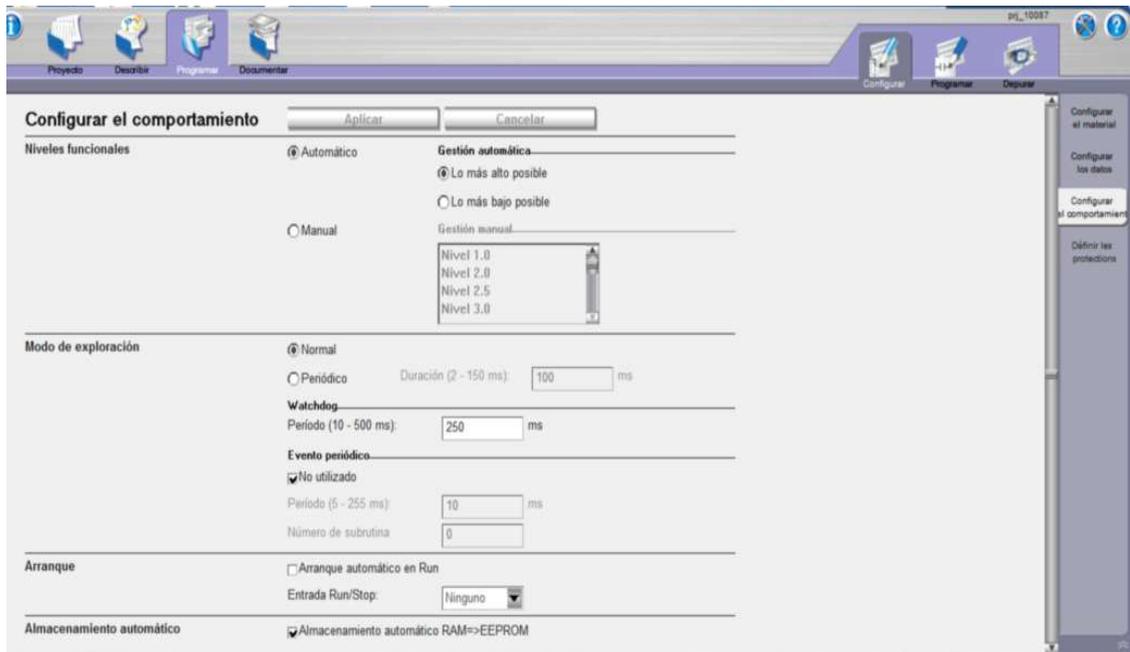


Figura 8-2. Configuraciones de comportamiento

Realizado por: María E. Lozada L., 2017

6. En la pestaña *Programar* dirigirse a *Definir las protecciones* y realizar las configuraciones de Contraseña y Protección de la aplicación; mostradas en la **Figura 9-2**.

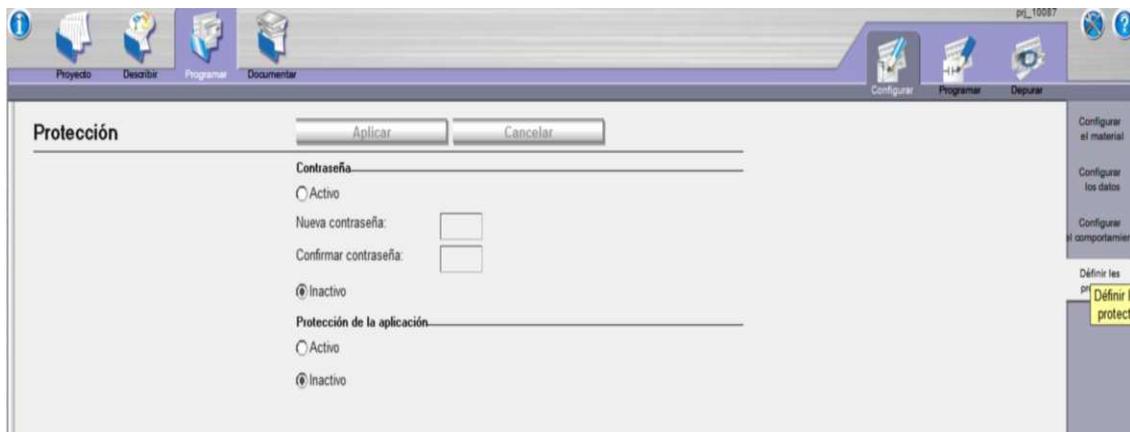


Figura 9-2. Configuraciones de Protección

Realizado por: María E. Lozada L., 2017

2.5 Selección de Sensores

Para la selección de los sensores se tuvo en cuenta el material del producto a censar; en este caso baldosa, la mejor opción es la fotocélula PNP. La empresa cuenta con cuatro líneas de producción; cada línea a su vez se subdivide en estaciones y en cada una de ellas se instaló una fotocélula PNP.

2.5.1 Sensor Fotoeléctrico E3F-R2N PNP

El sensor fotoeléctrico E3F-R2N cuenta con las características necesarias para cumplir con los requerimientos del sistema. El sensor emite un haz de luz infrarroja cada 1 ms y envía una señal al PLC siempre que detecten el producto que interrumpe el haz de luz. Se utilizaron 24 sensores fotoeléctricos E3F-R2N ubicados al final de cada etapa de las líneas de producción 1, 2, 3 y 4.

En base a la hoja de especificaciones del sensor fotoeléctrico E3F-R2N mostrada en el **ANEXO A**, se describen los principales parámetros de operación.

- **Voltaje de alimentación:** 6 - 36 V DC.
- **Corriente de salida:** 300 mA.
- **Distancia de detección:** 18mm a 2m±10%.
- **Tiempo de respuesta:** 1ms.
- **Fuente:** 660nm luz infrarroja.

El sensor fotoeléctrico E3F-R2N tiene tres cables para su conexión: cable marrón para la alimentación de 24V, azul para alimentación 0V y negro para la señal que se conecta al PLC.

2.6. Selección de dispositivos de control, señalización, protección y fuente de alimentación

Para el control del paso de corriente o para mostrar el estado del proceso, es necesario la instalación de actuadores como: pulsador, breaker, contactor y fuente de alimentación; los mismos que están destinados a transformar energía al activarse el proceso, brindar protección y suministrar energía a los dispositivos que conforman el sistema automatizado.

2.6.1 Pulsador

El pulsador utilizado en la implementación del sistema controla el encendido y apagado del sistema. El pulsador va conectado a una entrada digital del PLC.

2.6.2 Breaker

Para la implementación del presente proyecto es de vital importancia el uso del breaker, ya que con ello se logrará proteger los sensores, el PLC y el cableado de cualquier sobrecarga

2.6.3. Contactor

Se utilizó 20 contactores a los cuales están conectadas las entradas de los sensores y las salidas que van del el PLC al ordenador. Se muestra el contactor empleado en el tablero de control.

2.6.4. Fuente de alimentación SITO PSU200M

Se seleccionó la fuente de alimentación SITOP PSU200M de la marca Siemens, ya que es un modular monofásico/bifásico, que otorga un aumento de potencia para disparar dispositivos de protección. A continuación se enlistan las características eléctricas, basadas en la hoja de especificaciones del ANEXO C.

- **Corriente de salida:** 10 A.
- **Voltaje de entrada:** 120/230-500 VAC.
- **Voltaje de salida:** 24VDC.
- **Ajuste de voltaje de salida:** por potenciómetro.

- **Potencia activa:** 240W.
- **Frecuencia:** 60HZ.
- **Rendimiento:** 87%.
- **Protección sobre tensión en salida:** < 35 V.
- **Intensidad de cortocircuito:** 12 A.

2.7. Selección de la Interfaz Hombre Máquina

Para la visualización del HMI de las cuatro líneas de producción fue necesaria una pantalla con una calidad de resolución de 1366 x768 pixeles, debido a que las líneas uno y dos son extensas pues cuentan con ocho estaciones o etapas de producción. En la Figura 10-2. Se muestra la pantalla LG 1943C utilizada para la visualización del HMI del sistema.



Figura 10-2. Pantalla LG 1943C

Fuente: <http://jvdistribuciones.com.co/producto/breaker-enchufable-monopolar-1x15a-luminex/>

En apartados siguientes se mostrará la programación de las pantallas de HMI para cada línea de producción.

2.8. Diseño e implementación del Tablero de Control

Para el diseño del tablero de control se tuvo en cuenta el tamaño y cantidad de los diferentes dispositivos eléctricos y electrónicos utilizados. En la Tabla 2-2. Se describe la ubicación de los elementos en el tablero de control.

Tabla 2-2. Ubicación de los elementos en el tablero de control

Cantidad	Elemento o dispositivo	Ubicación
1	Pulsador	Puerta del Gabinete
1	Controlador Lógico Programable	Interior del Gabinete
1	Fuente Voltaje SITOP PSU200M de 24 VDC	Interior del Gabinete
20	Borneras de conexión	Interior del Gabinete
1	Breaker	Interior del Gabinete
Varios	Cables de conexión	Interior del Gabinete

Realizado por: María E. Lozada L., 2017

En el tablero se colocó el pulsador para el arranque y para de todo el sistema implementado la misma que se encuentra en la figura 11.2. Se muestra la puerta del tablero de control el pulsador acoplado.



Figura 11-2. Puerta del Tablero de Control

Realizado por: María E. Lozada L., 2017

Los cables (AWG) utilizados, son de tipo flexible #18 utilizados para conectar los sensores fotoeléctricos al PLC. La Figura 12-2. Ilustra la parte interior del tablero de control con el PLC,



Figura 12-2. Vista Interior del Tablero de Control

Realizado por: María E. Lozada L., 2017

2.8.1. Conexiones de entradas y salidas del PLC

En los siguientes apartados se detallan de las entradas y salidas del PLC, las mismas que se subdividen en entradas y salidas. Dependiendo del dispositivo o instrumento de campo se utilizó conexiones digitales.

- **Señal Digital:** Es una señal discreta que tiene un número definido de valores en intervalos de tiempo. Dichas señales pueden ser entradas o salidas.
- **Señal Analógica:** Es una señal continua que varía en el tiempo. Dichas señales pueden ser entradas o salidas.

En los siguientes apartados se detallan las entradas y salidas para cada línea de producción de la empresa Ecuatoriana de Cerámica C.A., que fueron conectadas al PLC.

2.8.1.1 Conexiones al PLC para la Línea de Producción 1

La línea de producción 1 cuenta con ocho etapas de producción; a la salida de cada una se encuentra un sensor fotoeléctrico. En la Tabla 3-2. Se describen las entradas utilizadas en cada etapa de la línea de producción 1.

Tabla 3-2. Descripción de conexiones al PLC para LP1

Descripción de conexiones al PLC para LP1			
ETAPA	ELEMENTO CONECTADO	ENTRADA	TIPO
Prensa	Señal del Sensor fotoeléctrico 1	%I0.4	Digital
Secadero	Señal del Sensor fotoeléctrico 2	%I0.3	Digital
Velas	Señal del Sensor fotoeléctrico 3	%I0.7	Digital
Decoradora	Señal del Sensor fotoeléctrico 4	%I0.8	Digital
Cargadora	Señal del Sensor fotoeléctrico 5	%I0.10	Digital
Descargadora	Señal del Sensor fotoeléctrico 6	%I0.9	Digital
Horno	Señal del Sensor fotoeléctrico 7	%I0.5	Digital
Clasificadora	Señal del Sensor fotoeléctrico 8	%I0.6	Digital

Realizado por: María E. Lozada L., 2017

2.8.1.2 Conexiones al PLC para la Línea de Producción 2

La línea de producción 2 cuenta con ocho etapas de producción; a la salida de cada una se encuentra un sensor fotoeléctrico. La Tabla 4-2. En lista las conexiones al PLC de la línea de producción 2.

Tabla 4-2. Descripción de conexiones al PLC de la LP2

Descripción de conexiones al PLC de la LP2			
ETAPA	ELEMENTO CONECTADO	ENTRADA	TIPO
Prensa	Señal del Sensor fotoeléctrico 1	%I0.13	Digital
Secadero	Señal del Sensor fotoeléctrico 2	%I0.14	Digital
Velas	Señal del Sensor fotoeléctrico 3	%I0.15	Digital
Decoradora	Señal del Sensor fotoeléctrico 4	%I0.17	Digital
Cargadora	Señal del Sensor fotoeléctrico 5	%I0.20	Digital
Descargadora	Señal del Sensor fotoeléctrico 6	%I0.21	Digital
Horno	Señal del Sensor fotoeléctrico 7	%I0.22	Digital
Clasificadora	Señal del Sensor fotoeléctrico 8	%I0.23	Digital

Realizado por: María E.Lozada L., 2017

2.8.1.3 Conexiones al PLC para la Línea de Producción 3

La línea de producción 3 cuenta con cinco etapas de producción; a la salida de cada una se encuentra un sensor fotoeléctrico. La descripción de conexiones realizadas al PLC de la Línea de producción 3 se visualiza en la Tabla 5-2.

Tabla 5-2. Descripción de conexiones al PLC para LP3

Descripción de conexiones al PLC para LP3			
ETAPA	ELEMENTO CONECTADO	ENTRADA	TIPO
Prensa	Señal del Sensor fotoeléctrico 1	%I0.2	Digital
Secadero	Señal del Sensor fotoeléctrico 2	%I0.3	Digital
Kerajet	Señal del Sensor fotoeléctrico 3	%I0.4	Digital
Horno	Señal del Sensor fotoeléctrico 4	%I0.5	Digital
Clasificadora	Señal del Sensor fotoeléctrico 5	%I0.6	Digital

Realizado por: María E.Lozada L., 2017

2.8.1.4. Conexiones al PLC para la Línea de Producción 4

La línea de producción 4 cuenta con cinco etapas de producción; a la salida de cada una se encuentra un sensor fotoeléctrico. La **Tabla 6-2**, muestra el listado de conexiones al PLC de la línea de producción 4.

Tabla 6-2. Descripción de conexiones al PLC para LP4

Descripción de conexiones al PLC para LP4			
ETAPA	ELEMENTO CONECTADO	ENTRADA	TIPO
Prensa	Señal del Sensor fotoeléctrico 1	%I0.7	Digital
Secadero	Señal del Sensor fotoeléctrico 2	%I0.8	Digital
Kerajet	Señal del Sensor fotoeléctrico 3	%I0.9	Digital
Horno	Señal del Sensor fotoeléctrico 4	%I0.10	Digital
Clasificadora	Señal del Sensor fotoeléctrico 5	%I0.11	Digital

Realizado por: María E.Lozada L., 2017

2.8.1.5. Conexiones al PLC para cambio de formato en la etapa de Prensa

En la etapa de Prensa se realiza el cambio de formato; que puede ser de 30x30 cm² a 40x40 cm²; este cambio se realiza antes de empezar el proceso de producción. En la **Tabla 7-2**, Se describe las conexiones realizadas para que se realice el cambio de formato.

Tabla 7-2. Descripción de conexiones para cambio de turno.

ETAPA	ENTRADA DIGITAL	SALIDA DIGITAL
Cambio de formato PM 4900	%I0.7	%Q0.2
Cambio de formato PM 5900	%I0.8	%Q0.1

Realizado por: María E.Lozada L., 2017

2.8.2 Diagrama general de conexión

Una vez asignados los puertos para las conexiones de entradas y salidas digitales del PLC, conexión de la fuente de alimentación, breaker, pulsador; se procedió a realizar un diagrama general de las conexiones; el mismo que se ilustra en la Figura 13-2.

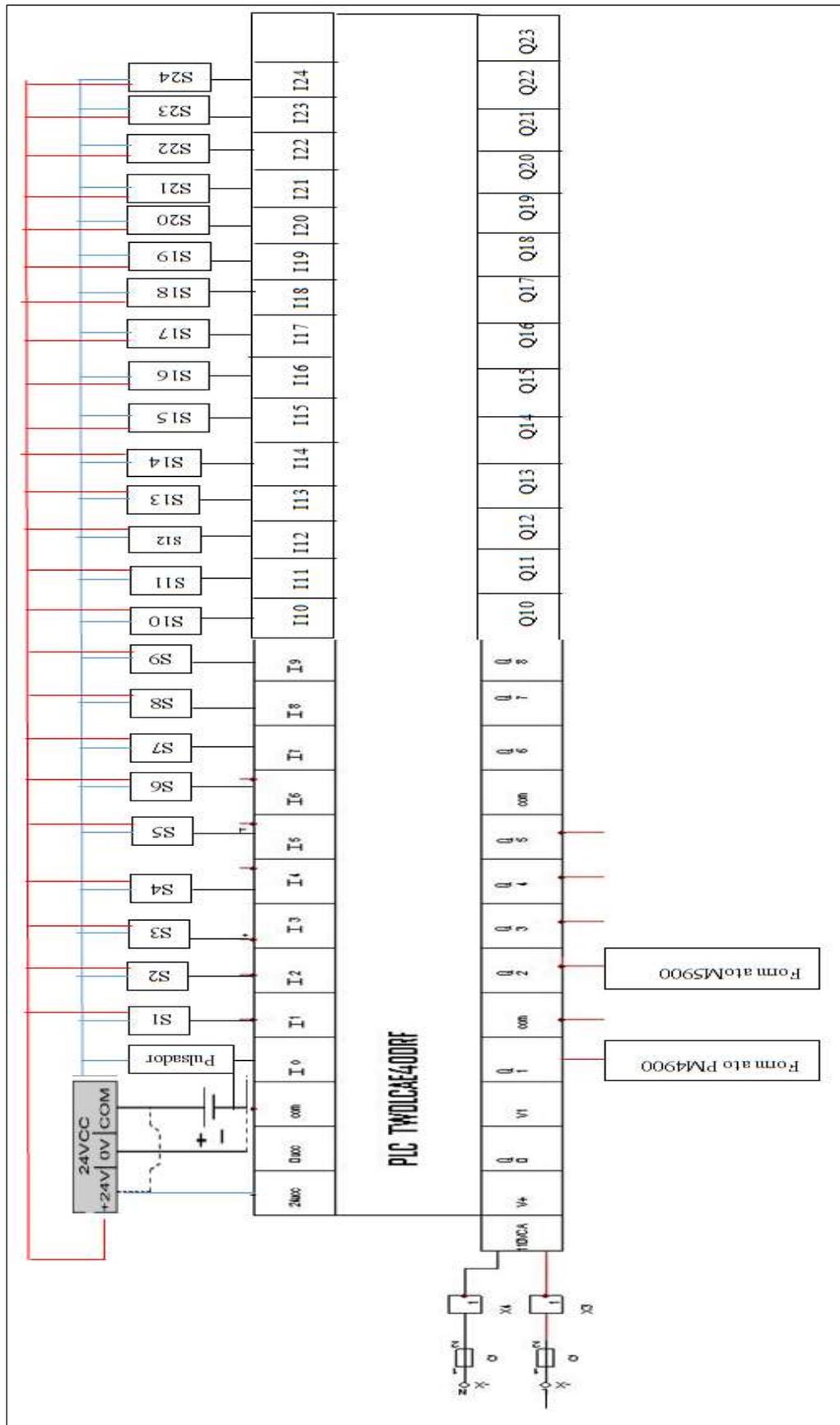


Figura 13-2. Diagrama general de conexión del PLC

Realizado por: María E.Lozada L. 2017

2.9. Programación del PLC

Para la programación del PLC se realizó el diagrama Grafcet de cada línea de producción; para posteriormente trasladarlo al lenguaje LADDER mediante el software TwidoSuite. Además se efectuó la configuración de red Modbus que permite la transferencia de datos del PLC al HMI.

2.9.1. Diagrama de funcionamiento del proceso de conteo de pérdidas de Baldosas

En el diagrama de flujo del sistema de conteo de pérdidas automatizado para cada línea de producción; se puede visualizar las memorias y transiciones generales para que el proceso se ejecute secuencialmente. A continuación se describen dichos diagramas:

- **Línea de producción L1 y L2:** En la **Figura 14-2.** se ilustra el Diagrama de flujo del sistema automatizado.

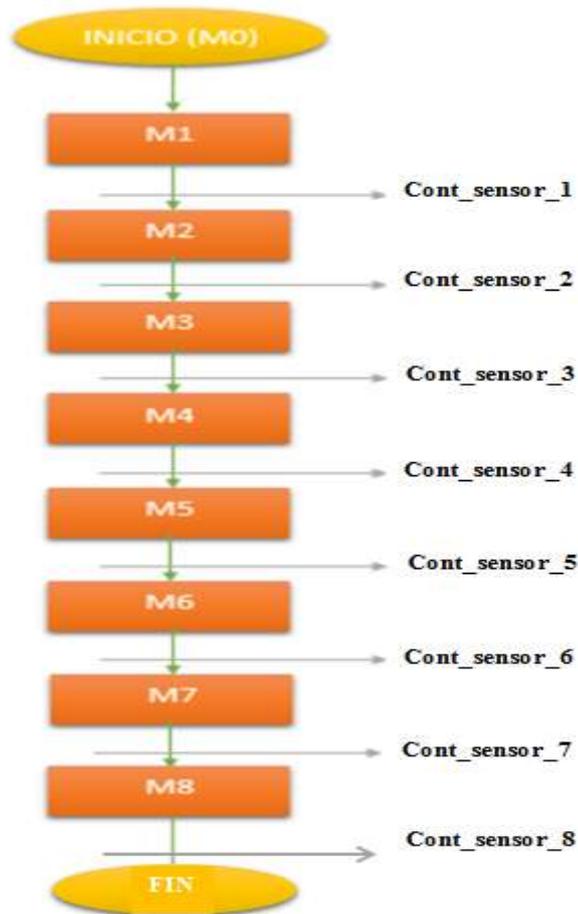


Figura 14-2. Diagrama de flujo del proceso de conteo de pérdidas de LP1 y LP2.

Realizado por: María E.Lozada L. 2017

A continuación, en la Tabla 8-2. Se describen las funciones de cada memoria utilizada en las líneas de producción LP1 y LP2 e ilustradas en el diagrama de flujo de la Figura 14-2.

Tabla 8-2. Descripción de las funciones de las memorias utilizadas en las líneas de producción LP1 y LP2

MEMORIA	DESCRIPCIÓN
INICIO	Cuando se inicia un proceso de producción
M1	Esta memoria está reservada para la etapa 1 de PRENSA
Cont_sensor_1	Variable que permite el conteo de cada producto que sale de la Etapa Prensa. Se actualiza cada 1ms.
M2	Esta memoria está reservada para la etapa 2 de SECADORA
Cont_sensor_2	Variable que permite el conteo de cada producto que sale de la Etapa Secadora. Se actualiza cada 1ms.
M3	Esta memoria está reservada para la etapa 3 de VELAS
Cont_sensor_3	Variable que permite el conteo de cada producto que sale de la Etapa Velas. Se actualiza cada 1ms.
M4	Esta memoria está reservada para la etapa 4 de DECORADORA
Cont_sensor_4	Variable que permite el conteo de cada producto que sale de la Etapa Decoradora. Se actualiza cada 1ms.
M5	Esta memoria está reservada para la etapa 5 de CARGADORA
Cont_sensor_5	Variable que permite el conteo de cada producto que sale de la Etapa Cargadora. Se actualiza cada 1ms.
M6	Esta memoria está reservada para la etapa 6 de CLASIFICADORA
Cont_sensor_6	Variable que permite el conteo de cada producto que sale de la Etapa Clasificadora. Se actualiza cada 1ms.
M7	Esta memoria está reservada para la etapa 7 de HORNO
Cont_sensor_7	Variable que permite el conteo de cada producto que sale de la Etapa Horno. Se actualiza cada 1ms.
M8	Esta memoria está reservada para la etapa 8 de DESCARGADORA
Cont_sensor_8	Variable que permite el conteo de cada producto que sale de la Etapa Descargadora. Se actualiza cada 1ms.
FIN	Se activa cuando finaliza un proceso de producción

Realizado por: María E.Lozada L. 2017

El ANEXO F. Ilustra la programación en TwidoSuite para las líneas de producción LP1 y LP2.

- **Línea de producción L3 y L4:** En la Figura -2.se ilustra el Diagrama de flujo del sistema automatizado.

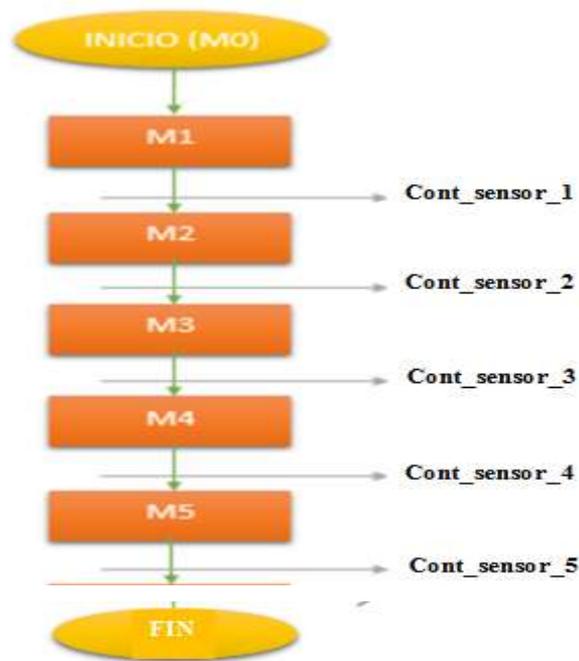


Figura 15-2. Diagrama Grafcet del proceso de conteo de pérdidas de las LP3 y LP4.

Realizado por: Lozada María, 2017.

La Tabla 9-2. detallala función de las memorias en el Diagrama de flujo de la Figura 15-2. Para las líneas de producción LP3 y LP4.

Tabla 9-2. Descripción de las funciones de las memorias de las líneas de producción LP3 y LP4

MEMORI A	DESCRIPCIÓN
INICIO	Cuando se inicia un proceso de producción
M1	Esta memoria está reservada para la etapa 1 de PRENSA
Cont_sensor_1	Permite el conteo de cada producto que sale de la Etapa Prensa. Se actualiza cada 1ms.
M2	Esta memoria está reservada para la etapa 2 de SECADORA
Cont_sensor_2	Permite el conteo de cada producto que sale de la Etapa Secadora. Se actualiza cada 1ms.
M3	Esta memoria está reservada para la etapa 3 de KERAJET
Cont_sensor_3	Permite el conteo de cada producto que sale de la Etapa Kerajet. Se actualiza cada 1ms.
M4	Esta memoria está reservada para la etapa 4 de HORNO

Cont_sensor_4	Permite el conteo de cada producto que sale de la Etapa Horno. Se actualiza cada 1ms.
M5	Esta memoria está reservada para la etapa 5 de CLASIFICADORA
Cont_sensor_5	Permite el conteo de cada producto que sale de la Etapa Clasificadora. Se actualiza cada 1ms.
FIN	Se activa cuando finaliza un proceso de producción

Realizado por: María E.Lozada L. 2017

El ANEXO G. ilustra la programación en TwidoSuite para las líneas de producción LP3 y LP4.

2.9.2 Configuración de red Modbus

En el software TwidoSuite se realizaron los siguientes pasos para configurar de la red Modbus:

Pasó 1: se configuró un puerto de Twido como maestro Modbus; en la pestaña DESCRIBIR Elementos de redes se seleccionó como Elemento red Modbus a Interface Ethernet. En la **Figura 16-2.** Se ilustra la Configuración puerto Twido como maestro Modbus.

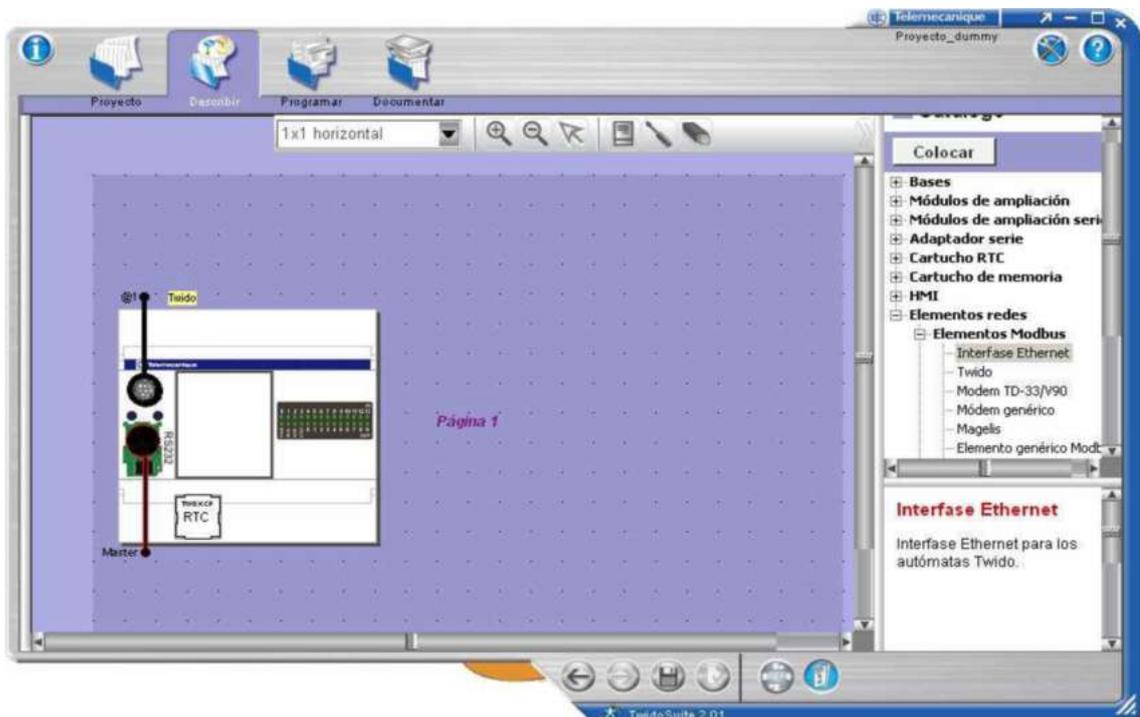


Figura 16-2. Configuración puerto Twido como maestro Modbus.

Realizado por: María E.Lozada L. 2017

Pasó 2: Una vez seleccionado el puerto 2 como puerto Twido, se realizó las configuraciones mostradas en la **Figura 17-2.**

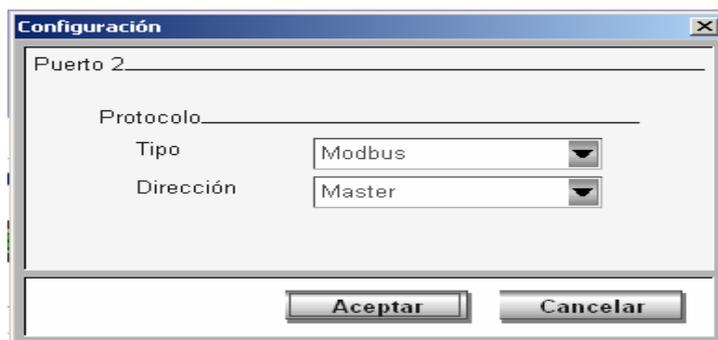


Figura 17-2. Ventana de Configuración de Puerto 2

Realizado por: María E.Lozada L. 2017

Paso 3: Se insertó los esclavos del catálogo Hardware (sensores fotoeléctricos, luz piloto, switch) a la red Modbus. Una vez colocados los elementos se abrió la ventana de configuración mostrada en la **Figura 18-2**. Y se colocó el nombre del elemento el tipo de protocolo y la dirección, este proceso se realizó para cada esclavo de la red Modbus.



Figura 18-2. Ventana de Configuración de Esclavo Modbus

Realizado por: María E.Lozada L. 2017

Paso 4: Una vez configurados los esclavos de la red Modbus se conectó cada uno al puerto Twido configurado como maestro Modbus. Luego se configuró la velocidad de transmisión y el protocolo, pulsando sobre cualquier parte de la línea de bus (color negro) que se ha generado y aparece la ventana de configuración del protocolo Modbus mostrada en la **Figura 19-2**.

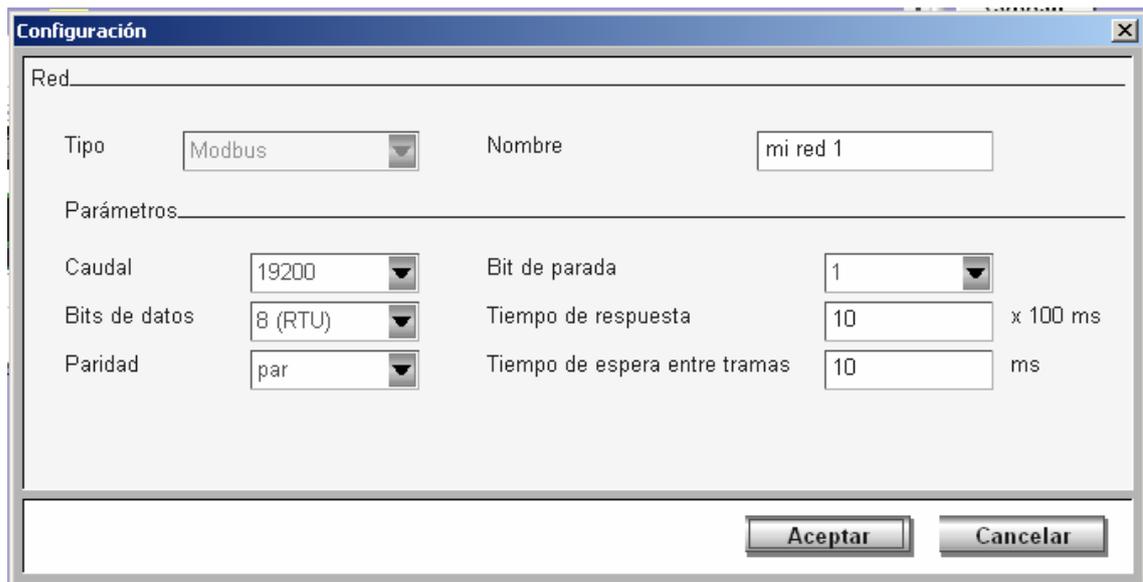


Figura 19-2. Ventana de Configuración de protocolo Modbus.

Realizado por: María E.Lozada L. 2017

A cada elemento conectado al PLC se le asignó un puerto Modbus, que permite la comunicación con el software LookoutDirect en donde se visualiza el HMI; así como también las memorias asignadas en el programa TwidoSuite. En la **Tabla 10-2**.se describe los puertos asignados.

Tabla 10-2. Asignación de puertos Modbusy Memoria en TwidoSuite.

LÍNEA DE PRODUCCIÓN	ELEMENTO CONECTADO	Memoria_ asignada en TwidoSuite	MODBUS
LÍNEA DE PRODUCCIÓN 1	Sensor_ Prensa	%MW3	40004
	Sensor_ Secadero	%MW4	40005
	Sensor_ Velas	%MW5	40006
	Sensor_ Decoradora	%MW6	40007
	Sensor_ Cargadora	%MW7	40008
	Sensor_ Descargadora	%MW8	40009
	Sensor_ Horno	%MW9	400010
	Sensor_ Clasificadora	%MW9	400010
LÍNEA DE PRODUCCIÓN 2	Sensor_ Prensa	%MW10	400011
	Sensor_ Secadero	%MW11	400012
	Sensor_ Velas	%MW12	400013
	Sensor_ Decoradora	%MW14	400015
	Sensor_ Cargadora	%MW15	400016
	Sensor_ Descargadora	%MW16	400017
	Sensor_ Horno	%MW17	400018

	Sensor_ Clasificadora	%MW18	400019
LÍNEA DE PRODUCCIÓN 3	Sensor_ Prensa	%MW4	40005
	Sensor_ Secadero	%MW5	40006
	Sensor_ Kerajet	%MW6	40007
	Sensor_ Horno	%MW7	40008
	Sensor_ Clasificadora	%MW8	40009
LÍNEA DE PRODUCCIÓN 4	Sensor_ Prensa	%MW9	400010
	Sensor_ Secadero	%MW10	400011
	Sensor_ Kerajet	%MW11	400012
	Sensor_ Horno	%MW12	400013
	Sensor_ Clasificadora	%MW14	400015
CAMBIO DE FORMATO DE PRODUCTO	Cambio de formato PM 4900	%M11	400012
	Encierra contador para formato1	%M20 %M24	
	Cambio de formato PM 5900	%M12	400013
	Encierra contador para formato2	%M3%M33	
CONTROL DE CAMBIO DE TURNO	Reinicia contador: Cambio de turno 1 a 2	%M4	
	Cambio de turno 2 a 3	%M6	
CONTEO DE NUEVO PRODUCTO	Inicio	%MW2	40003
	Luz piloto	%MW40	400041
	Stop	%MW13	400014

Realizado por: María E.Lozada L., 2017

2.10. Diseño y Programación del HMI

Para la interacción hombre-máquina se utilizó un monitor LG 1943C de un computador de escritorio; el mismo que se comunica al PLC mediante un cable de red. Para la Programación se efectuó en el software libre LookoutDirect. A continuación se detalla la programación del HMI para cada línea de producción.

- En la **Figura 20-2.** se observa la **Pantalla de inicio**, en ella se observa el Menú Principal en él constan cuatro botones para seleccionar entre las líneas de producción L1, L2, L3 y L4; Configuraciones generales y Herramientas. Además muestra el turno a cargo del proceso de producción de la planta.

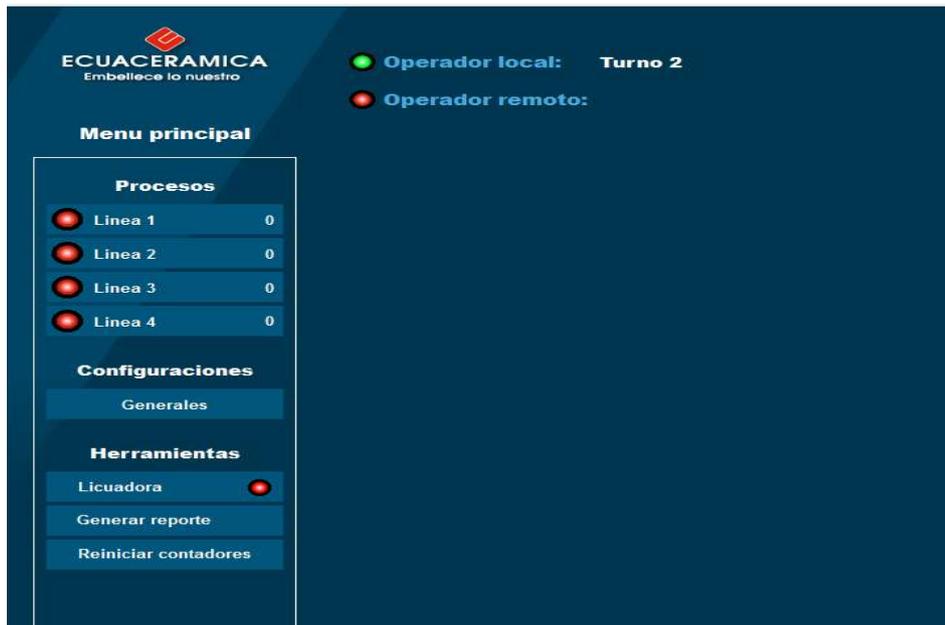


Figura 20-2. Pantalla de inicio

Realizado por: María E.Lozada L., 2017

- La Figura 21-2. muestra las opciones de **Configuraciones Generales** del HMI; entre las que se destaca el tiempo de espera de la señal de los sensores que es de 1 ms, el periodo de obtención de los datos cada 30 m. y el reinicio programado de 06h00 a 18h00.



Figura 21-2. Ventana de *Configuraciones Generales*

Realizado por: María E.Lozada L., 2017

- En la Figura 22-2. se visualiza la ventana de **Generar reporte**; en ella se selecciona la línea de producción de la cual se desea la información. En apartados posteriores se mostraran los resultados obtenidos al generar un reporte.

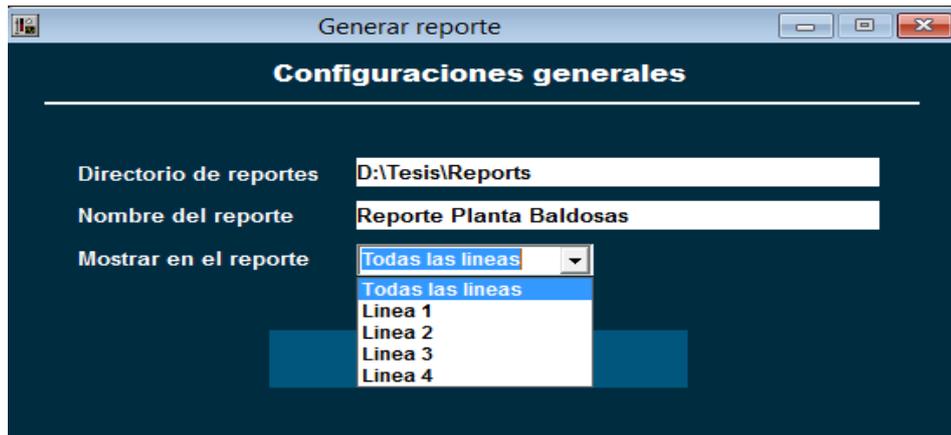


Figura 22-2. Ventana *Generar Reporte*

Realizado por: María E.Lozada L., 2017

- Pantallas del proceso de producción de las Línea 1, Línea 2, Línea 3 y Línea 4:** En la **Figura 23-2.** se muestra el número de productos que ingresa a cada etapa. Los productos salen de una etapa y entran a la siguiente, en donde la diferencia de estas nos dan los productos perdidos. Cabe mencionar que la línea de producción LP1 y LP2 posee 8 etapas, LP3 y LP4 posee 5 etapas.

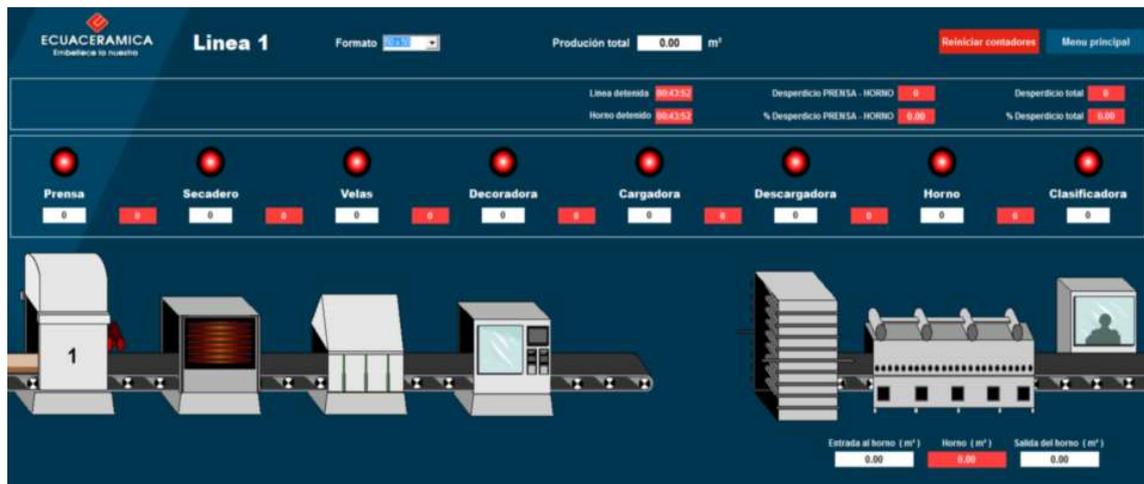


Figura 23-2. Pantalla de Línea de producción 1

Realizado por: María E.Lozada L. 2017

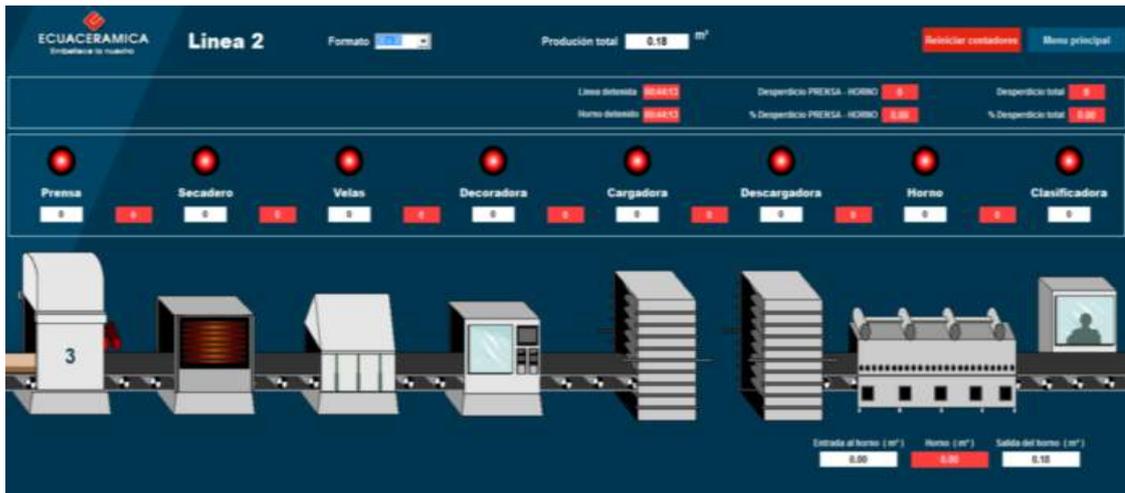


Figura 24-2. Pantalla de Línea de producción 2

Realizado por: María E.Lozada L. 2017



Figura 25-2. Pantalla de Línea de producción 3

Realizado por: María E.Lozada L. 2017

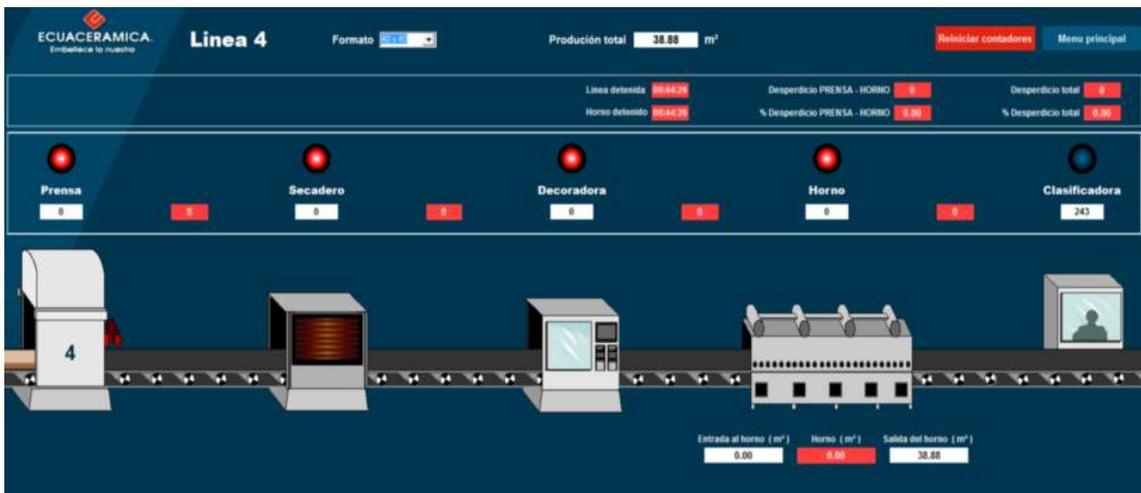


Figura 26-2. Pantalla de Línea de producción 4

Realizado por: María E.Lozada L. 2017

2.11. Diseño y Programación de la Base de Datos en MySQL

En la **Figura 27-2**. Se visualiza el Menú de la base de datos que se implementó en la empresa Ecuacerámica; para lo cual se crearon dos: *db_cuenta_usuarios* para el control de los usuarios y *db_planta_baldosas* para el monitoreo de las 4 líneas de producción.

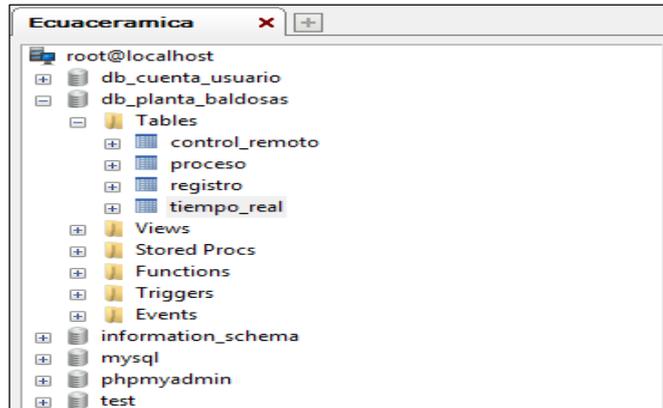


Figura 27-2. Menú de base de datos db_planta_baldosas

Realizado por: María E.Lozada L. 2017

2.11.1. Base de datos db_planta_baldosas

La Base de datos db_planta_baldosas está compuesta por cuatro tablas: Tabla TIEMPO_REAL, Tabla REGISTRO, Tabla CONTROL_REMOTO y Tabla PROCESO.

- Tabla TIEMPO_REAL

En la Figura 28-2. Se observa la Tabla de TIEMPO_REAL; en la que se muestran las variables para cada línea y planta de producción, turno, formato (cm²) y sus respectivos contadores. La programación correspondiente se detalla en el ANEXO H.

IdLinea	IdPlanta	Fecha	Turno	Formato	Contador1	Contador2	Contador3	Contador4	Contador5	Contador6
1	2	2017-01-20 16:55:57	Turno 2	50 x 50	0	0	0	0	0	0
2	2	2017-01-20 16:55:57	Turno 2	30 x 30	0	0	0	0	0	0
3	2	2017-01-20 16:55:57	Turno 2	30 x 30	555	737	0	750	0	-
4	2	2017-01-20 16:55:57	Turno 2	40 x 40	504	361	361	360	0	-
1	1	2016-06-02 05:26:11	Turno 1	50 x 50	0	0	0	0	0	0
2	1	2016-06-02 05:26:11	Turno 1	30 x 30	15	10	15	15	15	15
3	1	2016-06-02 05:26:11	Turno 1	30 x 30	0	0	0	0	15	-
4	1	2016-06-02 05:26:11	Turno 1	40 x 40	4	11	0	3	0	-

1	2	2017-01-20 17:28:57	Turno 2	50 x 50	0	0	0	0	0	0
2	2	2017-01-20 17:28:57	Turno 2	30 x 30	0	0	0	0	0	0
3	2	2017-01-20 17:28:57	Turno 2	30 x 30	1182	1664	0	1662	0	--
4	2	2017-01-20 17:28:57	Turno 2	40 x 40	1068	810	808	811	0	--
1	1	2016-06-02 05:26:11	Turno 1	50 x 50	0	0	0	0	0	--
2	1	2016-06-02 05:26:11	Turno 1	30 x 30	15	10	15	15	15	--
3	1	2016-06-02 05:26:11	Turno 1	30 x 30	0	0	0	0	15	--
4	1	2016-06-02 05:26:11	Turno 1	40 x 40	4	11	0	3	0	--
*	(NULL)	(NULL) 0000-00-00 00:00:00	(NULL)	(NULL)	0	0	0	0	0	--

Figura 28-2. Tabla Tiempo_real de la db_planta_baldosas

Realizado por: María E.Lozada L. 2017

En la Figura 29-2. Se visualiza las variables declaradas y utilizadas en la base de datos implementada en el sistema electrónico.

1	2	3	4
Messages	Table Data	Info	History
Format: <input checked="" type="radio"/> Html <input type="radio"/> Text/Detailed <input type="button" value="Refresh"/>			
	IdLinea	int(2) NOT NULL	
	IdPlanta	int(2) NOT NULL	
	Fecha	datetime NOT NULL	
	Turno	char(14) NOT NULL	
	Formato	char(12) NOT NULL	
	Contador1	int(10) NOT NULL	
	Contador2	int(10) NOT NULL	
	Contador3	int(10) NOT NULL	
	Contador4	int(10) NOT NULL	
	Contador5	int(10) NOT NULL	
	Contador6	int(10) NOT NULL	
	Contador7	int(10) NOT NULL	
	Contador8	int(10) NOT NULL	
	Acumulador1	float NOT NULL	
	Acumulador2	float NOT NULL	
	Acumulador3	float NOT NULL	
	Acumulador4	float NOT NULL	
	Acumulador5	float NOT NULL	
	Acumulador6	float NOT NULL	
	Acumulador7	float NOT NULL	
	Acumulador8	float NOT NULL	
	Funcionando	tinyint(1) NOT NULL	
	LineaDetenida	time NOT NULL	
	HornoDetenido	time NOT NULL	

Figura 29-2. Información de Tabla Tiempo_real

Realizado por: María E.Lozada L. 2017

1	2	3	4
Messages	Table Data	Info	History
Limit rows: 0 First row: # of rows: 100 <input type="button" value="Refresh"/>			
	Fecha	IdPlanta	IdLinea
	2015-01-01 00:00:00	2	1 Turno 1
	2015-01-01 01:00:00	2	1 Turno 1
	2015-01-01 02:00:00	2	1 Turno 1
	2015-01-01 03:00:00	2	1 Turno 1
	2015-01-01 04:00:00	2	1 Turno 1
	2015-01-01 05:00:00	2	1 Turno 1
	2015-01-01 06:00:00	2	1 Turno 1
	2015-01-01 07:00:00	2	1 Turno 1
	2015-01-01 08:00:00	2	1 Turno 1
	2015-01-01 09:00:00	2	1 Turno 1
	2015-01-01 10:00:00	2	1 Turno 1
	2015-01-01 11:00:00	2	1 Turno 1

<input type="checkbox"/>	2015-01-04 19:00:00	2	1	Turno 1	4 X 19	2147483647	2147483647	2147483647	1321930207	2147483647	21474
<input type="checkbox"/>	2015-01-04 20:00:00	2	1	Turno 1	4 X 20	2147483647	2147483647	2147483647	2147483647	2147483647	21474
<input type="checkbox"/>	2015-01-04 21:00:00	2	1	Turno 1	4 X 21	2147483647	2147483647	2147483647	2147483647	1018449098	21474
<input type="checkbox"/>	2015-01-04 22:00:00	2	1	Turno 1	4 X 22	2087955720	401780299	2147483647	2147483647	364059500	21474
<input type="checkbox"/>	2015-01-04 23:00:00	2	1	Turno 1	4 X 23	2147483647	2147483647	2147483647	2147483647	2147483647	21474
<input type="checkbox"/>	2015-01-05 00:00:00	2	1	Turno 1	5 X 0	2147483647	2147483647	2147483647	1506696690	2147483647	21474
<input type="checkbox"/>	2015-01-05 01:00:00	2	1	Turno 1	5 X 1	2147483647	2147483647	2147483647	2147483647	2147483647	10380
<input type="checkbox"/>	2015-01-05 02:00:00	2	1	Turno 1	5 X 2	2147483647	2147483647	2147483647	1988303496	2147483647	21303
<input type="checkbox"/>	2015-01-05 03:00:00	2	1	Turno 1	5 X 3	2147483647	2147483647	2147483647	2147483647	2147483647	21474
*	(NULL)	(NULL)	(NULL)	(NULL)	(NULL)	n	n	n	n	n	n

Database: db_planta_baldosas Table: registro

Figura 30-2. Tabla Registro de db_planta_baldosas

Realizado por: María E.Lozada L. 2017

1 Messages 2 Table Data 3 Info 4 History

Format: Html Text/Detailed Refresh

 **Table: registro**

Columns (23)

Calculate Optimal Datatypes [Read more](#)

Find the optimal datatypes for this table by reading existing data. [Read more](#)

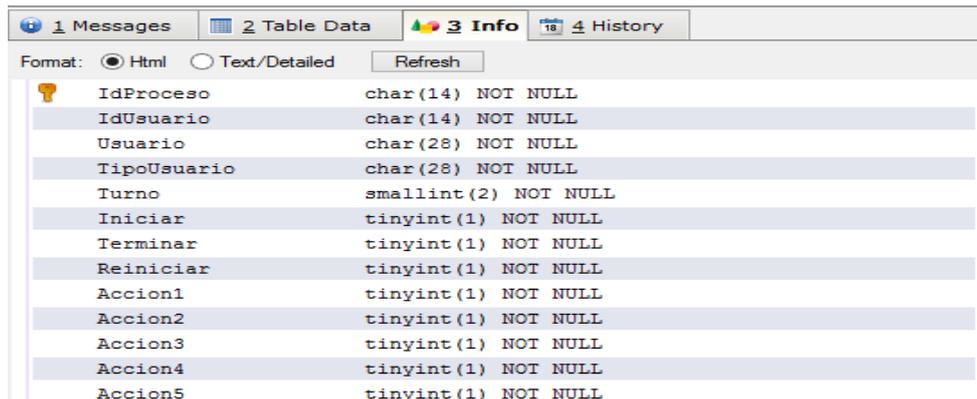
Field	Type	Comment
 Fecha	datetime NOT NULL	
 IdPlanta	int(2) NOT NULL	
 IdLinea	int(2) NOT NULL	
 Turno	char(28) NOT NULL	
Formato	char(12) NOT NULL	
Contador1	int(10) NOT NULL	
Contador2	int(10) NOT NULL	
Contador3	int(10) NOT NULL	
Contador4	int(10) NOT NULL	
Contador5	int(10) NOT NULL	
Contador6	int(10) NOT NULL	
Contador7	int(10) NOT NULL	
Contador8	int(10) NOT NULL	
Acumulador1	float NOT NULL	
Acumulador2	float NOT NULL	
Acumulador2	float NOT NULL	
Acumulador3	float NOT NULL	
Acumulador4	float NOT NULL	
Acumulador5	float NOT NULL	
Acumulador6	float NOT NULL	
Acumulador7	float NOT NULL	
Acumulador8	float NOT NULL	
LineaDetenida	time NOT NULL	
HornoDetenido	time NOT NULL	

Figura 31-2. Información de Tabla Registro de db_planta_baldosas

Realizado por: María E.Lozada L. 2017

- Tabla CONTROL_REMOTO

En la Figura 30-2. Se visualiza las variables declaradas con su respectivo tipo de dato. Se tiene un IdProceso, IdUsuario, Usuario y TipoUsuario de tipo *char*; Turno de tipo *smallint*; Terminar, Reiniciar, Accion1, Accion2, Accion3 y Accion5 del tipo *tinyint*. La programación en MySQL se observa en el ANEXO J.



Column Name	Data Type	Constraints
IdProceso	char (14)	NOT NULL
IdUsuario	char (14)	NOT NULL
Usuario	char (28)	NOT NULL
TipoUsuario	char (28)	NOT NULL
Turno	smallint (2)	NOT NULL
Iniciar	tinyint (1)	NOT NULL
Terminar	tinyint (1)	NOT NULL
Reiniciar	tinyint (1)	NOT NULL
Accion1	tinyint (1)	NOT NULL
Accion2	tinyint (1)	NOT NULL
Accion3	tinyint (1)	NOT NULL
Accion4	tinyint (1)	NOT NULL
Accion5	tinyint (1)	NOT NULL

Figura 32-2. Información de Tabla Control_Remoto de db_planta_baldosas

Realizado por: María E.Lozada L. 2017



IdProceso	NombreProceso	Estado
EcuaProcess-B1	Conteo de pérdidas	1
(NULL)	(NULL)	0

Figura 33-2. Tabla Proceso de db_planta_baldosas

Realizado por: María E.Lozada L. 2017

2.12. Diseño de la Página Web

Para el diseño de la página web se siguió los siguientes pasos:

Paso 1: Contar con un editor de texto; como puede ser un Bloc de Notas, donde se escribe el código fuente para la creación de la página Web.

Paso 2: Una vez escrito el código fuente se procedió a guardar el archivo con formato de texto con la extensión .html.

Paso 3: Se procedió a abrir el visualizador de la página web.

Paso 4: Eliger “Abrir/Archivo página” en la barra del menú del navegador.

Paso 5: Seleccionar el archivo .html previamente creado.

Una vez terminada la programación de la página web se procedió a subir al servidor de la empresa Ecuacerámica para lo cual se siguió los siguientes pasos:

1. Instalar el programa Xampp en el computador y apagar ISS ISS (internetinformation services).
2. Ubicarse en la carpeta donde se instaló Xampp y luego a la carpeta “Htdocs”.
3. En la carpeta Htdocs se procedió a guardar el archivo .html creado, el mismo que tendrá el icono del navegador en este caso de Google Chrome.
4. Abrir el panel de control de Xampp e inicializar apache y MySQL, como se muestra en la Figura 34-2.

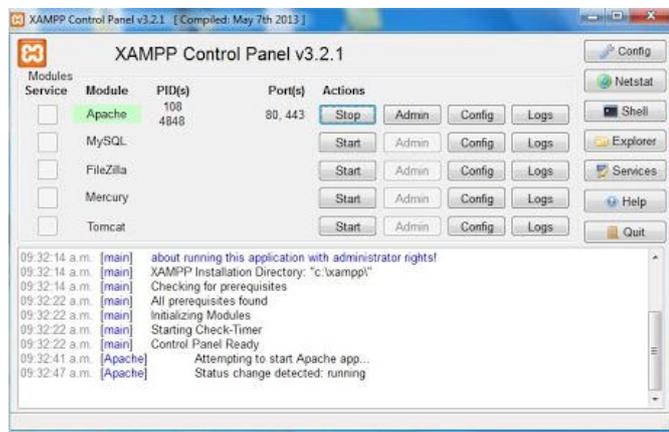


Figura 34-2. Panel de control de Xampp

Realizado por: María E.Lozada L. 2017

5. Abrir el navegador y digitar <http://localhost>

Una vez realizado los pasos anteriores se procedió a ingresar a la página web que tiene el siguiente dominio: <http://ecuaceramica.aldeaformativa.org/histograma.php>

Para ingresar a la página web se debe contar con usuario y contraseña; previamente establecidas, para lo cual se creó tres tipos de usuarios: Administrador, Control y Usuario. La **Figura 35-2.** Muestra el Ingreso a la plataforma web ecuaceramica.aldeaformativa.org.



Figura 35-2. Ingreso a la plataforma web.

Realizado por: María E.Lozada L. 2017

Los tres tipos de usuarios tienen en común la ventana CRÉDITOS, en donde se observa los datos personales de la creadora de la Página Web. La programación de esta sección se muestra en el ANEXO L. La Figura 36-2. Muestra la Ventana CRÉDITOS.



Figura 36-2. Ventana *CRÉDITOS*

Realizado por: María E.Lozada L. 2017

2.12.1. *Usuario Administrador*

El usuario Administrador puede visualizar cuatro ventanas: Planta de Baldosas, Reportes, Gráficos y Créditos. Siendo el encargado el señor Geovanny Castelo.

- **Planta de Baldosas:** En esta ventana se selecciona la línea de producción, permite descargar un archivo .PDF de los reportes de datos en tiempo real (VER ANEXO M). En la Figura 37-2. se muestra la Ventana *Planta de Baldosas*.

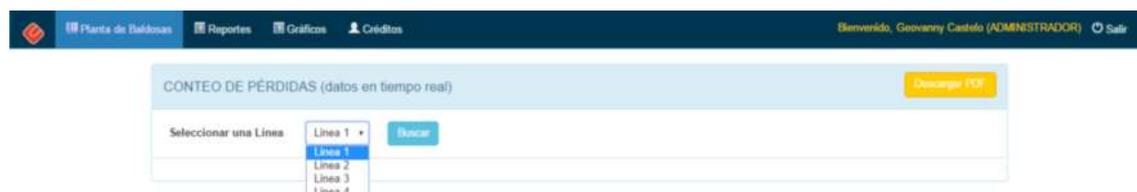


Figura 37-2. Ventana *Planta de Baldosas*, Usuario Administrador.

Realizado por: María E.Lozada L. 2017

- **Reportes:** en esta ventana se selecciona los turnos de producción y la etapa de cada línea de producción. Contiene una opción que permite emitir los reportes para un rango de fechas determinada (VER ANEXO O). La Figura 38-2. Ilustra las opciones disponibles en la Ventana REPORTES.

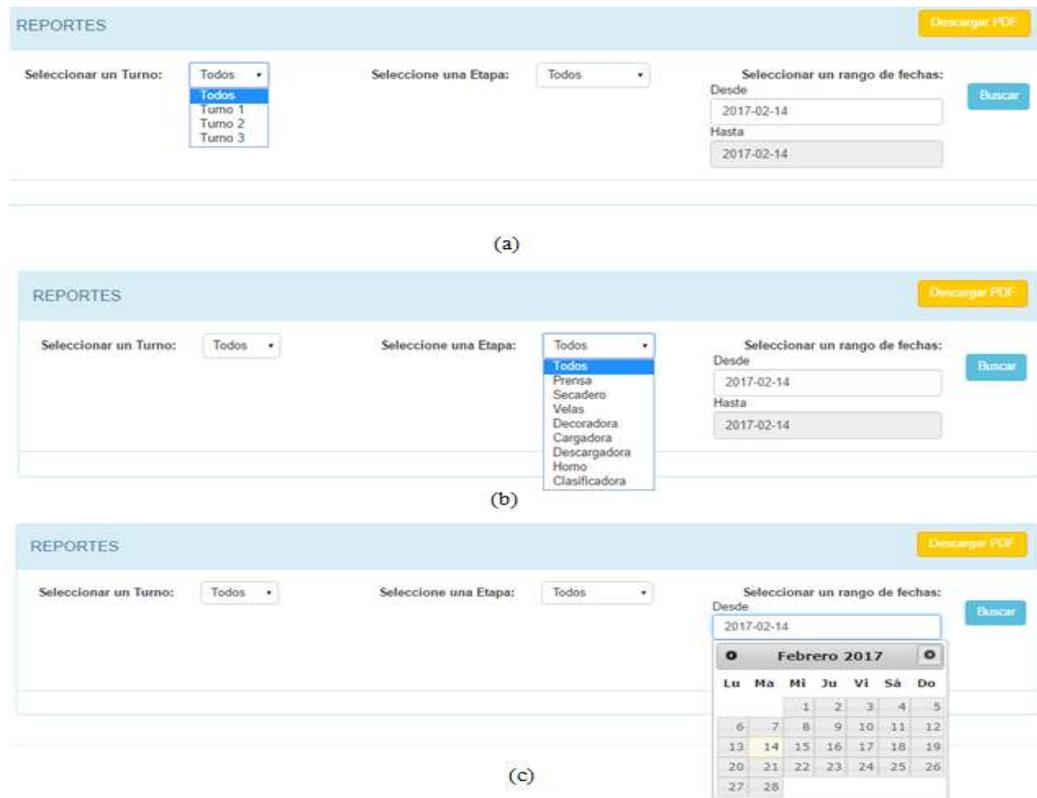


Figura 38-2. Ventana Reporte: (a) Opción *Seleccionar un turno*, (b) Opción *Seleccione una etapa* y (c) Opción *Seleccionar un rango de fechas*

Realizado por: María E.Lozada L. 2017

- **Gráficos:** en esta ventana muestra la producción de la planta que puede ser por hora, diaria, mensual y anual, como se muestra en la Figura 39-2.



Figura 39-2. Opciones de ventana de Grafico Tipo *Anual*

Realizado por: María E.Lozada L. 2017

En la Figura 40-2 se muestra la forma como se debe seleccionar el reporte gráfico por mes.

Figura 40-2. Opciones de ventana de Gráfico Tipo *Mensual*

Realizado por: María E.Lozada L. 2017

Igual procedimiento se sigue cuando se selecciona por mes y anual como se muestran en la siguientes; Figuras 41-2, Figuras 42-2, .

Figura 41-2. Opciones de ventana Gráfico Tipo *Diario*

Realizado por: María E.Lozada L. 2017

Figura 42-2. Opciones de ventana Gráfico Tipo *General*

Realizado por: María E.Lozada L. 2017

Toda la programación de la sección Gráficos de la página web se encuentra en el **ANEXO N**.

2.12.2. *Usuario Control*

El usuario Control tiene acceso a tres ventanas: Planta de Baldosas, Gráficos y Créditos.

- **Planta de Baldosas:** En esta ventana se puede seleccionar la línea de producción, descargar el archivo .PDF de los reportes de los datos en tiempo real, como se muestra en la Figura 43-2.

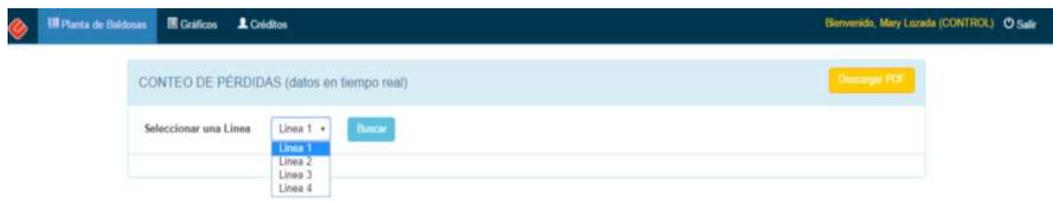


Figura 43-2. Ventana *Planta de Baldosas*, Usuario Control.

Realizado por: María E.Lozada L. 2017

- **Gráficos:** Las opciones de esta ventana son las mismas que se visualizan en la ventana del usuario *Administrador*.
- **Créditos:** esta ventana se puede visualizar en la Figura 36-2.

2.12.3. *Usuario Reportes*

El usuario reportes puede acceder a las ventanas Reportes, Gráficos y Créditos. El usuario que se utilizó para el acceso es: freddyvelarde@cermosa.com.ec y la contraseña es: freddy. A continuación se describe las opciones disponibles en cada una de las ventanas.

- **Reportes:** En esta ventana el usuario tiene acceso al reporte mediante la selección de turno, selección de etapas y selección de rango de fecha. Además puede obtener un archivo pdf del reporte generado. En la Figura 44-2. se muestra la ventana REPORTES del usuario Reportes.

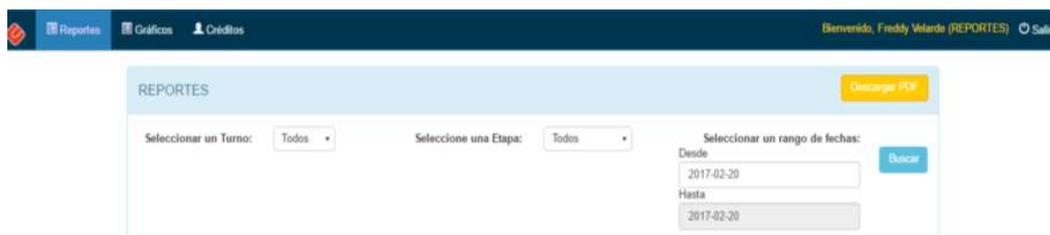


Figura 44-2. Ventana *Gráfico*, Usuario Reportes

Realizado por: María E.Lozada L., 2017

- **Gráficos:** El usuario Reporte puede visualizar las mismas opciones de los usuarios Administrador y Control.
- **Créditos:** esta ventana se puede visualizar en la Figura 36-2.

2.13. Descripción del Proceso automatizado de conteo de pérdidas de Baldosas

Para una mejor explicación del funcionamiento del sistema automatizado se subdividió en 8 etapas, las mismas que se detallan en la Tabla 11-2.

Tabla 11-2. Descripción de las etapas de funcionamiento del sistema automatizado del conteo de pérdidas de baldosas.

ETAPA	DESCRIPCIÓN
INICIO	<ul style="list-style-type: none"> • Se inicia automáticamente el programa en LookoutDirect para el HMI • Los sensores inician su operación.
ENVÍO DE SEÑALES DE LOS SENSORES FOTOELÉCTRICOS	<ul style="list-style-type: none"> • Los sensores fotoeléctricos envían señales a las entradas del PLC
LECTURA DE ENTRADAS AL PLC	<ul style="list-style-type: none"> • El PLC compruebe el estado de cada uno de los sensores fotoeléctricos y de más elementos de entrada. • Si el sensor está activo, el PLC coloca un “1” lógico en la memoria asignada a determinado sensor; por el contrario si el sensor está inactivo, el PLC coloca un “0” lógico en la memoria asignada a un determinado sensor.
EJECUCIÓN DEL PROGRAMA DE CONTROL DEL PROCESO	<ul style="list-style-type: none"> • Una vez asignadas a las entradas con “1” o “0” lógico, empieza a ejecutarse las instrucciones del programa guardado en la memoria del PLC. • El programa se ejecuta secuencialmente hasta llegar a la última instrucción, los valores de las memorias de los sensores en el PLC cambian a medida que avance.

Realizado por:María Lozada, 2017

Fuente:María Lozada, 2017

<p align="center">ESCRITURA DE SALIDAS EN EL PLC</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cuando el PLC detecta que se ha ejecutado la última instrucción del programa, empieza a revisar si el valor es “1” activa la salida caso contrario desactiva.
<p align="center">COMUNICACIÓN CON EL HMI</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Finalizado la escritura de salidas, el PLC envía los valores de cada memoria asociada al HMI para su lectura y visualización en la aplicación. • El HMI envía los datos a la base de datos para actualizar y guardar los valores a presentar en la página web.
<p align="center">VISUALIZACIÓN DE DATOS EN PÁGINA WEB</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Los registros albergados en la base de datos del son visualizados en la página web; la misma que se actualiza contantemente.
<p align="center">FIN</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Finalmente los usuarios de la página web pueden visualizar los registros almacenados de cada la línea de producción.

CAPITULO III

3. MARCO DE RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Este capítulo es de vital importancia, ya que se efectúa la medición de los resultados obtenidos mediante las pruebas realizadas a cada elemento del Sistema de monitoreo de pérdidas de baldosas en el proceso de producción; y así garantizar el funcionamiento óptimo del sistema automatizado. A medida que se realizaron las pruebas se fueron corrigiendo los errores detectados y comprobando que los valores obtenidos son reales.

3.1. Pruebas de funcionamiento del Sistema Automatizado

Las pruebas de funcionamiento del sistema automatizado se divide en tres partes: pruebas para el funcionamiento de los sensores fotoeléctricos; visualización de reportes generados en tiempo real en la pantalla del HMI y pruebas de recolección y visualización de datos de la página web.

En base a las pruebas realizadas también se verificó el porcentaje de mejora en el proceso de toma de datos en el conteo de pérdidas de baldosas en las cuatro líneas de la empresa Ecuacerámica C.A.

3.1.1 *Calibración de sensores fotoeléctricos*

Para la calibración de los sensores se implementó el diagrama de conexión de la Figura 13-2. Para posteriormente verificar que los resultados visualizados en el HMI en un determinado tiempo son los mismos. Se dio seguimiento durante 30 minutos en el turno de 06h00 a 18h00 a cada línea de producción y a sus respectivas estaciones.

3.1.1.1 *Sensores de la Línea de Producción 1(LP1)*

En la Tabla 1-3.se muestran los valores censados vs los valores reales en la Línea de Producción 1 (LP1); cabe mencionar que los sensores fueron colocados a 50 cm de la baldosa como prueba inicial.

Tabla 1-3. Valores censados a 50 cm. vs valores reales de la LP1

LÍNEA DE PRODUCCIÓN 1				
Ubicación del sensor: 50 cm de la baldosa				
Estación	Valor Real	Valor Sensado	Diferencia VR-VS	% de error
Prensa	500	497	3	0.6
Secadora	493	490	3	0.6
Velas	475	473	2	0.42
Decoradora	465	464	1	0.21
Cargadora	456	453	3	0.65
Descargadora	411	409	2	0.48
Horno	312	310	2	0.64
Clasificación	300	298	2	0.66
Valor promedio del % de error				0.53

Realizado por: María E. Lozada L., 2017

Como se puede observar en la Tabla 1-3. Al colocar los sensores en la posición vertical se obtuvo un valor promedio del porcentaje de error de 0.53%; por la cual se procedió a cambiar la distancia de los sensores a una distancia de 20 cm, siendo la distancia ideal. En la Tabla 2-3. se puede observar los valores censados y los valores reales siendo los mismos; obteniendo un valor promedio del error del 0%.

Tabla 2-3. Valores censados a 20 cm. vs valores reales de la LP1

LÍNEA DE PRODUCCIÓN 1				
Ubicación del sensor: 20 cm de la baldosa				
Estación	Valor Real	Valor Sensado	Diferencia VR-VS	% de error
Prensa	512	512	0	0
Secadora	498	498	0	0
Velas	480	480	0	0
Decoradora	475	475	0	0
Cargadora	456	456	0	0
Descargadora	430	430	0	0
Horno	425	425	0	0
Clasificación	390	390	0	0
Valor promedio del % de error				0%

Realizado por: María E. Lozada L., 2017

3.1.1.2. Sensores de la Línea de Producción 2 (LP2)

En la **Tabla 3-3**. Se ilustran los valores censados con los valores reales en la Línea de Producción 2 (LP2); colocados a 50 cm de la baldosa.

Tabla 3-3. Valores reales vs Valores censados de la LP2 a 50 cm de la baldosa.

Ubicación del sensor en la Línea LP2: 50 cm de la baldosa				
Estación	Valor Real	Valor Sensado	Diferencia VR-VS	% de error
Prensa	536	533	3	0.55
Secadora	520	517	3	0.57
Velas	503	498	5	0.99
Decoradora	489	486	3	0.61
Cargadora	476	475	1	0.21
Descargadora	453	449	4	0.88
Horno	429	425	4	0.93
Clasificadora	418	417	1	0.23
Valor promedio del % de error				0.62%

Realizado por: María E.Lozada L., 2017

Como se puede observar en la Tabla 3-3. Al colocar los sensores en la posición vertical se obtuvo un valor promedio del porcentaje de error de 0.62%; por la cual se procedió a cambiar la distancia de los sensores a una distancia de 20 cm, siendo la distancia ideal. En la Tabla 4-3, se puede observar los valores censados y los valores reales siendo los mismos; obteniendo un valor promedio del error del 0%.

Tabla 4-3. Valores reales vs Valores censados de la LP2 a 20 cm de la baldosa.

Ubicación del sensor en la Línea LP2: 20 cm de la baldosa				
Estación	Valor Real	Valor Sensado	Diferencia VR-VS	% de error
Prensa	550	550	0	0
Secadora	539	539	0	0
Velas	528	528	0	0
Decoradora	499	499	0	0
Cargadora	486	486	0	0
Descargadora	476	476	0	0
Horno	452	452	0	0
Clasificadora	418	418	0	0
Valor promedio del % de error				0%

Realizado por: María E.Lozada L., 2017

3.1.1.3. Sensores de la Línea de Producción 3 (LP3)

En la Tabla 5-3. se muestran los valores censados vs los valores reales en la Línea de Producción 3 (LP3); cabe mencionar que los sensores fueron colocados a 50 cm de la baldosa.

Tabla 5-3. Valores reales vs Valores censados de la LP3 a 50 cm de la baldosa.

Ubicación sensor en la Línea LP3: 50 cm de la baldosa				
Estación	Valor Real	Valor Sensado	Diferencia VR-VS	% de error
Prensa	704	700	4	0.56
Secadora	675	673	2	0.29
Kerajet	657	653	4	0.60
Horno	634	632	2	0.31
Clasificadora	418	415	3	
Valor promedio del % de error				0.44 %

Realizado por: María E.Lozada L., 2017

Como se puede observar en la Tabla 5-3. Al colocar los sensores en la posición vertical se obtuvo un valor promedio del porcentaje de error de 0.44%; por la cual se procedió a cambiar la distancia de los sensores a una distancia de 20 cm, siendo la distancia ideal. En la Tabla 6-3. se puede observar los valores censados y los valores reales siendo los mismos; obteniendo un valor promedio del error del 0%.

En la Tabla 6-3. Se puede observar que los valores censados y los valores coinciden; obteniendo un valor promedio del error del 0%.

Tabla 6-3. Valores reales vs Valores censados de la LP3 a 20 cm de la baldosa.

Ubicación sensor en la Línea LP3: 20 cm de la baldosa				
Estación	Valor Real	Valor Sensado	Diferencia VR-VS	% de error
Prensa	700	700	0	0
Secadora	679	679	0	0
Kerajet	657	657	0	0
Horno	648	648	0	0
Clasificadora	630	630	0	0
Valor promedio del % de error				0%

Realizado por: María E.Lozada L., 2017

3.1.1.4. Sensores de la Línea de Producción 4 (LP4)

En la **Tabla 7-3**.se muestran los valores censados vs los valores reales en la Línea de Producción 4 (LP4); cabe mencionar que los sensores fueron colocados a 50 cm de la baldosa.

Tabla 7-3. Valores reales vs Valores censados de la LP4 a 50 cm de la baldosa.

Ubicación sensor en la Línea LP4: 50 cm de la baldosa				
Estación	Valor Real	Valor Sensado	Diferencia VR-VS	% de error
Prensa	776	774	2	0.25
Secadora	713	709	4	0.56
Kerajet	678	675	3	0.44
Horno	651	647	4	0.61
Clasificadora	638	635	3	
Valor promedio del % de error				0.46%

Realizado por: María E.Lozada L., 2017

Como se puede observar en la Tabla 7-3. Al colocar los sensores en la posición vertical se obtuvo un valor promedio del porcentaje de error de 0.46%; por la cual se procedió a cambiar la distancia de los sensores a una distancia de 20 cm, siendo la distancia ideal. En la Tabla 8-3.se puede observar los valores censados y los valores reales siendo los mismos; obteniendo un valor promedio del error del 0%.

En la Tabla 8-3. Se puede observar que los valores censados y los valores coinciden; obteniendo un valor promedio del error del 0%.

Tabla 8-3. Valores reales vs Valores censados de la LP4 a 20 cm de la baldosa.

Ubicación sensor en la Línea LP4: 20 cm de la baldosa				
Estación	Valor Real	Valor Sensado	Diferencia VR-VS	% de error
Prensa	745	745	0	0
Secadora	734	734	0	0
Decoradora	707	707	0	0
Horno	697	697	0	0
Clasificadora	630	630	0	0
Valor promedio del % de error				0%

Realizado por: María E.Lozada L., 2017

Los valores censados en cada estación de las 4 líneas de producción LP1, LP2, LP3 y LP4; son los valores que se pueden visualizar en la pantalla del HMI.

3.1.2 Visualización de datos en el HMI

El HMI genera reportes en tiempo real de los procesos de cada línea de producción. En la pantalla se observa los siguientes datos generales: Producción, Producto total, Hora de paro de la Línea, Formato de baldosa (se refiere a las medidas de la baldosa en cm².) y Desperdicio Total.

Además se visualizan las unidades, los metros cuadrados y el porcentaje de baldosas que ingresa a cada etapa de producción; así como también los desperdicios basados en unidades, metros cuadrados y porcentaje.

- En la Figura 1-3. se ilustra el reporte de la Línea 1 para el periodo: 17 de Junio del 2016 -10 de Noviembre del 2016 en el Turno 2 para el Formato de baldosa de 50x50 cm².

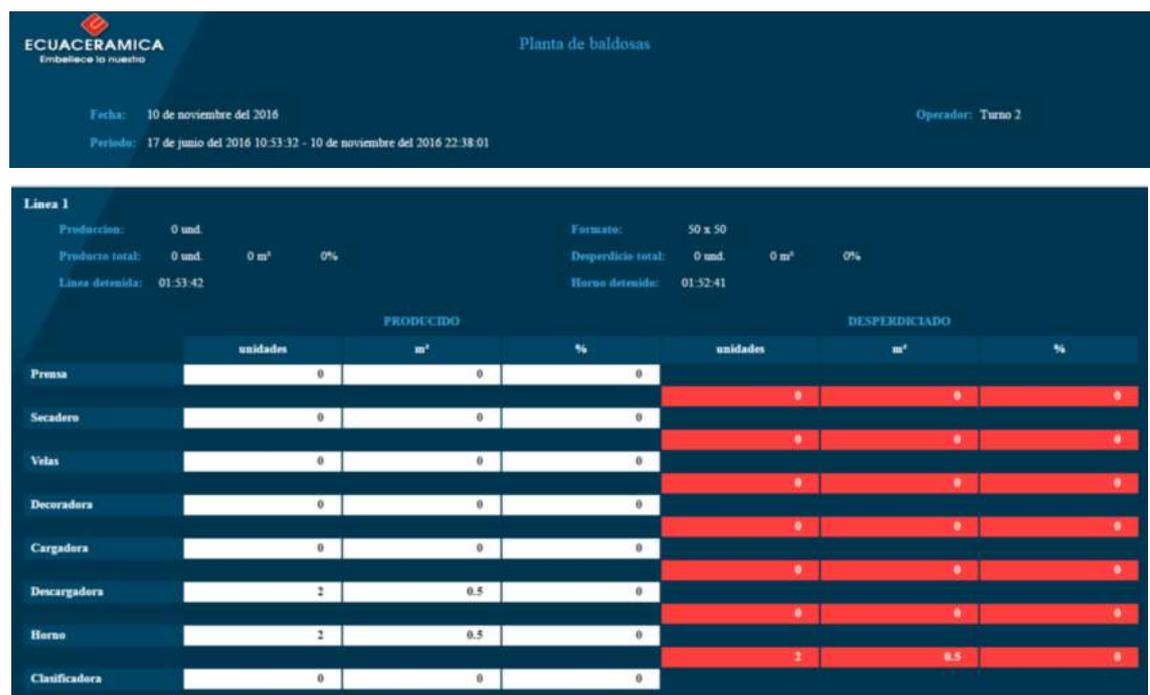


Figura 1-3. Reporte de la Línea de producción 1

Realizado por: María E.Lozada L., 2017

- En la Figura 1-3. se ilustra el reporte de la Línea 2 para el Formato de baldosa de 30x30 cm².

Línea 2						
Producción:	2475 und.			Formato:	30 x 30	
Producto total:	2550 und.	230.85 m ²	103.03%	Desperdicio total:	0 und.	0 m ² 0%
Línea detenida:	00:38:10			Horno detenido:	00:12:42	
	PRODUCIDO			DESPERDICADO		
	unidades	m ²	%	unidades	m ²	%
Presna	2475	224.91	100	40	4.14	1.63
Secadero	2435	220.77	98.38	8	0.45	0.3
Velas	2430	220.32	98.18	0	0	0
Decoradora	2451	222.3	99.03	53	4.68	2.1
Cargadora	2389	217.62	96.93	0	0	0
Descargadora	2538	229.85	102.55	0	0	0
Horno	2594	234.54	104.81	44	3.69	1.78
Clasificadora	2550	230.85	103.03			

Figura 2-3. Reporte de la Línea de producción 2

Realizado por: María E.Lozada L., 2017

- En la Figura 3-3. se muestra el Reporte para la Línea de producción 3; para el formato de baldosa de 30x30 cm².

Línea 3						
Producción:	1833 und.			Formato:	30 x 30	
Producto total:	2902 und.	262.53 m ²	158.32%	Desperdicio total:	0 und.	0 m ² 0%
Línea detenida:	00:35:24			Horno detenido:	00:28:50	
	PRODUCIDO			DESPERDICADO		
	unidades	m ²	%	unidades	m ²	%
Presna	1833	165.78	100	0	0	0
Secadero	2364	212.76	128.97	76	4.77	3.82
Kerajet	2284	207.99	125.15	58	2.34	1.42
Horno	2268	205.67	123.73	0	0	0
Clasificadora	2902	262.53	158.32			

Figura 3-3. Reporte de la Línea de producción 3

Realizado por: María E.Lozada L., 2017

- En la Figura 4-3. se muestra el Reporte para la Línea de producción 4; para el formato de baldosa de 40 x 40 cm².

Línea 4						
Producción:	1500 und.			Formato:	40 x 40	
Producto total:	949 und.	153.28 m ²	65.27%	Desperdicio total:	551 und.	80.72 m ² 36.73%
Línea detenida:	01:08:50			Horno detenido:	00:34:08	
	PRODUCIDO			DESPERDICADO		
	unidades	m ²	%	unidades	m ²	%
Presna	1500	240	100	840	135.76	56
Secadero	660	106.24	44	0	0	0
Kerajet	1864	314.24	130.93	0	0	0
Horno	2040	329.6	136	1091	176.32	72.73
Clasificadora	949	153.28	63.27			

Figura 4-3. Reporte de la Línea de producción 4

Realizado por: María E.Lozada L., 2017

3.1.3 *Recolección y Visualización de datos en la página web*

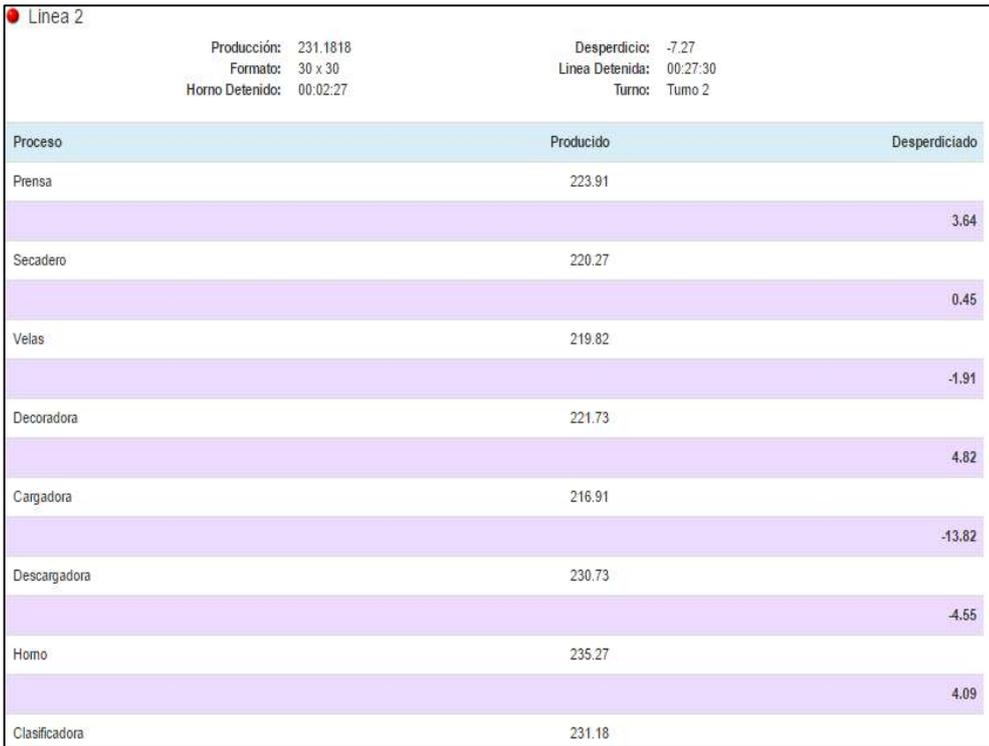
Como se vio en apartados anteriores la página web fue diseñada para tres tipos de usuarios. A continuación se muestran los resultados de los usuarios en la página web.

3.1.3.1. *Usuario Administrador*

Este usuario tiene acceso a cuatro ventanas, a continuación se muestra los datos obtenidos en la página web en base a diversos parámetros seleccionados.

- En la **Figura 5-3.** se muestra el conteo de pérdidas de datos en tiempo real de la línea de producción 2; obteniendo los siguientes resultados:

Producción: 231.1818 **Desperdicio:** -7.27
Formato: 30 x 30cm². **Turno:** Turno 2



Proceso	Producido	Desperdiciado
Prensa	223.91	
		3.64
Secadero	220.27	
		0.45
Velas	219.82	
		-1.91
Decoradora	221.73	
		4.82
Cargadora	216.91	
		-13.82
Descargadora	230.73	
		-4.55
Homo	235.27	
		4.09
Clasificadora	231.18	

Figura 5-3. Conteo de pérdidas de datos en tiempo real de la línea de producción 1

Realizado por: María E.Lozada L., 2017

- Al seleccionar la ventana Reportes, en base a los siguientes parámetros: Turno2, Etapa decoradora, Periodo: desde 2016-05-20 hasta 2016-05-30; se obtuvieron los resultados mostrados en la Figura 6-3.

TURNO: 2 ETAPA: DECORADORA FECHA:2016-05-20 - 2016-05-30			
Fecha	Producido (m2)	Desperdicios (m2)	Desperdicios (%)
2016-05-20	2221922418,10	-	-
2016-05-21	2311057508,06	-	-
2016-05-22	2331693371,01	7732944,07	0,33
2016-05-23	2255413298,48	-	-
2016-05-24	2659415707,24	-	-
2016-05-25	2643201805,77	-	-
2016-05-26	2618898448,75	261802118,87	10,00
2016-05-27	2739326365,23	176216241,44	6,43
2016-05-28	2996342406,26	25851160,06	0,86
2016-05-29	2857058281,94	387368899,51	13,56
2016-05-30	3007168678,46	127944545,93	4,25

Figura 6-3. Reporte del turno 2, etapa decoradora, del 20/05/16 a 30/02/16

Realizado por: María E.Lozada L., 2017

- En la ventana Gráfico se muestra la producción de la planta en las distintas líneas de producción diaria, mensual o anual, donde se obtuvieron los resultados que se mostrados en los Gráfico 1-3.
-

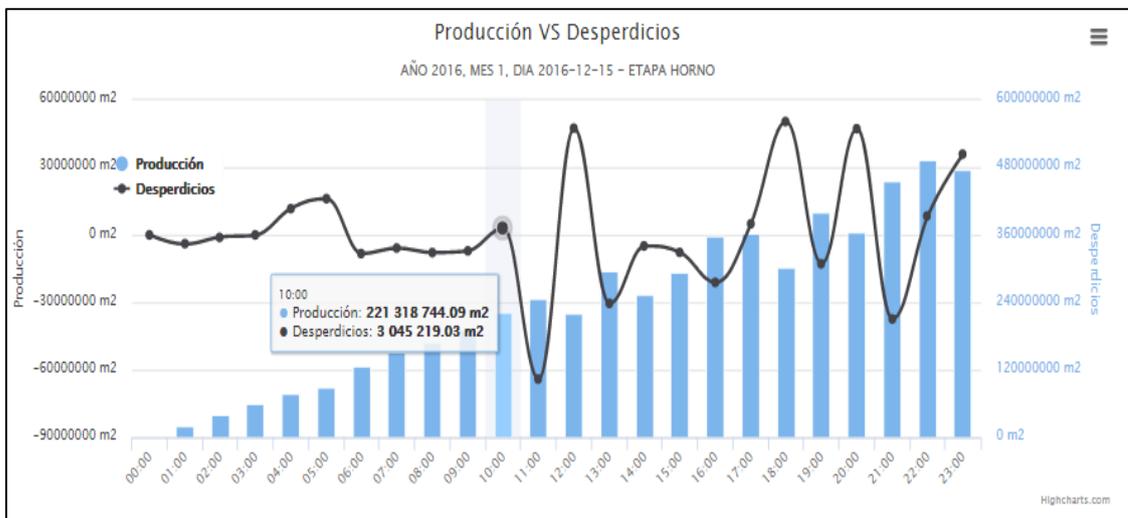


Gráfico 1-3. Producción vs desperdicios Diario: etapa horno, 15/12/2016

Realizado por: María E.Lozada L., 2017

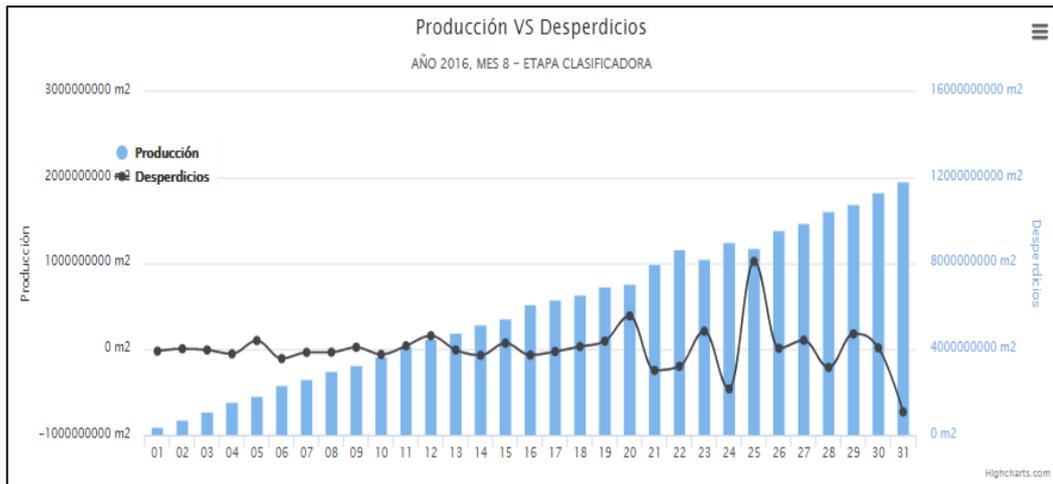


Gráfico 2-3. Producción vs Desperdicios Mensual: etapa Clasificadora, de Agosto del 2016
Realizado por: María E.Loza L., 2017

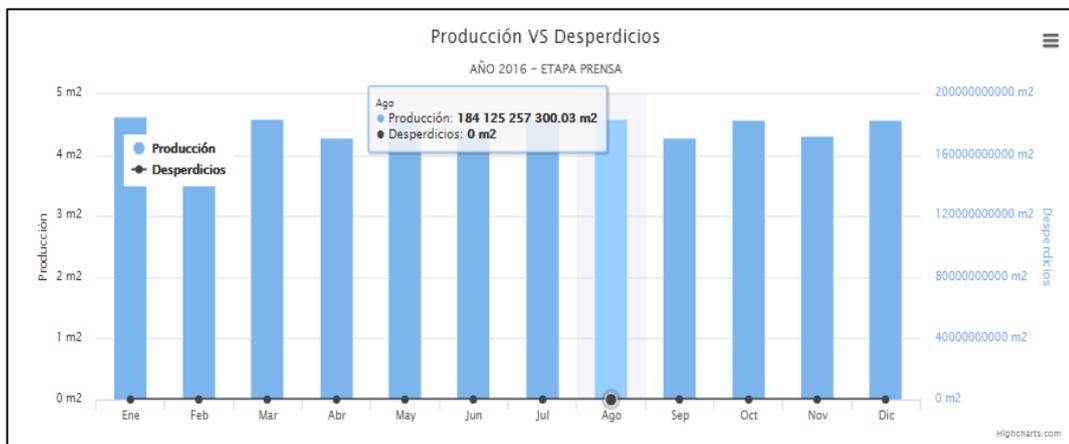


Gráfico 3-3. Producción vs Desperdicios Anual: año 2015, etapa Prensa.
Realizado por: María E.Loza L., 2017



Gráfico 4-3. Producción vs Desperdicios General: línea 3, junio del 2016
Realizado por: María E.Loza L., 2017

3.1.3.2. Usuario Control

En las siguientes figuras y gráficos se visualizara los resultados obtenidos en la página web al seleccionar diversos parámetros. Las ventanas disponibles para el usuario control son: Planta de baldosas, Gráficos y Créditos.

- Previamente seleccionada la ventana Planta de baldosas, en la Figura 5-3. Grafica 5-3, Grafica 6-3, Grafica 7-3, Grafica 8-3. se muestra los datos del Conteo de pérdidas en tiempo real de las cuatro líneas de producción tanto grafica como en tabla; obteniendo los siguientes resultados:

Producción: 0.00

Desperdicio: 0.00

Formato: 50 x 50 cm².

Turno: Turno 2

CONTEO DE PÉRDIDAS (datos en tiempo real) Descargar PDF

Seleccionar una Línea Linea 1 Buscar

● Línea 1

Producción: 0.0000 Desperdicio: 0.00
Formato: 50 x 50 Línea Detenida: 01:43:02
Horno Detenido: 01:42:01 Turno: Turno 2

Proceso	Producido	Desperdiciado
Prensa	0.00	0.00
Secadero	0.00	0.00
Velas	0.00	0.0
Decoradora	0.00	0.0
Cargadora	0.00	-0.5
Descargadora	0.50	0.0
Horno	0.50	0.5
Clasificadora	0.00	

Figura 7-3. Conteo de pérdidas de datos en tiempo real de la línea de producción 1

Realizado por: María E.Lozada L., 2017



Gráfico 5-3. Producción vs Desperdicios General: Línea 1, Enero del 2016.

Realizado por: María E.Lozada L., 2017

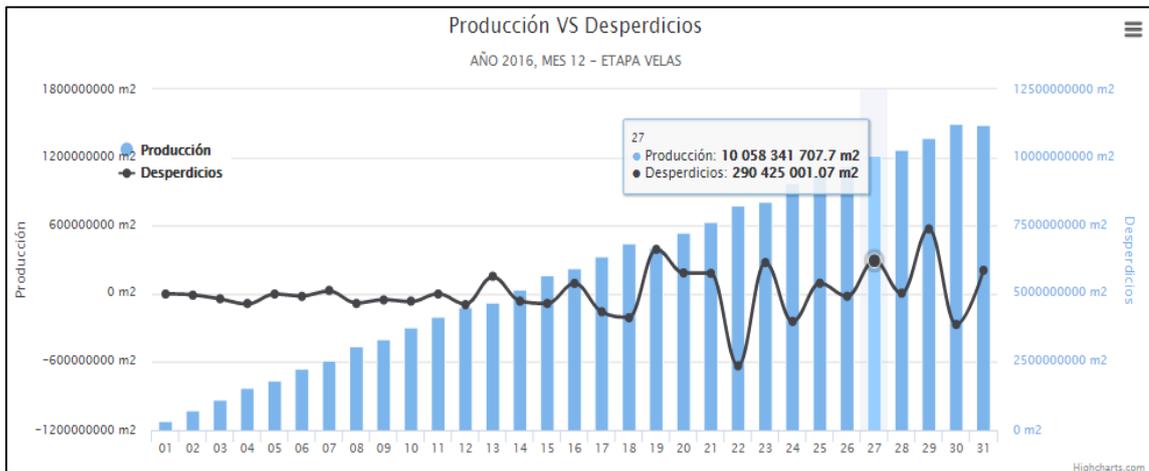


Gráfico 6-3. Producción vs Desperdicio Mensual: etapa Velas, Diciembre del 2016

Realizado por: María E.Lozada L., 2017



Gráfico 7-3. Producción vs Desperdicio Diario: etapa cargadora, del 13/12/ 2016

Realizado por: María E.Lozada L., 2017



Gráfico 8-3. Producción vs Desperdicio Anual: etapa Descargadora, del año 2016

Realizado por: María E.Lozada L., 2017

Cabe mencionar que los datos visualizados fueron tomados al azar; es decisión del usuario los parámetros de selección.

3.1.3.3. Usuario Reportes

El usuario de reportes tiene acceso a dos ventanas: Reportes y Gráficos. A continuación se visualizan los resultados obtenidos en las cuatro líneas de producción y en base a los parámetros seleccionados, como se muestran en las figuras 8-3, 9-3, 10-3.

TURNO: 2 ETAPA: SECADERO FECHA:2016-03-20 - 2016-03-30				
Fecha	Producido (m2)	Desperdicios (m2)	Desperdicios (%)	
2016-03-20	1893000984,18	108980454,08	5,76	
2016-03-21	2175381227,13	-	-	
2016-03-22	2219133132,49	130054830,22	5,86	
2016-03-23	2313148706,80	-	-	
2016-03-24	2477259127,97	113307522,71	4,57	
2016-03-25	2734874722,96	-	-	
2016-03-26	2830102906,99	-	-	
2016-03-27	3060836902,47	-	-	
2016-03-28	2690929726,77	307283734,66	11,42	
2016-03-29	2942074595,20	61394521,80	2,09	
2016-03-30	3236468482,21	-	-	

Figura 8-3. Reporte de Turno 2, etapa Secadero y Periodo de 20/03/2016 a 30/03/2016

Realizado por: María E.Lozada L., 2017

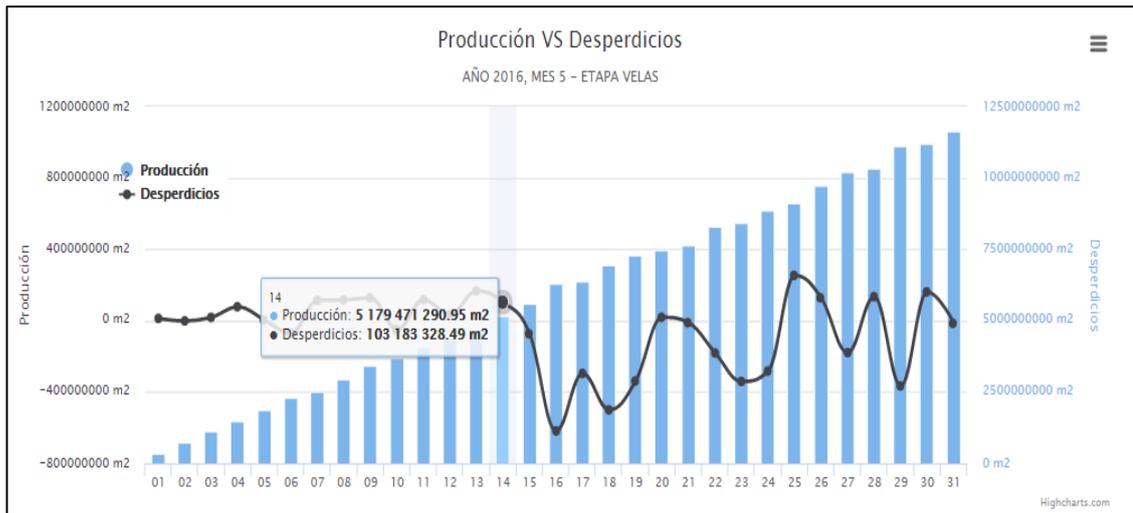


Gráfico 9-3. Producción vs Desperdicio Anual: etapa Descargadora, del año 2016

Realizado por: María E.Loza L., 2017

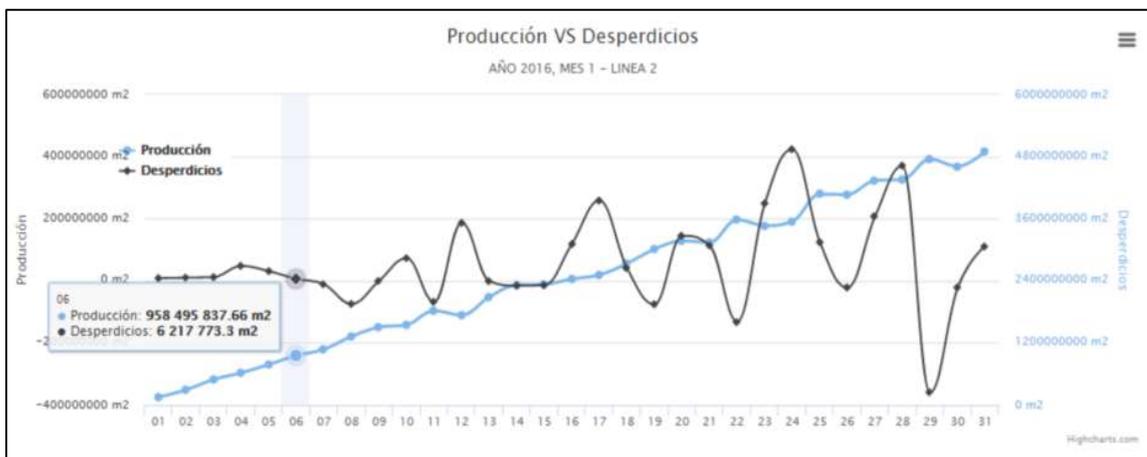


Gráfico 10-3. Producción vs Desperdicio General: Línea 2, Enero del 2016

Realizado por: María E.Loza L., 2017

3.2. Mejora en los tiempos para el conteo de pérdidas de baldosas

Para el análisis de los tiempos de mejora para el conteo de pérdidas de baldosas; se tomó registros de tiempos en cada etapa de la línea de producción; realizando tanto en forma manual y automatizada.

La mejora en la toma de datos en el conteo de pérdidas de baldosas en el proceso de producción fue realmente notaria; al no emplear más recurso humano y tiempo.

Con la implementación del sistema automatizado, la empresa cuenta con un monitoreo en tiempo real de las pérdidas de las baldosas mediante el acceso a la página web. El operario ya no necesita

estar en cada etapa de producción tomando notas sobre los productos que entran y salen; únicamente debe estar pendiente de los datos que se visualizan en la pantalla del HMI cada cierto tiempo o cuando el caso lo requiera.

En la **Tabla 9-3**. Se muestra el tiempo de demora para el conteo de pérdidas de baldosas en el proceso de producción tanto en proceso manual como en el proceso automatizado, además se muestra los minutos optimizados y el porcentaje de mejora en cada etapa.

Tabla 9-3. Tiempo de demora en toma de datos del conteo de pérdidas de baldosas en el proceso de producción

TIEMPO DE DEMORA EN TOMA DE DATOS DEL CONTEO DE PÉRDIDAS DE BALDOSAS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN				
Etapa	Proceso manual	Proceso automatizado	Mejora de tiempos (minutos)	Porcentaje de mejora (%)
Etapa 1	10	5	5	50
Etapa 2	15	5	10	75
Etapa 3	12	5	7	60
Etapa 4	15	5	10	75
Etapa 5	10	5	5	50
Etapa 6	10	5	5	50
Etapa 7	12	5	7	60
Etapa 8	12	5	7	60
			56 minutos	60 %

Realizado por: María E.Lozada L., 2017

Del análisis realizado en la Tabla 9-3. Se observa que existe un tiempo de mejora de 56 minutos en un proceso de producción de las etapas. En el Gráfico 11-3. Se observa el tiempo que le toma al operario de forma manual la cual es de 96 minutos al finalizar un proceso de producción. El Gráfico 12-3. Muestra el tiempo que le toma al operario de forma automatizada la cual es de 40 minutos al finalizar un proceso de producción.

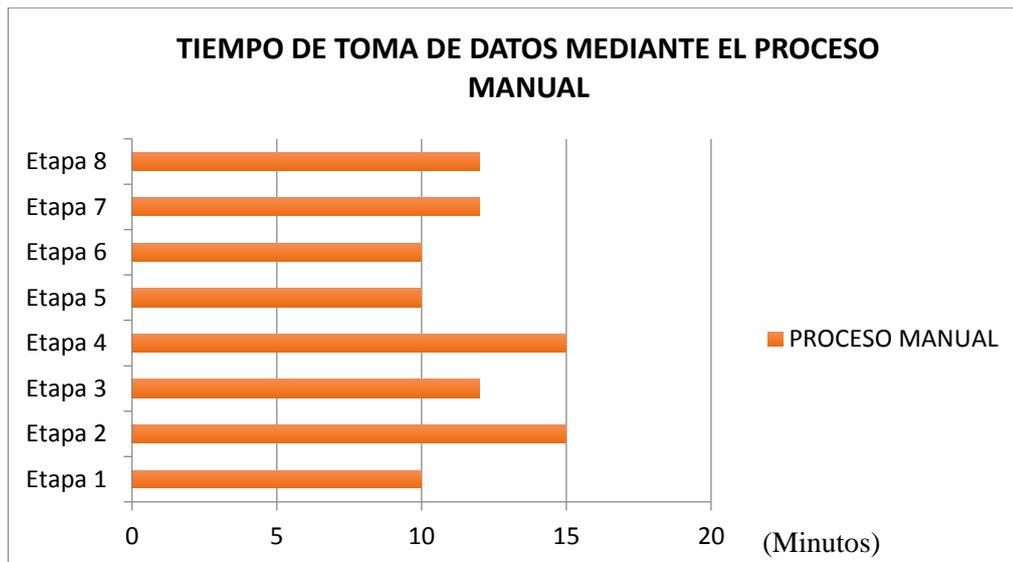


Gráfico 11-3. Tiempo de toma de datos de pérdidas en el proceso manual

Realizado por: María E.Lozada L., 2017

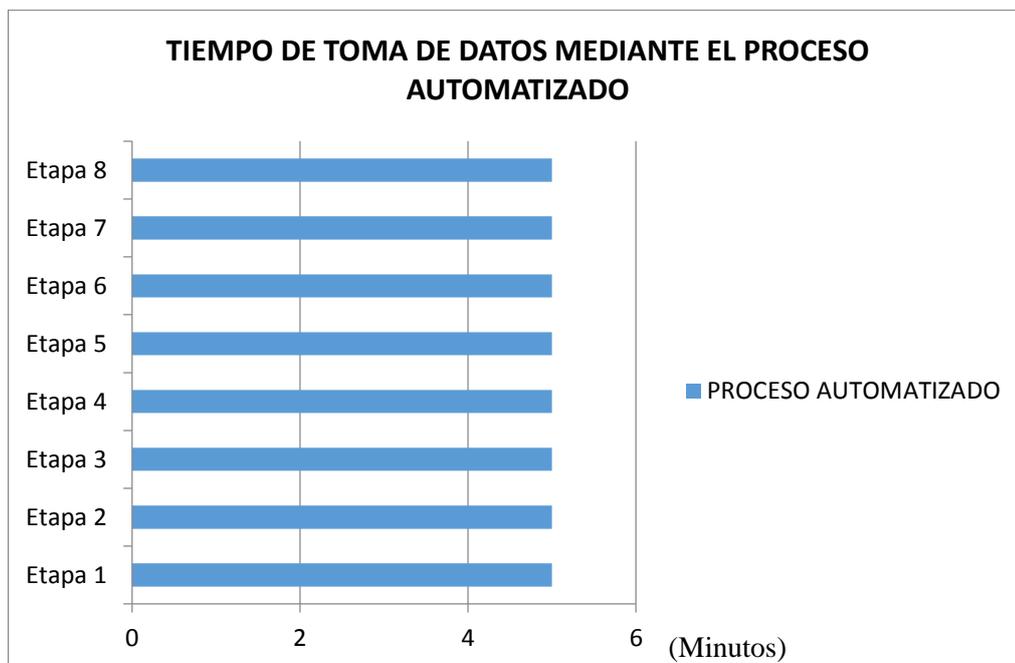


Gráfico 12-3. Tiempo de toma de datos de pérdidas en el proceso automatizado

Realizado por: María E.Lozada L., 2017

En el Gráfico 13-3. Se muestra el porcentaje de mejora de tiempo en cada etapa de producción; siendo esta del 45%; de igual manera existe una mejora significativa en cada etapa; por lo que finalmente se obtiene una mejora del 77% en los tiempos de registro de datos en un proceso de producción.

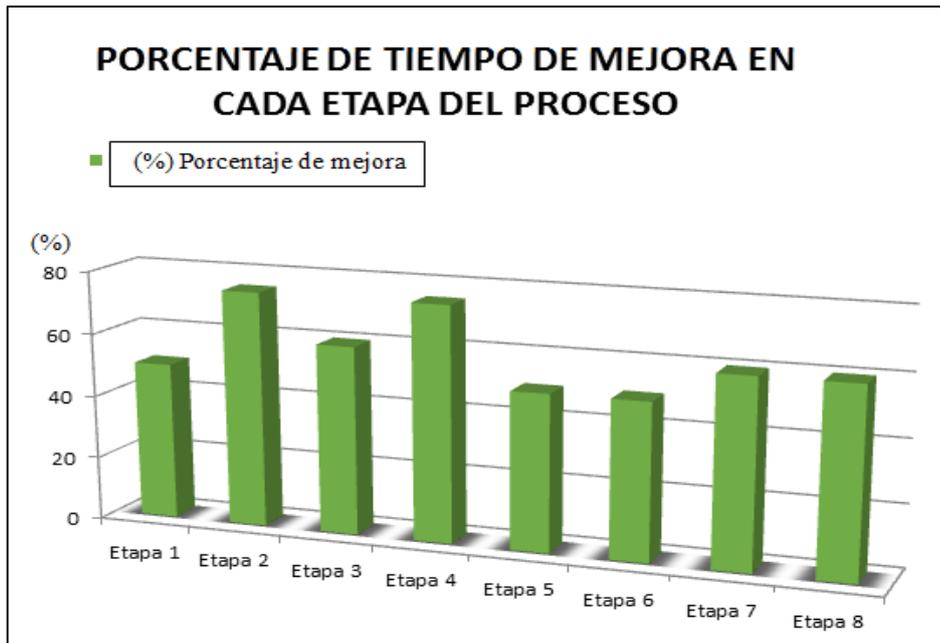


Gráfico 13-3. Porcentaje de mejora en la toma de datos de pérdidas mediante el proceso automatizado.

Realizado por: María E.Lozada L., 2017

3.3. Resultados

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de titulación se determinaron a través de pruebas realizadas a los componentes en cada estación de trabajo. Estas pruebas tienen como objetivo dar respuesta a las siguientes preguntas planteadas.

1. ¿Cuál es la manera más eficiente de adquirir y acondicionar las señales de una red de sensores hacia el controlador?

En el proyecto se utilizaron una red de sensores fotoeléctricos, los mismos que fueron conectados directamente a las entradas del PLC. Dichos sensores envían señales digitales, similar a los interruptores, es decir abren o cierran contactos.

Los sensores fotoeléctricos indican cuando un objeto es detectado, lo que permite que se haga llegar una cierta magnitud de voltaje al sistema de control. El PLC recibe la señal de un “1” lógico cuando los voltajes son superiores a 24V o un “0” lógico cuando los voltajes son inferiores a 24V.

2. ¿Cómo adquirir y procesar los datos desde el sistema SCADA en tiempo real?

El sistema SCADA mediante el Master Terminal Unit (MTU), que en este caso es el HMI; es el cerebro del sistema que sirve de interfaz entre el usuario y la máquina. El MTU es el encargado de adquirir los datos de los sensores fotoeléctricos y demás elementos de entrada para almacenar los registros en las bases de datos. Además genera reportes que son visualizados en la red.

3. ¿Cuál es la mejor manera de transmitir y alojar los datos procesados del sistema SCADA al servidor web?

Para transmitir y alojar datos en un servidor web desde el HMI, se crean vínculos con la base de datos de MySQL; para así facilitar el registro de datos, manejo de información, registro detallado en tiempo real de los cambios en cada línea de producción. El software LookoutDirect en el que se programó el HMI del sistema cuenta con herramientas que permiten la conexión a base de datos.

4. ¿En qué medida los reportes periódicos de pérdidas de baldosa mejoraran la línea de producción de baldosas?

La generación de reportes periódicos permitió mejorar la producción de baldosas, ya que se puede conocer el número exacto de pérdidas en cada línea de producción. Con ellos se ahorran recursos y tiempo al momento de producir; ya que la directiva podrá tomar acciones correctivas al visualizar los datos en la página web. Se controla el nivel de acceso a los datos según los niveles jerárquicos de la empresa. Además permite alertar al operador de cambios detectados en la planta de baldosas.

CONCLUSIONES

1. Con la implementación del proyecto se logró optimizar recursos humanos, físicos y tiempo; brindando a la empresa Ecuaceramica C.A. un sistema de monitoreo veraz y eficiente, con acceso a una página web donde visualiza los datos de pérdidas registrados en el proceso de producción
2. Los sensores fotoeléctricos envían señales digitales al PLC enviando un “0” o un “1” lógico cuando detecta o no la presencia de la baldosa; haciendo fácil el conteo de las baldosas que luego son almacenadas en una base de datos.
3. El sistema SCADA implementado permite procesar los datos adquiridos por el PLC de los sensores fotoeléctricos, brindando un monitoreo del proceso en tiempo real.
4. Se emiten reportes diarios, mensuales y anuales con el sistema automatizado en la pantalla del HMI de las cuatro etapas de producción de la planta así como también las pérdidas que existen a la salida de cada una de ellas.
5. La página web otorga un acceso dinámico a la información por su diseño que se adapta a las necesidades de la empresa. En ella se visualizan los registros de las pérdidas en cada una de las etapas de una determinada línea de producción. Se puede imprimir los resultados de la producción y pérdida de las baldosas en la planta.
6. Mediante la conexión entre el HMI, la base de datos y la página Web, es posible generar reportes de pérdidas en la producción de baldosas diarios, mensuales y anuales, que tienen acceso cualquiera de los tipos de usuario con sus respectivas restricciones.
7. La empresa Ecuacerámica C.A. obtuvo un porcentaje de mejora de tiempo en el registro de pérdidas en un 77%.

RECOMENDACIONES

1. Al momento de acondicionar la señal de un sensor se debe tener en cuenta que tipo de señal analógica o digital. En el caso de ser analógica es necesario un conversor análogo/digital.
2. Al momento de implementar un sistema SCADA se debe tener en cuenta; el aspecto, las funciones y eventos que se ejecutarán, las operaciones y cálculos con los datos recibidos.
3. El operador debe tomar en cuenta el tiempo de actualización de la información de la planta en la producción de baldosas que es de 30 segundos.
4. Al inicio de la producción se debe tener en cuenta que línea de producción se encuentra activa y que el formato de la baldosa sea el que se va a producir; ya que en base a ello se generarán los reportes.

BIBLIOGRAFÍA

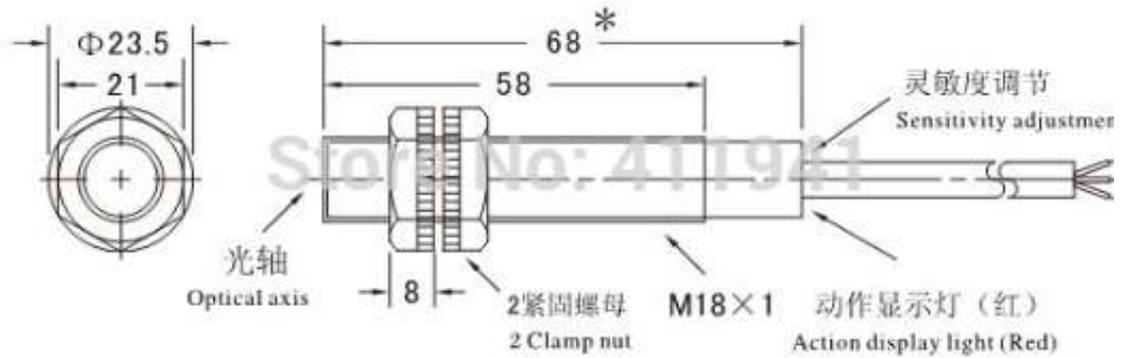
1. **ALIEXPRESS.** SENSOR E3F-R2N12
[Consulta: 5 de octubre 2016]. Disponible en:
<https://es.aliexpress.com/cheap/cheap-reflex-sensor/2.html>
2. **CASTILLO VALLADARES, Nathaly Ivonne.** *Informe de prácticas profesionales* [En línea]. Riobamba: Scribd, 03 de mayo, 2016. [Consulta: 5 de noviembre 2016]. Disponible en:
<https://es.scribd.com/doc/52503255/INFORMACION-GENERAL-ECUACERAMICA>
3. **DE CASTRO LOZANO, Carlos; & ROMERO MORALES, Cristóbal.** *Introducción a SCADA* [En línea], Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal, 10 de septiembre, 2016. . [Consulta: 17 de noviembre 2016]. Disponible en:
<http://www.uco.es/grupos/eatco/automatica/ihm/descargar/scada.pdf>
4. **Departamento de Ciencia y Tecnología.** *Introducción al HMI (Interfaz Hombre Máquina)* [En línea] Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes, 14 de abril, 2012. [Consulta: 10 de agosto 2016]. Disponible en:
<http://iaci.unq.edu.ar/materias/laboratorio2/HMI%5CIntroduccion%20HMI.pdf>
5. **Diferencias entre PNP y NPN en cableado de autómatas** [Blog]. España. InfoPLC, 23 de febrero, 2014. [Consulta: 14 de diciembre 2016]. Disponible en:
<http://www.infopl.net/blogs-automatizacion/item/101740-diferencias-pnp-vs-npn-sensores>
6. **ECUACERÁMICA.** Aldea Formativa
[Consulta: 3 de enero 2016]. Disponible en:
<http://ecuaceramica.aldeaformativa.org/>
7. **ECUACERÁMICA.** Cerámica y porcelanato [En línea]. Riobamba-Ecuador: Copyright 2017. [Consulta: 8 de diciembre 2016]. Disponible en:
<http://www.ecuaceramica.com/>
8. **INSTITUTO SCHNEIDER ELECTRIC DE FORMACIÓN BAC DE RODA 52.** *Manual Twido Suite: Manual de introducción al uso de la herramienta de configuración,*

- programación y depuración de controladores programables de la gama Twido* [En línea] V. 2.1: España, 2008 pp. 23-28. [Consulta: 28 de diciembre 2016]. Disponible en: http://www.equiposdidacticos.com/pdf/catalogos/manual_twido.pdf
9. **KUMAR SAHA, A.** *MySql: Introducción, características y beneficios* [En línea], Mumbai-India: 2011 pp. 7-8. [Consulta: 8 de octubre 2016]. Disponible en: <http://www.gedlc.ulpgc.es/docencia/abd/Recursos/MySQL-Intro-features-benefits-SPANISH.pdf>
 10. **LAGOS, Carolina.** *Protocolos de Comunicación Industrial y Control Industrial* [Blog]. Chile. Electro Industria, septiembre, 2016. [Consulta: 14 de diciembre 2016]. Disponible en: <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=562>
 11. **Manual de como comenzar** [En línea], No. LDC4-CGS-SP. Estados Unidos: Automation Direct, 2016 pp. 2-3. [Consulta: 8 de octubre 2016]. Disponible en: <https://cdn.automationdirect.com/static/manuals/lkdgsgmsp/lkdgsgmsp.pdf>
 12. **MALL.INDUSTRY.SIEMENS.** SITOP PSU200M 24 V/10 A [Pdf]. [Consulta: 22 de agosto 2016]. Disponible en: <https://mall.industry.siemens.com/tedservices/DatasheetService/DatasheetService?format=PLAIN&mlfbs=6EP1334-3BA00&language=es&caller=IndustryMall>
 13. **MAZA CABELLO, Ana Cristina.** Diseño de un sistema experto para el enderezado de chasis en frío 2014 [En línea], (TESIS). Universidad de las Américas Puebla, Departamento de Computación, Electrónica y Mecatrónica, Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica. Puebla-México. 2009. pp. 39-41. [Consulta: 20 de noviembre 2016]. Disponible en: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lmt/maza_c_ac/capitulo4.pdf
 14. **MOROCHO, M; & URQUIZO CRUZ, M.** Diseño e implementación de un Sistema Mecatrónico para el mezclado de líquidos, caso práctico laboratorio de Automatización Industrial de la EIS [En línea], (TESIS). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Informática y Electrónica, Escuela de Ingeniería en Sistemas. Riobamba-Ecuador. 2010. pp. 168. [Consulta: 20 de enero 2016]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/545/1/18T00436.pdf>

15. **PERE PONSA, A.** *Diseño y automatización industrial* [En línea]. Cataluña-España: Universidad Politécnica de Catalunya, 2010 pp. 2-5, 45-48. [Consulta: 16 de octubre 2016]. Disponible en: <http://www.epsevg.upc.edu/hcd/material/lecturas/interfaz.pdf>
16. **PÉREZ LÓPEZ, Esteban.** “Los sistemas SCADA en la automatización industrial”. *Tecnología en Marcha*. [en línea], 2015, (Costa Rica) 28(4), pp. 3-14. [Consulta: 14 de agosto 2016]. Disponible en: <http://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v28n4/0379-3982-tem-28-04-00003.pdf>
17. **PÉREZ PORTO, Julián; & MERINO, María.** DEFINICIÓN DE PÁGINA WEB [En línea], [Consulta: 5 de septiembre 2016]. Disponible en: <http://definicion.de/pagina-web/>
18. **PÉREZ, R. YOUTUBE.** LOOKOUTDIRECT [AVI]. [Consulta: 5 de noviembre 2016]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=mk27MmSWanc>
19. **PÉREZ VALDÉS, Damián.** *¿Qué son las bases de datos?* [Blog]. España. Maestros de la Web, 26 de octubre, 2007. [Consulta: 24 de noviembre 2016]. Disponible en: <http://www.maestrosdelweb.com/que-son-las-bases-de-datos/>
20. **TELEMECANIQUE.** *Controladores programables Twido Guía de referencia de hardware* [En línea], V 3.2. España: A Brand Schneider Electric, 2010 pp. 45-48. [Consulta: 8 de octubre 2016]. Disponible en: eshop.schneider-electric.com/Download.aspx?infos=H377042.pdf+;3
21. **YUGSI, R.** *Lenguajes de programación de PLC's* [En línea]. Quito: Escuela Politécnica Nacional, 10 de enero, 2009. [Consulta: 5 de octubre 2016]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/9276/6/LENGUAJES%20DE%20PROGRAMACION%20DE%20PLC.doc>

ANEXOS

ANEXO A. HOJA DE ESPECIFICACIONES DEL SENSOR E3F-R2N12



Nombre del producto	Interruptor fotoeléctrico
Modelo	E3F-R2N12
Distancia de detección	2m±10%
Tensión de trabajo	6-36 V DC
OBJETIVO detección	Opaco
Salida	NPN 3 hilos no + NC
Temperatura ambiente	De funcionamiento: -20-55 grados Almacenamiento: -30-70 grados
Tiempo de respuesta	1 ms
Corriente de salida:	300mA
Tamaño	18mm
Protección del circuito	Protección de conexión inversa, absorción de picos, carga de protección contra cortocircuitos
Fuente	660nm luz infrarroja
Material de la corteza	ABS

Fuente: es.aliexpress.com

ANEXO B. HOJA DE ESPECIFICACIONES DEL BREAKER

Estándar	Conforme con IEC60898
Protección	Contra sobrecarga y cortocircuito
Corriente nominal, In	1, 2, 3, 4, 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63 ^a
Tensión nominal	1 polo 230/400VAC 50/60Hz 2, 3, 4 polo 400VAC 50/60Hz
Temperatura ambiente	-5 to +40 pursuant to IEC60898
Poder de corte	10kA
Características	Curvas B, C, D
Número de polos	1P, 1P+N, 2P, 3P, 3P+N y 4P
Tipo de disparo	Magneto-térmico
Tipo de terminal	Bornes
Sección del cable	Cable hasta 25mm ²
Instalación	Montaje en Rail DIN de 35mm
Anchura	17.8mm por polo
Endurancia eléctrica In: 1 ... 32A 40 ... 63A Endurancia: 8000 ciclos 8000 ciclos Frecuencia máx.: (Ciclos/hora) 240 120	

Fuente: Hoja de especificaciones

ANEXO C. HOJA DE ESPECIFICACIONES FUENTE DE ALIMENTACIÓN SITOP

PSU200M



SITOP PSU200M 24 V/10 A

SITOP PSU200M 10 A FUENTE ALIMENTACION ESTABILIZ. ENTRADA: AC 120/230-500 V SALIDA: DC 24 V/10 A

Entrada	
Entrada	AC monofásica y trifásica
Tensión de alimentación	120 ... 230 V 230 ... 500 V Ajuste mediante conmutador en el equipo
<ul style="list-style-type: none"> 1 con AC 2 con AC Observación 	
Tensión de entrada	85 ... 264 V 178 ... 550 V
<ul style="list-style-type: none"> 1 con AC 2 con AC 	
Entrada de rango amplio	SI
Resistencia a sobretensiones	1300 Vpico, 1.3 ms
Respaldo de red con la nom. mín.	25 ms, Con Ue = 120/230 V, valor típico 150 ms con Ue = 400 V
Frecuencia nominal de red 1	50 Hz
Frecuencia nominal de red 2	60 Hz
Rango de frecuencia de red	47 ... 63 Hz
Corriente de entrada	4.4 A 2.4 A 1.1 A 35 A
<ul style="list-style-type: none"> con valor nominal de la tensión de entrada 120 V con valor nominal de la tensión de entrada 230 V con valor nominal de la tensión de entrada 500 V 	
Límite de la intensidad de conexión (+25 °C), máx.	4.4 A
ITL máx.	1.1 A
Fusible de entrada incorporado	T 6.3 A (no accesible)
Protección del cable de red (IEC 898)	Interruptor magnetotérmico recomendado para funcionamiento monofásico: a partir de 6 A (10 A) característica C (B); necesario para funcionamiento trifásico: interruptor magnetotérmico con dos polos acoplados o interruptor automático 3RV2011-1EA10 (ajustado 3.8 A) o 3RV211-1ED10 (UL 489) con 230 V; 3RV2011-1DA10 (ajustado 3 A) o 3RV211-1DD10 (UL 489) con 400/500 V
Salida	
Salida	Tensión continua estabilizada y aislada galvánicamente
Tensión nominal Uo nom DC	24 V
Tolerancia total, estática ±	3 %
Compens. estática variación de red, aprox.	0.1 %
Compens. estática variación de carga, aprox.	0.1 %
Ondulación residual entre picos, máx.	50 mV
Spk máx entre picos, máx. (ancho de banda aprox. 20 MHz)	200 mV
Rango de ajuste	24 ... 28.8 V
Función del producto Tensión de salida es ajustable	SI
Ajuste de la tensión de salida	Mediante potenciómetro
Pantalla nominal	LED verde para 24 V O.K.
Señalización	Posible mediante módulo de señalización (SEP1961-3BA10)
Comportamiento al conectar/desconectar	Rebaje transitorio de Uo aprox. 3%
Retardo de arranque, máx.	1 s
Subida de tensión, tip.	50 ms
Intensidad nominal Ia nom	10 A
Rango de intensidad	0 ... 10 A
<ul style="list-style-type: none"> Observación 	+60 ... +70 °C, Derating 2%/K (con 120 V, 230 V) e 3.5%/K (con 400 V)
potencia activa entregada típico	240 W
intensidad de sobrecarga breve	30 A
<ul style="list-style-type: none"> con cortocircuito en servicio típico 	
Duración de la capacidad de sobrecarga con sobretensión	25 ms
<ul style="list-style-type: none"> con cortocircuito en servicio 	
intensidad de sobrecarga constante	12 A
<ul style="list-style-type: none"> con cortocircuito durante el arranque típico 	
Posibilidad de conex. en paralelo para aumento de potencia	SI; Característica conmutable
Número de equipos conectables en paralelo para aumentar la potencia, unidades	2
Eficiencia	
Rendimiento con Uo nominal, Ia nominal, aprox.	87 %
Rendidas con Uo nom, Ia nom, aprox.	36 W
Dimensiones	
Compens. dinám. variación de red (Uo nom ± 15%), máx.	0.1 %
Compens. dinám. variación de carga (Ia: 50/100/50%), Uo e tip.	3 %
Tiempo de recuperación escalón de carga 50 a 100%, tip.	2 ms
Tiempo de recuperación escalón de carga 100 a 50%, tip.	2 ms
Tiempo de establecimiento máx.	5 ms
Protección y vigilancia	
Protección sobretensión en salida	+35 V
Límite de intensidad, tip.	12 A
Propiedad de la salida resistente a cortocircuitos	SI
Prot. contra cortocircuito	Alternativamente, característica de intensidad constante hasta aprox. 12 A o desconexión con memoria
Intensidad de cortocircuito sostenido Valor eficaz	12 A
<ul style="list-style-type: none"> típico 	
Señalización de sobrecarga/cortocircuito	LED amarillo para "Sobrecarga", LED rojo para "Desconexión con memoria"
Aislamiento	
Aislamiento galvánico primario/secundario	SI
Aislamiento galvánico	Tensión de salida MBTS-SELV Uo según EN 60950-1 y EN 50178
Clase de protección	Clase I
Corriente de fuga	3.5 mA 0.32 mA
<ul style="list-style-type: none"> máx. típico 	
Marcado CE	SI
Aprobación UL/UL (CSA)	cULus-Listed (UL 508, CSA C22.2 No. 107.1), File E197259
Protección contra explosiones	-
Homologación FM	-
Homologación CB	No
Homologación para la construcción naval	DL, ABS
Grado de protección (EN 60529)	IP20
CEM	
Emisión de interferencias	EN 55022 clase B
Límite de armónicos en red	EN 61000-3-2
Inmunidad a interferencias	EN 61000-3-2
Datos de servicio	
Temperatura ambiente	-25 ... +70 °C
<ul style="list-style-type: none"> durante el funcionamiento — Observación 	Con convección natural
<ul style="list-style-type: none"> durante el transporte durante el almacenamiento 	-40 ... +85 °C -40 ... +85 °C
Clase de humedad según EN 60721	Clase climática 3K3, sin condensación

Fuente: <https://mall.industry.siemens.com/tedservices/DatasheetService/DatasheetService?format=PLAIN&mlfbs=6EP1334-3BA00&language=es&caller=IndustryMall>

ANEXO D. INSTALACIÓN Y DISPOSICIÓN DE SENSORES FOTOELÉCTRICOS A LO LARGO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN







Elaborado por: María E. Lozada L., 2017

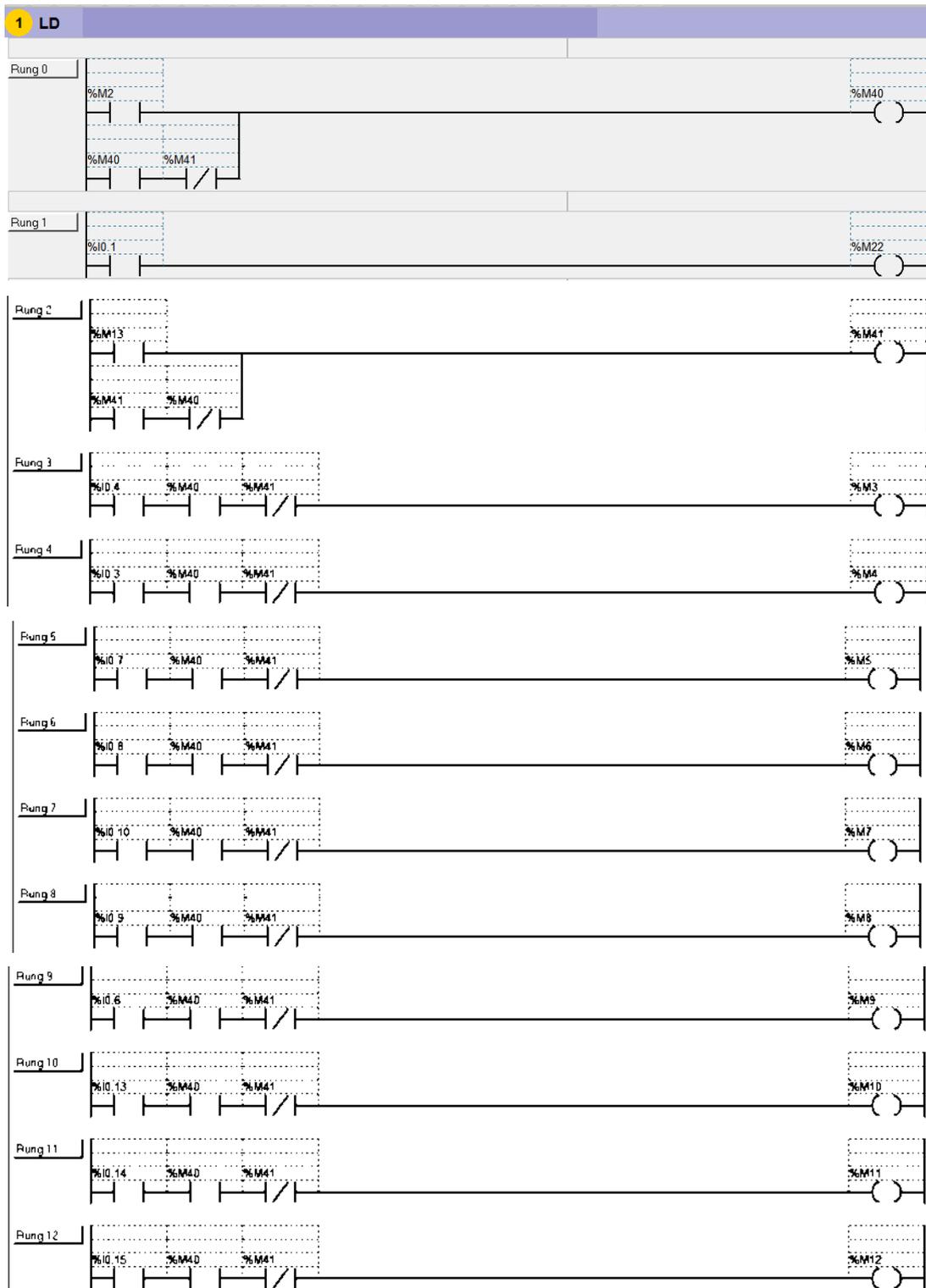


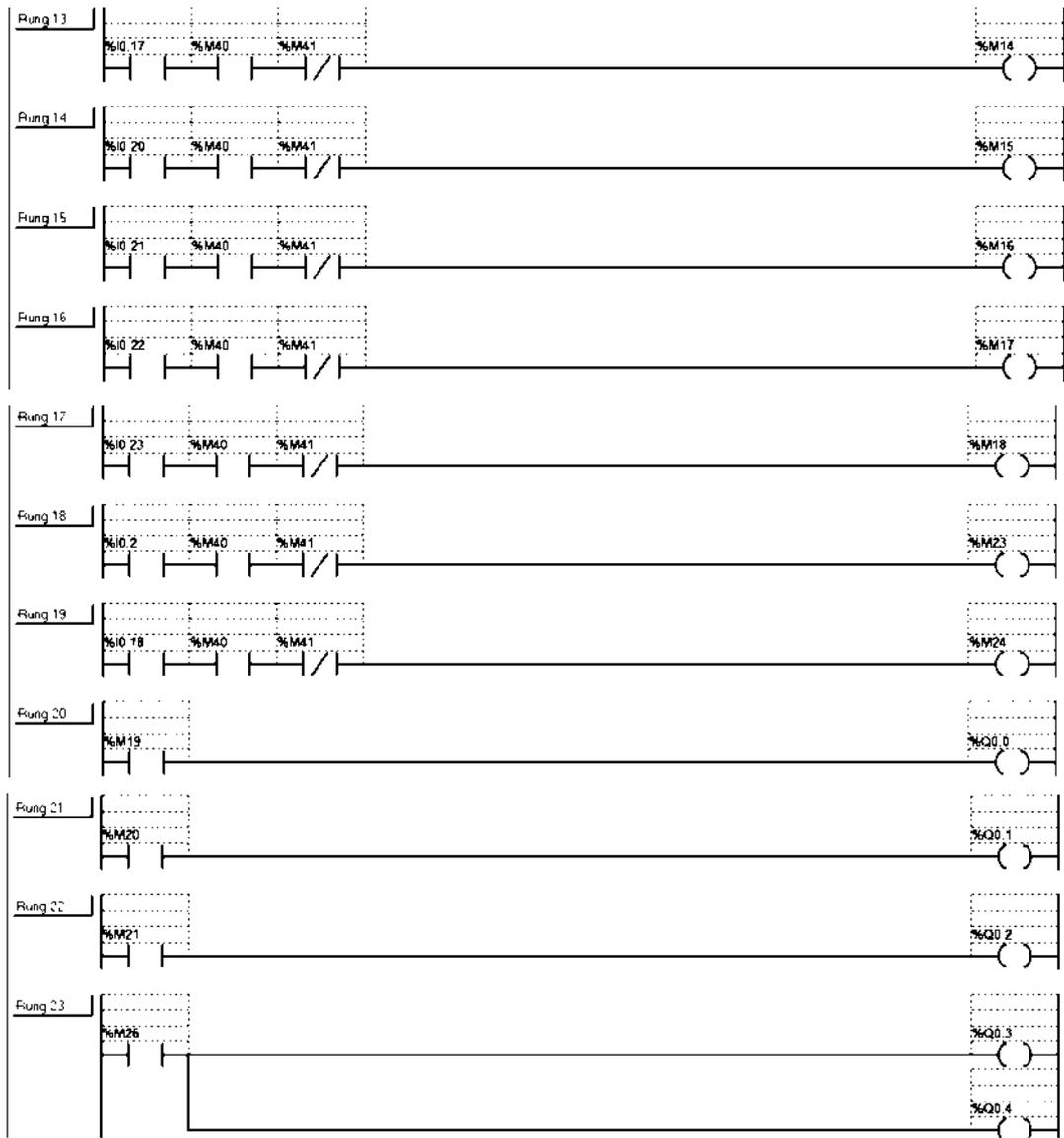
ANEXO E. VISUALIZACIÓN DEL HMI EN LA PANTALLA LG.



Elaborado por: María E. Lozada L., 2017

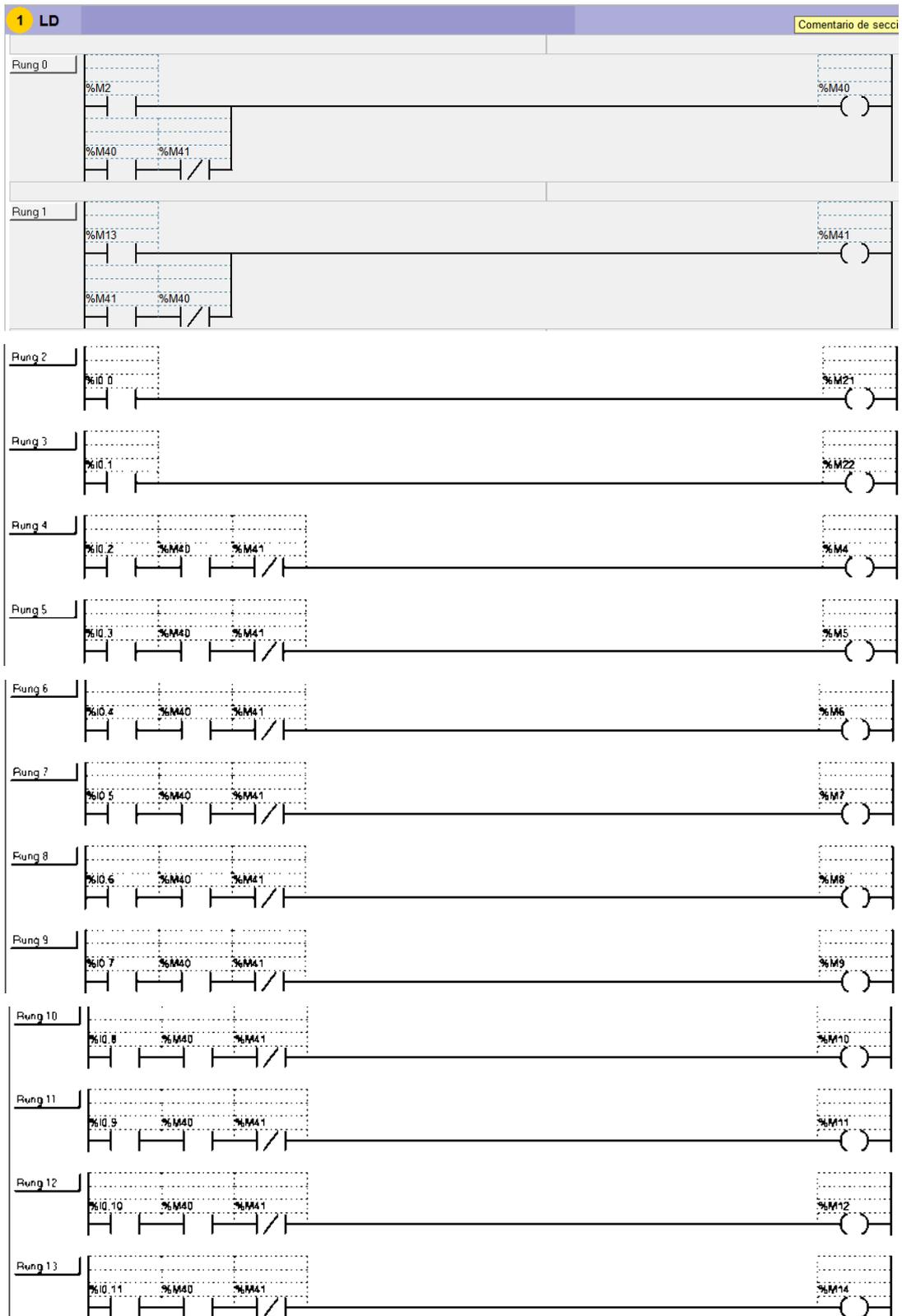
ANEXO F. PROGRAMACIÓN DEL PARA LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN 1 Y 2

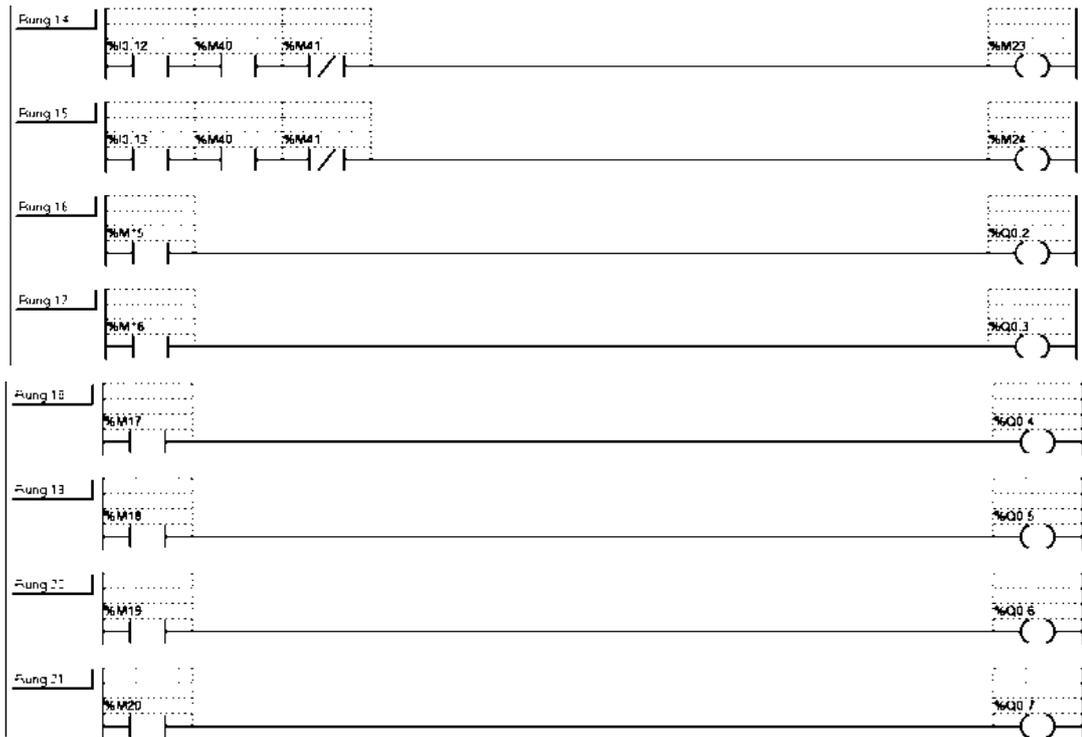




Elaborado por: María E. Lozada L., 2017

ANEXO G. PROGRAMACIÓN DEL PARA LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN 3 Y 4





Elaborado por: María E. Lozada L.,2017

ANEXO H. PROGRAMACIÓN MYSQL TABLA TIEMPO_REAL

```

CREATE TABLE `tiempo_real` (
  `IdLinea` int(2) NOT NULL,
  `IdPlanta` int(2) NOT NULL,
  `Fecha` datetime NOT NULL DEFAULT '0000-00-00' 00:00:00,
  `Turno` char(14) NOT NULL,
  `Formato` char(12) NOT NULL,
  `Contador1` int(10) NOT NULL DEFAULT '0',
  `Contador2` int(10) NOT NULL DEFAULT '0',
  `Contador3` int(10) NOT NULL DEFAULT '0',
  `Contador4` int(10) NOT NULL DEFAULT '0',
  `Contador5` int(10) NOT NULL DEFAULT '0',
  `Contador6` int(10) NOT NULL DEFAULT '0',
  `Contador7` int(10) NOT NULL DEFAULT '0',
  `Contador8` int(10) NOT NULL DEFAULT '0',
  `Acumulador1` float NOT NULL DEFAULT '0',
  `Acumulador2` float NOT NULL DEFAULT '0',
  `Acumulador3` float NOT NULL DEFAULT '0',
  `Acumulador4` float NOT NULL DEFAULT '0',
  `Acumulador5` float NOT NULL DEFAULT '0',
  `Acumulador6` float NOT NULL DEFAULT '0',
  `Acumulador7` float NOT NULL DEFAULT '0',
  `Acumulador8` float NOT NULL DEFAULT '0',
  `Funcionando` tinyint(1) NOT NULL DEFAULT '0',
  `LineaDetenida` time NOT NULL DEFAULT '00:00:00',
  `HornoDetenido` time NOT NULL DEFAULT '00:00:00',
  PRIMARY KEY (`IdLinea`,`IdPlanta`)
) ENGINE=MyISAM DEFAULT CHARSET=utf8

```

Elaborado por: María E. Lozada L.,2017

ANEXO I. PROGRAMACIÓN MYSQL TABLAREGISTRO

```

CREATE TABLE `registro` (
  `Fecha` datetime NOT NULL,
  `IdPlanta` int(2) NOT NULL,
  `IdLinea` int(2) NOT NULL,
  `Turno` char(28) NOT NULL,
  `Formato` char(12) NOT NULL,
  `Contador1` int(10) NOT NULL DEFAULT '0',
  `Contador2` int(10) NOT NULL DEFAULT '0',
  `Contador3` int(10) NOT NULL DEFAULT '0',
  `Contador4` int(10) NOT NULL DEFAULT '0',
  `Contador5` int(10) NOT NULL DEFAULT '0',
  `Contador6` int(10) NOT NULL DEFAULT '0',
  `Contador7` int(10) NOT NULL DEFAULT '0',
  `Contador8` int(10) NOT NULL DEFAULT '0',
  `Acumulador1` float NOT NULL DEFAULT '0',
  `Acumulador2` float NOT NULL DEFAULT '0',
  `Acumulador3` float NOT NULL DEFAULT '0',
  `Acumulador4` float NOT NULL DEFAULT '0',
  `Acumulador5` float NOT NULL DEFAULT '0',
  `Acumulador6` float NOT NULL DEFAULT '0',
  `Acumulador7` float NOT NULL DEFAULT '0',
  `Acumulador8` float NOT NULL DEFAULT '0',
  `LineaDetenida` time NOT NULL DEFAULT '00:00:00',
  `HornoDetenido` time NOT NULL DEFAULT '00:00:00',
  PRIMARY KEY (`Fecha`,`IdPlanta`,`IdLinea`,`Turno`)
) ENGINE=MyISAM DEFAULT CHARSET=utf8

```

Elaborado por: María E. Lozada L.,2017

ANEXO J. PROGRAMACIÓN MYSQL TABLA CONTROL_REMOTO

```
CREATE TABLE `control_remoto` (
  `IdProceso` char(14) NOT NULL,
  `IdUsuario` char(14) NOT NULL,
  `Usuario` char(28) NOT NULL,
  `TipoUsuario` char(28) NOT NULL,
  `Turno` smallint(2) NOT NULL,
  `Iniciar` tinyint(1) NOT NULL DEFAULT '0',
  `Terminar` tinyint(1) NOT NULL DEFAULT '0',
  `Reiniciar` tinyint(1) NOT NULL DEFAULT '0',
  `Accion1` tinyint(1) NOT NULL DEFAULT '0',
  `Accion2` tinyint(1) NOT NULL DEFAULT '0',
  `Accion3` tinyint(1) NOT NULL DEFAULT '0',
  `Accion4` tinyint(1) NOT NULL DEFAULT '0',
  `Accion5` tinyint(1) NOT NULL DEFAULT '0',
  PRIMARY KEY (`IdProceso`)
) ENGINE=MyISAM DEFAULT CHARSET=utf8
```

Elaborado por: María E. Lozada L.,2017

ANEXO K. PROGRAMACIÓN MYSQL TABLA PROCESO

```
CREATE TABLE `proceso` (
  `IdProceso` char(14) NOT NULL,
  `NombreProceso` char(28) NOT NULL,
  `Estado` tinyint(1) NOT NULL DEFAULT '0',
  PRIMARY KEY (`IdProceso`)
) ENGINE=MyISAM DEFAULT CHARSET=utf8
```

Elaborado por: María E. Lozada L.,2017

ANEXO L. PROGRAMACIÓN PÁGINA WEB: CREDITOS

```
<html>
<head>
<meta charset="utf-8" />

<?php include("head.php");?>
</head>
<body>
<?php
include("navbar.php");
?>
<div class="container">
<div class="panel panel-info">
<div class="panel-heading">
<div class="btn-group pull-right">
</div>
<h4>CREDITOS</h4>
</div>
<div class="panel-body">

<p><b>Desarrollador:</b>Mary Lozada</p>
<p><b>Email:</b>mlozada@hotmail.com</p>
<p><b>Teléfono:</b>0987675645</p>
<p></p>
<p>Proyecto de Grado desarrollado con la <b>ESPOCH</b>, año 2016</p>
</div>
</div>
</div>
<hr>
<?php
include("footer.php");
?>
<script type="text/javascript" src="js/VentanaCentrada.js"></script>
</body>
</html>
```

Elaborado por: María E. Lozada L.,2017

ANEXO M. PROGRAMACIÓN PÁGINA WEB: BALDOSAS

```
<html lang="en">
<head>
  <?php include("head.php");?>
</head>
<body>
  <?php
  include("navbar.php");
  ?>
  <div class="container">
  <div class="panel panel-info">
    <div class="panel-heading">
      <div class="btn-group pull-right">
        <a href=" <?php if(isset($_REQUEST["linea"])){ ?>baldosas_pdf.php?linea=<?php echo $_
      </div>
      <h4>CONTEO DE PÉRDIDAS</h4>
    </div>
    <div class="panel-body">
      <form class="form-horizontal" action="baldosas.php" method="post">
        <div class="form-group row">
          <label for="q" class="col-md-2 control-label">Seleccionar una línea</label>
          <div class="col-md-3">
            <select name="linea">
              <option value="1">Línea 1</option>
              <option value="2">Línea 2</option>
              <option value="3">Línea 3</option>
              <option value="4">Línea 4</option>
            </select>
            <input type="submit" class="btn btn-info" value="Buscar"/>
          </div>
        </div>
      </form>
      <?php
      if(isset($_REQUEST["linea"])){
        ?>
        <div class='outer_div'>
          <div class="table-responsive">
            <?php include("includes/desperdicios.php");
            echo $html;?>
          </div>
        </div>
        <?php
        }
        ?>
      </div>
    </div>
  </div>
  <hr>
  <?php
  include("footer.php");
  ?>
  <script type="text/javascript" src="js/VentanaCentrada.js"></script>
</body>
</html>
```

Elaborado por: María E. Lozada L., 2017

ANEXO N. PROGRAMACIÓN PÁGINA WEB: HISTOGRAMA

```
<html>
<head>
<meta charset="utf-8" />

    <?php include("head.php");?>
</script>
jQuery(function ($) {
$.datepicker.setDefaults($.datepicker.regional["es"]);
$("#datepicker").datepicker();
$("#datepicker2").datepicker();
});

jQuery(function ($) {
$.datepicker.regional['es'] = {
closeText: 'Cerrar',
prevText: ' nextText: "Sig>',
currentText: 'Hoy',
monthNames: ['Enero', 'Febrero', 'Marzo', 'Abril', 'Mayo', 'Junio',
'Julio', 'Agosto', 'Septiembre', 'Octubre', 'Noviembre', 'Diciembre'],
monthNamesShort: ['Ene', 'Feb', 'Mar', 'Abr', 'May', 'Jun',
'Jul', 'Ago', 'Sep', 'Oct', 'Nov', 'Dic'],
dayNames: ['Domingo', 'Lunes', 'Martes', 'Miércoles', 'Jueves', 'Viernes', 'Sábado'],
dayNamesShort: ['Dom', 'Lun', 'Mar', 'Mié;', 'Juv', 'Vie', 'Sáb'],
dayNamesMin: ['Do', 'Lu', 'Ma', 'Mi', 'Ju', 'Vi', 'Sá'],
weekHeader: 'Sm',
dateFormat: 'yy-mm-dd',
firstDay: 1,
isRTL: false,
showMonthAfterYear: false,
yearSuffix: ''
};
$.datepicker.setDefaults($.datepicker.regional['es']);
});
</script>
</head>
<body>
```

```

<?php
include("navbox.php");
?>
<div class="container">
<div class="panel panel-info">
<div class="panel-heading">
<div class="btn-group pull-right">
<div class="btn-group pull-right">
<!--<a href="#" <?php /* if(isset($_REQUEST["linea"])){ ?>reportes_pdf.php?linea=<?php
</div>
</div>
<h4>GRÁFICOS</h4>
</div>
<div class="panel-body">
<form class="form-horizontal uk-form" action="historama.php" method="post">
<div class="form-group row">
<label for="q" class="col-md-2 control-label">Seleccione Tipo Gráfico:</label>
<div class="col-md-2">
<select name="tipografico" required id="tipografico">
<option value="anual">Anual</option>
<option value="mensual">Mensual</option>
<option value="diario">Diario</option>
<option value="general">General</option>
</select>
</div>
<div id="data">
<label for="q" class="col-md-2 control-label">Seleccione una Etapa:</label>
<div class="col-md-2">
<select name="etapa" required id="etapa">
<option value="prensa">Prensa</option>
<option value="secadero">Secadero</option>
<option value="velas">Velas</option>
<option value="decoradora">Decoradora</option>
<option value="cargadora">Cargadora</option>
<option value="descargadora">Descargadora</option>
<option value="horno">Horno</option>
<option value="clasificadora">Clasificadora</option>

```


ANEXO O. PROGRAMACIÓN PÁGINA WEB: REPORTES

```
<html>
<head>
<meta charset="utf-8" />

<?php include("head.php");?>
<script>
jQuery(function ($) {
$.datepicker.setDefaults($.datepicker.regional["es"]);
$("#datepicker").datepicker();
$("#datepicker2").datepicker();
});

jQuery(function ($) {
$.datepicker.regional["es"] = {
closeText: 'Cerrar',
prevText: ' nextText: "Sig>',
currentText: 'Hoy',
monthNames: ['Enero', 'Febrero', 'Marzo', 'Abril', 'Mayo', 'Junio',
'Julio', 'Agosto', 'Septiembre', 'Octubre', 'Noviembre', 'Diciembre'],
monthNamesShort: ['Ene', 'Feb', 'Mar', 'Abr', 'May', 'Jun',
'Jul', 'Ago', 'Sep', 'Oct', 'Nov', 'Dic'],
dayNames: ['Domingo', 'Lunes', 'Martes', 'Miércoles', 'Jueves', 'Viernes', 'Sábado'],
dayNamesShort: ['Dom', 'Lun', 'Mar', 'Mié', 'Juv', 'Vie', 'Sáb'],
dayNamesMin: ['Do', 'Lu', 'Ma', 'Mi', 'Ju', 'Vi', 'Sá'],
weekHeader: 'Sm',
dateFormat: 'yy-mm-dd',
firstDay: 1,
isRTL: false,
showMonthAfterYear: false,
yearSuffix: ''
};
$.datepicker.setDefaults($.datepicker.regional["es"]);
});
</script>
</head>
<body>
<?php
include("navbar.php");

<div class="container">
<div class="panel panel-info">
<div class="panel-heading">
<div class="btn-group pull-right">
<?php if(isset($_REQUEST["consulta"])){?>
<a href=" <?php if(isset($_REQUEST["consulta"])){ ?>reportes_pdf.php?consulta=<?php
<?php }?>
<?php if(! isset($_REQUEST["consulta"])){?>
<a href=" <?php if(isset($_REQUEST["consulta"])){ ?>reportes_pdf.php?consulta=<?php
<?php }?>
</div>
<h4>REPORTES</h4>
</div>
<div class="panel-body">
<form class="form-horizontal" action="reportes.php" method="post">
<div class="form-group row">
<!--<label for="q" class="col-md-2 control-label">Seleccionar una Línea</label>
<div class="col-md-2">
<select name="línea" required>
<option value="todas">Todas</option>
<option value="1">Línea 1</option>
<option value="2">Línea 2</option>
<option value="3">Línea 3</option>
<option value="4">Línea 4</option>
</select>
</div>-->
<label for="q" class="col-md-2 control-label">Seleccionar un Turno:</label>
<div class="col-md-2">
<select name="turno" required>
<option value="todas">Todas</option>
<option value="1">Turno 1</option>
<option value="2">Turno 2</option>
<option value="3">Turno 3</option>
</select>
</div>
</div>
</div>
</div>
</div>
```

```

<label for="q" class="col-md-2 control-label">Seleccione una Etapa:</label>
<div class="col-md-2">
  <select name="etapa" required id="etapa">
    <option value="todas">Todas</option>
    <option value="prensa">Prensa</option>
    <option value="secadero">Secadero</option>
    <option value="velas">Velas</option>
    <option value="decoradora">Decoradora</option>
    <option value="cargadora">Cargadora</option>
    <option value="descargadora">Descargadora</option>
    <option value="horno">Horno</option>
    <option value="clasificadora">Clasificadora</option>
  </select>
</div>
<label for="q" class="col-md-3 control-label">Seleccionar un rango de fechas:</label>
<div class="col-md-3">
  Desde <input required name="desde" class="form-control" type="text" id="datepicker" value="<?php echo date("Y-m-d");?>"/>
  Hasta <input required name="hasta" disabled="true" readonly="true" class="form-control" type="text" id="datepicker2" value="<?p
</div>
<!--<label for="q" class="col-md-2 control-label">Tipo de Reporte</label>
<div class="col-md-2">
  <select name="tipo" required>
    <option value="diario">Diario</option>
    <option value="mensual">Mensual</option>
    <option value="anual">Anual</option>
  </select>
</div-->
<!--<label for="q" class="col-md-2 control-label">Detalle?</label>
<div class="col-md-2">
  SI <input name="detalle" type="radio" value="si" checked="checked"> NO <input name="detalle" type="radio" value="no">
</div-->
<div class="col-md-1">
  <input style="float:right;" type="submit" class="btn btn-info" value="Buscar"/>
</div>
</div>

<?php
if(isset($_REQUEST["buscar"])){
  ?>
  <div class='outer_div'>
    <div class="table-responsive">
      <?php include("includes/registros.php");
      echo $html;?>
    </div>
  </div>
  </div>
  <?php
}
?>
</div>

</div>
<hr>
<?php
include("footer.php");
?>
<script type="text/javascript" src="js/VentanaCentrada.js"></script>
<script>
  $("#etapa").change(function() {
    var selectedValue = this.value;
    if(selectedValue=="todas"){
      $("#datepicker2").prop("readonly", true);
      $("#datepicker2").prop("disabled", true);
    }else{
      $("#datepicker2").prop("readonly", false);
      $("#datepicker2").prop("disabled", false);
    }
  });
</script>
</body>
/html>

```