



**DISEÑO Y SIMULACION DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL SECADERO  
NÚMERO CUATRO, MESA DE ENTRADA Y DE SALIDA EN LA EMPRESA  
CERAMICA ITALIA S. A.**

**Universidad de Pamplona  
Facultad de Ingenierías y Arquitectura  
Departamento de Mecánica, Mecatrónica e Industrial  
Ingeniería mecatrónica  
Pamplona, 15 de diciembre de 2016**





**DISEÑO Y SIMULACION DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL SECADERO  
NÚMERO CUATRO, MESA DE ENTRADA Y DE SALIDA EN LA EMPRESA  
CERAMICA ITALIA S. A.**

**Autor:**

Ing (c). Shirley Katerine Leal Gelves

**Director:**

MSc. (c) Alexander Daniel Linares Ríos

**Universidad de Pamplona  
Facultad de Ingenierías y Arquitectura  
Departamento de Ingenierías Mecánica, Mecatrónica e Industrial  
Ingeniería mecatrónica  
Pamplona, 15 de diciembre de 2016**



## Dedicatoria

Al creador de las cosas, con toda la humildad que de mi corazón puede emanar dedico primeramente mi trabajo a Dios.

A mis padres: Doris Gelves y Rafael Leal, los pilares de mi vida, mi fortaleza, quienes me apoyan en cada paso que doy y siempre están para ayudarme en las adversidades, todo lo que hoy soy es gracias a ellos

Al amor de mi vida, Rigo Peñaloza, un paso más en nuestras vidas, un logro de tantos que nos esperan, gracias por ser tú el ancla que tiene mis pies en la tierra, por tu apoyo, por siempre estar a mi lado.

"Encomienda a Jehová tus obras, Y tus pensamientos serán afirmados."

Proverbios 16:3



## Agradecimientos

A mi familia a quienes les debo todo, con los que estaré eternamente agradecida.

A Cerámica Italia por darme esta gran oportunidad de aprender por medio de estas prácticas

Al ingeniero Yobany Pereira mi director técnico en este proyecto, por su paciencia y don de enseñar.

Al doctor Jesús María Sierra, gerente de Cerámica Italia, por su apoyo en el desarrollo de este proyecto

Al profesor Alexander Linares, mi director de tesis, por ser guía en este proyecto.

A la universidad de Pamplona por aportar tanto a mi vida personal y formarme como profesional.

A todas aquellas personas que de una manera u otra me brindaron su apoyo y dieron un aporte en mi camino hasta acá.



## Índice

Dedicatoria.....	3
Agradecimientos .....	4
Índice .....	5
Índice de Tablas.....	8
Índice ilustraciones .....	9
Introducción .....	11
Planteamiento del problema .....	13
Objetivo General.....	15
Objetivos específicos.....	15
Metodología .....	16
1 Cerámica Italia S.A. ....	18
1.1 Un poco de historia.....	18
1.2 Proceso cerámico de la empresa.....	19
2. Secadero Número cuatro .....	23
2.1 Secadero horizontal multicanal para azulejos. ....	23
2.1.1 Circulación del aire de proceso.....	25



3. Componentes del proceso de secado .....28

    3.1 Mesa de entrada.....28

    3.2 Secadero .....35

    3.3 Mesa de salida. ....40

4. Diseño de Planos .....45

    4.1 Planos eléctricos .....48

    4.2 Diagrama de fuerza y de control .....50

    4.3 Planos de entradas y salidas al PLC .....53

    4.4 Diseño P&ID .....56

    4.5 Narrativa del proceso.....56

5. Programación PLC y HMI .....57

    5.1 Programación en LADDER .....60

    5.2 Diseño interfaz de la pantalla HMI .....61

6. Software.....63

    6.1 Sketchup .....63

    6.2 Cadesimu .....64

    6.3 Cx Programmer .....65

    6.4 Crimson .....66

7. Elementos requeridos .....68

    7.1 Componentes a implementar .....68





7.1.4. Variador de velocidad Yaskawa J1000 .....73

7.2. Bondades del proyecto .....80

7.3 Costo .....81

8. Simulación y Validación .....84

8.1 Programación de Software.....83

8.2 Lógica de la interfaz.....86

9. Conclusiones .....88

10. Bibliografía .....89

11. Referencias.....94





## Índice de Tablas

<i>Tabla 1.</i> Entrada al PLC (mesa de entrada).....	31
<i>Tabla 2.</i> Salida del PLC (mesa de entrada) .....	33
<i>Tabla 3.</i> Entrada al PLC (secadero).....	37
<i>Tabla 4.</i> Salida del PLC (secadero).....	39
<i>Tabla 5.</i> Entrada al PLC (mesa de salida).....	42
<i>Tabla 6.</i> Salida del PLC (Mesa de salida).....	43
<i>Tabla 7.</i> Simbología y nomenclatura declarada en los planos.....	45
<i>Tabla 8.</i> Características de los módulos.....	71
<i>Tabla 9.</i> Cableado para variador.....	75
<i>Tabla 10.</i> Cableado para variador .....	76
<i>Tabla 11.</i> Terminales del variador.....	78
<i>Tabla 13.</i> Costos de materiales.....	81





## Índice ilustraciones

<i>Ilustración 1.</i> Esquema general proceso cerámico. ....	19
<i>Ilustración 2.</i> Secadero Horizontal.....	24
<i>Ilustración 3.</i> Rodilleras movimiento secadero .....	27
<i>Ilustración 4.</i> Esquema partes mesa de entrada al secadero .....	30
<i>Ilustración 5.</i> Esquema partes del secadero.....	36
<i>Ilustración 6.</i> Esquema partes mesa de salida. ....	41
<i>Ilustración 7.</i> Planos fuente y transformadores de la línea. ....	49
<i>Ilustración 8.</i> Planos controladores de los quemadores. ....	51
<i>Ilustración 9.</i> Planos motores mesa de entrada.....	53
<i>Ilustración 10.</i> Planos entradas y salidas al PLC.....	55
<i>Ilustración 11.</i> Diseño P&ID de la maquina secadero número cuatro .....	56
<i>Ilustración 12.</i> Programación ciclo secadero. ....	61
<i>Ilustración 13.</i> Diseño interfaz HMI.....	62
<i>Ilustración 14.</i> Diseño esquema. ....	63
<i>Ilustración 15.</i> Diseño planos de potencia. ....	64
<i>Ilustración 16.</i> Diseño programación en LADDER.....	66
<i>Ilustración 17.</i> Diseño de Interfaz. ....	67
<i>Ilustración 18.</i> Partes PLC OMRON .....	69



*Ilustración 19.* Conexión de los módulos ..... 71

*Ilustración 20.* Pantalla HMI ..... 72

*Ilustración 21.* Variador de velocidad ..... 73

*Ilustración 22.* Plataforma de crimson ..... 84

*Ilustración 23.* Plataforma de crimson. Designación de banderas ..... 84

*Ilustración 24.* Plataforma de crimson. Diseño de páginas de interfaz..... 85

*Ilustración 25.* Plataforma de crimson. Diseño del código de programación..... 85

*Ilustración 26.* Plataforma de crimson. Symbol factory ..... 85

*Ilustración 27.* Página principal ..... 86

*Ilustración 28.* Página mesa de entrada ..... 86

*Ilustración 29.* Página mesa de entrada, manual..... 87

*Ilustración 30.* Página mesa de entrada, manual volteador ..... 87





## Introducción

La empresa Cerámica Italia es una industria especializada en los productos cerámicos para el sector de construcción y remodelación durante más de 30 años con instalaciones y procesos productivos en constante evolución. Su producción está basada en una planta de producción moderna y vanguardista, de alta tecnología y con sistemas automatizados.

El proyecto se basa en la actualización del Secadero número cuatro, la cual tiene más de 18 años de trabajo, esta máquina en la actualidad tiene inconvenientes con su sistema de control, específicamente con las tarjetas electrónicas, las cuales tienen una tecnología obsoleta, llevando al punto de no poder conseguir repuestos, hay que destacar que una modernización hecha directamente con el fabricante de la máquina tendría grandes costos.

Los gabinetes de control están distribuidos alrededor de la máquina que constan de 3 partes: una mesa de entrada, el secadero y una mesa de salida. Ha tenido continuas remodelaciones, pero no hay registro documentado pertinente sobre los sistemas eléctricos actuales, dificultando cualquier procedimiento a esta máquina.

El Secadero número cuatro es una máquina imprescindible para la planta, ya que la reducción de la humedad por temperatura es parte fundamental del proceso de



producción y afecta la calidad del producto al evitar su agrietamiento en el transporte por la línea o en el horno.

Mi propuesta para la empresa es controlar todo el proceso mediante un PLC y una HMI en este proyecto se realiza los estudios de diseño, simulación y documentación fundamentada, para eliminar los gabinetes reduciendo el número a uno, donde estaría el PLC. Además, el diseño de la HMI con detalles en tiempo real del proceso realizado por la máquina con el fin facilitar la supervisión, control y regulación.





## Planteamiento del problema

La empresa Cerámica Italia, tiene inconvenientes con el sistema de control del secadero número cuatro, esta máquina tiene 18 años de funcionamiento presentando retrasos tecnológicos con sus tarjetas que tienen comunicación mono canal, esto quiere decir que no puede recibir y enviar información al mismo tiempo, hace un procedimiento a la vez, estas son un total de 6 tarjetas conectadas en serie por lo tanto su comunicación es muy lenta, otra de sus desventajas es que no se tiene respuesta en tiempo real, además este sistema no es flexible, no hay posibilidad de implementar cambios y mejoras fácilmente a las tarjetas, las cuales tendrían que retirarse de la máquina para ser programadas, esto representa pérdidas para la empresa ya que estas máquinas están funcionando las 24 horas del día, además las tarjetas de la máquina están descontinuadas por este motivo no se consigue su repuesto y su actualización directamente con el fabricante de esta máquina tendría grandes costos.

Los gabinetes de control de la máquina están distribuidos alrededor de ella, haciendo difícil y tedioso en el momento de reparaciones o emergencias, por no tener todos los componentes y controladores del sistema en un mismo lugar, además ha tenido continuas remodelaciones por ello no hay documentación



pertinente sobre sus sistemas eléctricos actuales, siendo poco productivo y confuso a la hora de un mantenimiento o un daño para el operario, esta máquina es de suprema importancia para la planta, ya que gran parte de la calidad del producto se define con la reducción de la humedad a las baldosas para evitar agrietamientos o roturas en el transporte por la línea o en el horno.





## Objetivo General

Diseño y simulación de un sistema automatizado para el secadero número cuatro, que hace referencia al túnel donde se reduce el contenido de humedad de las piezas antes de su cocción.

## Objetivos específicos

- Conocer el proceso cerámico de la empresa, en cada una de sus fases.
- Realizar los estudios pertinentes y documentación para determinar el funcionamiento del proceso del secadero.
- Crear una lista de nomenclatura y funcionamiento de cada elemento de entrada o salida al PLC.
- Diseñar los planos eléctricos, planos de entradas y salidas al PLC, diagrama de fuerza, diagrama de mando correspondiente al nuevo diseño para su futura implementación.
- Desarrollar la programación requerida en el PLC y en la HMI.
- Validar el correcto funcionamiento del sistema diseñado evaluando su efectividad.



## Metodología

La metodología empleada en el presente proyecto es investigación de campo tanto para la consecución de la información como para el diseño de la propuesta. Se tuvieron como principales fuentes de información la observación directa y visita a la planta de la empresa, con el objeto de aprender y observar de forma directa el funcionamiento de cada componente del sistema de producción, se hizo el estudio de la maquina detectada como foco del proyecto, la llamada Secadero Número Cuatro, el análisis de su funcionamiento, componentes, tareas realizadas dentro del ciclo de producción, también de los aspectos a mejorar respondiendo a las demandas actuales.

Y entrevista directa con funcionarios de la empresa. Tuve el acompañamiento del señor asesor técnico, Jefe del área de mantenimiento el ingeniero Yobany Pereira, con 16 años de labores, quien conoce muy bien todo el sistema y me oriento en la delimitación de mi proyecto. De igual manera el señor técnico encargado del mantenimiento eléctrico y electrónico de la maquina por más de 8 años el técnico Juan Carlos Mendoza, quien permitió mi presencia en labores de mantenimiento y





reparación favoreciendo el diseño exacto de las tres partes del secadero con sus componentes y el listado con nomenclatura de cada uno.

En la siguiente etapa se hizo documentación de la propuesta. Tras la consulta y análisis de componentes a implementar y sus posibles beneficios para la actualización de la maquina Secadero Número Cuatro. Y con la asesoría del ingeniero Yobany Pereira se llegó al diseño de planos eléctricos, de mando y de control, se asignaron entradas y salidas al PLC y concretaron planos para los operarios, todo con base en los planos originales de la máquina.

En la etapa de programación y diseño, se trabajó la programación en LADDER para el PLC, luego se hicieron pruebas de la programación en un laboratorio, para verificar su funcionamiento y pertinencia. El diseño de una interfaz de la pantalla didáctica, sencilla y amigable, con su respectiva programación, teniendo en cuenta su dependencia a la programación del PLC. Con la pantalla HMI no se realizaron pruebas, solo simulaciones ya que el proyecto está en aprobación por parte de la empresa, para la compra de materiales, y continuar con las etapas de pruebas e implementación del sistema.



## 1. Cerámica Italia S.A.

### 1.1 Un poco de historia

El resultado de una investigación que científicos extranjeros hicieron sobre la arcilla en Norte de Santander fue el punto de partida para que un grupo de ingenieros constructores creara hace tres décadas Cerámica Italia. (Revista semana, pisando duro, 2011)

Para atraer a los potenciales clientes de la naciente compañía, este grupo de ingenieros emprendió viaje a Italia, donde compraron las primeras máquinas necesarias para el proceso de producción y asistieron a ferias internacionales del sector cerámico como la de Milán. Allí precisamente surgió el nombre de Cerámica Italia y cargados de experiencias volvieron al país con muchas ideas de diseños y modelos.

La empresa cerámica Italia es una industria especializada en los productos cerámicos para el sector de construcción y remodelación, durante más de 30 años. Ha tenido una constante evolución basada en una planta de producción moderna y vanguardista, de alta tecnología y sistemas automatizados. Pionera en la introducción de productos al mercado nacional como el tradicional parquet, piso que asemeja a la madera y el formato de 60 por 60 centímetros. En la actualidad

cuenta con una variedad de 200 referencias, con características diversas en colores, diseños y formatos. (Revista semana, pisando duro, 2011)

## 1.2 Proceso cerámico de la empresa

Independientemente del tipo de pieza cerámica que se requiera, existen procesos básicos muy generales que se deben seguir en la elaboración de las piezas, los principales para la empresa cerámica Italia son: empaste, líneas de producción, preparación esmalte, líneas de producción, hornos y por ultimo selección.

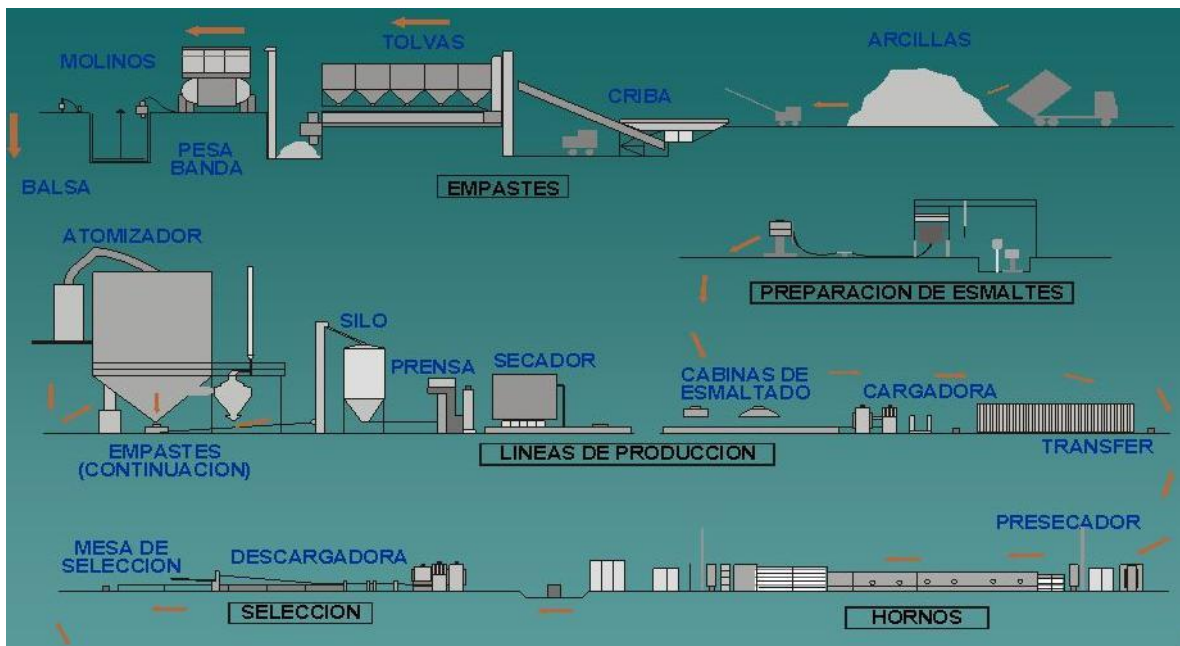


Ilustración 1. Esquema general proceso cerámico.

Fuente: Slideplayer, presentación del tema: “Procesamiento de materiales cerámicos fundamentos de ingeniería cerámica, Dr. Carlos A. Gutierrez”



**1.2.1 Empastes.** Esta es la primera etapa del proceso cerámico que consiste en conseguir una mezcla uniforme de varios elementos sólidos para ello requiere varios procesos que están relacionados con la preparación de la pasta, desde el ingreso del material, hasta la última etapa de preparación que es el atomizador y entrega la materia lista para ser prensada

**Minas.** Esta parte del proceso inicia en las minas de las cuales la empresa cuenta con cuatro el Zulia, la de El Salado y Tirada de Arcabuz (Bogotá) y Feldepatato Sardinata.

**Moliendas.** Esta parte constituye cada tratamiento que se le dé a la materia que esté relacionado con la descomposición de sus partículas en esté también hace parte el atomizador.

**1.2.2 Preparación de esmaltes.** en una serie de laboratorios un grupo de ingenieros realizan la preparación de esmalte, ya que la materia prima de este es importada en forma sólida (polvo), por lo tanto, se tiene que hacer su cuidadosa preparación con un porcentaje exacto de materia y químicos, luego se realizan pruebas para comprobar que se tiene el resultado requerido.



**1.2.3 Líneas de producción.** Se denominan a los procesos que van desde el prensado que es donde se dan las dimensiones a las baldosas en crudo, hasta la salida de hornos, donde se tiene el producto terminado listo para la selección.

**Presa.** Allí se elabora la baldosa como tal, sus dimensiones y características, adquiere su forma gracias a una prensa hidráulica.

**Secadero.** Por medio de una mesa transportadora de rodillos las baldosas son llevadas de la prensa hacia el secadero, allí es disminuido su porcentaje de humedad a las baldosas para evitar agrietamientos o roturas en el transporte por la línea o en el horno, Es necesario el secado previo, porque en cualquier horno convencional la velocidad de calentamiento produciría la ebullición del agua en el interior de la pieza, que por estar cruda no presenta resistencia mecánica y sufriría, literalmente, un estallido. Incluso un secado incorrecto o apresurado conduce a la aparición de grietas, fisuras o deformaciones, principalmente debido a la contracción inherente a la eliminación del agua.

**Esmaltado.** Las baldosas salen del secadero y son recibidas por una mesa de rodillos que la entregan a la línea la cual se encarga de pasarlas por la zona de esmaltado allí se les aplica una capa de barniz refractario.

**Serigrafiado.** En esta parte del proceso se realiza el serigrafiado por inyección de tinta, es donde se le dan los colores y acabados de las baldosas.



**1.2.4 Hornos:** Las piezas cerámicas se someten a temperaturas elevadas para lograr la cocción de los minerales arcillosos. Emplean hornos de tipo continuo, donde las piezas cerámicas son sometidas a diferentes temperaturas. Inicialmente las piezas reciben un calentamiento paulatino para evitar los cambios térmicos bruscos, luego, según avanzan las piezas en el proceso

**1.2.5 Selección.** Está constituida por una plataforma de visión artificial, que determina la calidad de las baldosas con sus imperfecciones y según eso las clasifica, para ser empacadas.





## 2. Secadero Número cuatro

La empresa cerámica Italia cuenta con una gran cantidad de maquinaria de muy avanzada tecnología para la producción diaria, teniendo en cuenta que esta planta trabaja las 24 horas del día sin paros totales son amplios los recursos requerido, para esta demanda cuenta con 5 líneas de producción, las cuales son nombradas por su orden, el secadero a trabajar en este proyecto, es el de la línea de producción número cuatro, de allí su nombre secadero número cuatro. Los principales proveedores de la empresa cerámica Italia en cuantas máquinas de producción, son fábricas italianas como SACMI y Barbieri Tarozzi. El secadero número cuatro, es un secadero horizontal multicanal de marca SACMI.

### 2.1 Secadero horizontal multicanal para azulejos.

El secadero número cuatro, es del tipo horizontal, cuenta con tres pisos de cocción para las baldosas en crudo, teniendo una amplia capacidad de almacenaje.

Las peculiaridades de los secaderos horizontales Sacmi son:

- Tuberías para la circulación del aire, externas a la máquina.
- Separación de los planos en las máquinas multicanal.



La colocación de las tuberías en el exterior de la máquina optimiza la circulación del aire. De hecho, el flujo de aire realiza un recorrido más lineal y menos tortuoso del que cumpliría si las tuberías se encontrarán en el interior de la pared. Se reducen sensiblemente las pérdidas de carga, se facilita la regulación del soplado por encima y por debajo de cada plano, se adoptan ventiladores de potencia menor y, ante pequeños formatos, es posible realizar pasos reducidos entre los rodillos.



**Ilustración 2. Secadero Horizontal**

*Fuente: PPT Sacmi Imola (Empresa Italiana – Proveedor de la empresa).*

Con planos separados se obtiene una distribución del calor homogénea y una uniformidad de temperatura en toda la carga. La diferencia de temperatura entre





los azulejos en diferentes posiciones se encuentra típicamente alrededor de los 5° C, valor netamente inferior al registrado en secaderos con planos múltiples de ambiente único. Así mismo, eventuales roturas de azulejos no conllevan consecuencias al material de los planos inferiores. En caso de necesidad, una mejora constructiva particular permite la extracción de los rodillos a los largo de un eje oblicuo, sin que sea necesario disponer de un espacio lateral superior a la longitud del propio rodillo. Las puertas de acceso laterales, permiten acceder fácilmente a los diferentes planos. (SACMI IMOLA S.C, 2016)

**2.1.1 Circulación del aire de proceso.** En los secaderos con planos múltiples, el aire es soplado y aspirado en cada plano, por encima y por debajo de los azulejos, aportando evidentes ventajas en términos de homogeneidad de temperatura. El proyecto de los elementos predispuestos para el suministro del aire de tratamiento, ha sido efectuado con la ayuda de los métodos de cálculo fluido dinámico más sofisticados. Esto ha permitido un aumento de la eficiencia de los intercambios de calor convectivos y la reducción de la emisión de aire de renovación, que se precalentará con ahorros energéticos significativos. Manteniendo bajo recirculación la máxima cantidad posible de aire caliente, se reduce al mínimo, la emisión de aire de renovación por precalentar con ahorros energéticos significativos. (SACMI IMOLA S.C, 2016)



**2.1.2 Transmisión del movimiento.** En los secaderos horizontales, la transmisión del movimiento a los rodillos se produce mediante pares de engranajes con dientes helicoidales en cárter cerrado, con lubricación por baño de aceite. Esto permite que todas las máquinas sean extremadamente fiables y prácticamente exentas de mantenimiento. Cada zona del secadero posee una regulación de los dispositivos de arrastre propia y es independiente desde el punto de vista termohigro métrico. Los rodillos están realizados con acero al carbono y, para obtener el máximo orden y alineación de las piezas a la salida (condición necesaria para un buen funcionamiento de la máquina de descarga), se suministran con tolerancias de rectitud muy pequeñas (SACMI IMOLA S.C, 2016).



**Ilustración 3. Rodilleras movimiento secadero**

Fuente: PPT Sacmi Imola (Empresa Italiana – Proveedor de la empresa).

**2.1.3 Tablero de control.** Los EUP son mono-canal. Dicho tablero eléctrico está equipado con tarjetas controladoras y panel de interfaz operador, que permite variar los parámetros de funcionamiento del secadero y de las máquinas de carga/descarga. Desde PC es posible visualizar y monitorizar la duración del ciclo, visualizar la presencia y la posición de eventuales vacíos de producción y memorizar Recetas. . (SACMI IMOLA S.C, 2016)



### 3. Componentes del proceso de secado.

Para realizar los planos pertinentes de la maquina a trabajar, primero se realizó un estudio, de sus partes, puesto que el secadero se divide en 3 partes, Mesa de entrada (al secadero), secadero, mesa de salida (del secadero), a continuación, se presenta un esquema de los componentes de cada parte de la máquina.

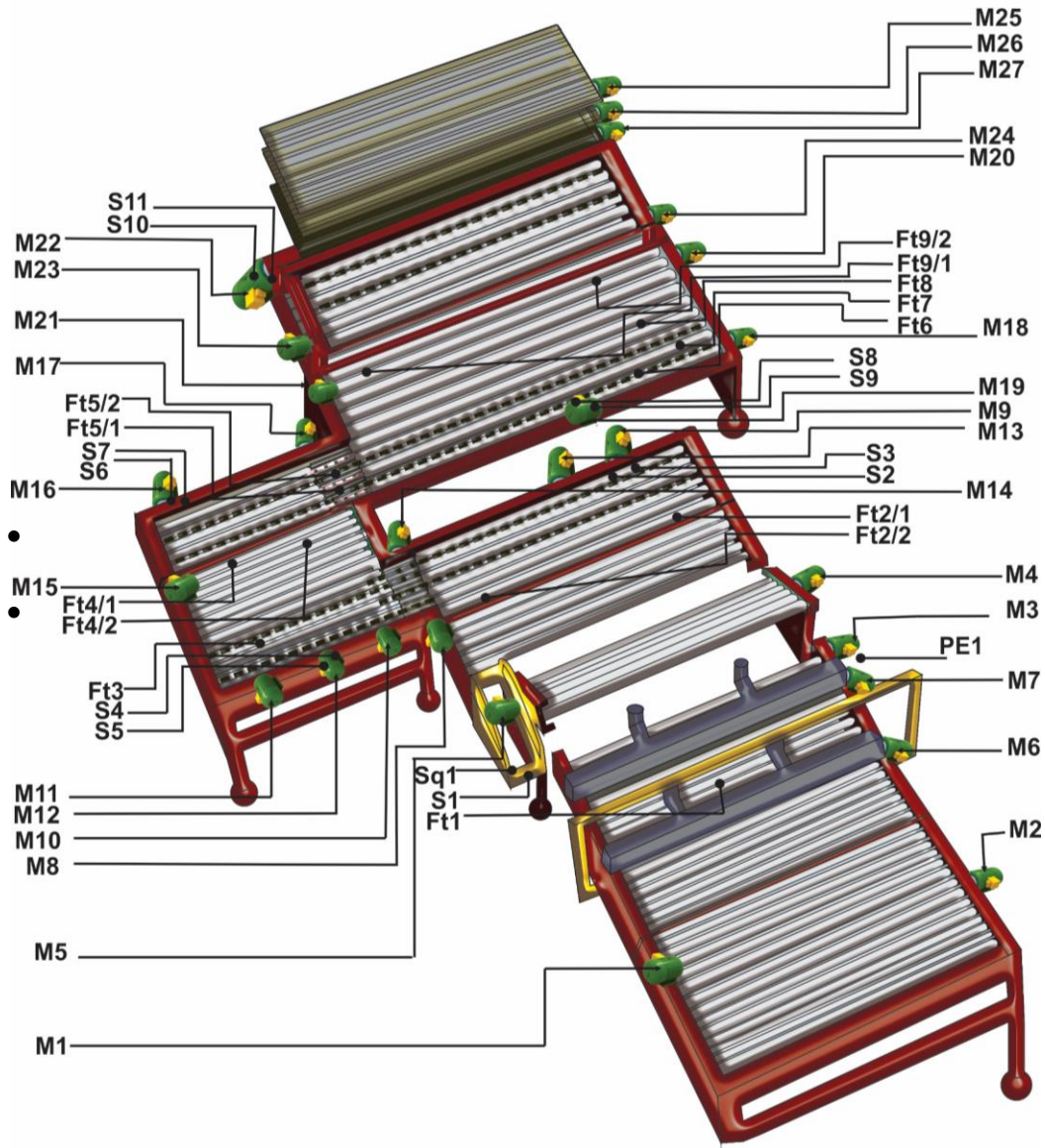
#### 3.1 Mesa de entrada.

La mesa de entrada, es la parte del proceso que recoge las baldosas de la prensa y las dirige hacia el secadero para su debida precocción, la mesa de entrada cuenta con diferentes componentes y actuadores necesario para su funcionamiento

- **Mesa retráctil:** esta mesa se puede recoger o extender según si esta o no en uso, es la que esta ubicada directamente en la salida de la prensa
- **Volteador:** las cerámicas al salir de la prensan salen boca abajo, el volteador se encarga de ponerlas al derecho.
- **Bancalino 1, 2,3:** estos están compuestos con una serie de rodillos y correas, para transportar las baldosas



- **Bancalino 4:** en esta sección de la mesa, se acomodan las baldosas en orden, para su entrada al secadero,
- **Ascensor:** el ascensor cuenta con dos pisos para lograr el acceso a los tres pisos del secadero
- **Secadero:** a la entrada del secadero hay 3 juegos de rodillos que facilitan la entrada a este.



**Ilustración 4. Esquema partes mesa de entrada al secadero**

Fuente: autor

*Nota: Este es un diseño de la distribución real de los elementos contenidos en la mesa de entrada, con su ubicación precisa, y la nomenclatura con las que será conocida cada parte*



**Tabla 1. Entrada al PLC (mesa de entrada)**

#	NOMBRE ENTRADAS	DIRECCIONAMIENTO	NOMENCLA
PRIMERA ETAPA: MESA DE ENTRADA (int)			
1		000.00	
2		000.01	
3		000.02	
4		000.03	
5		000.04	
6		000.05	
7		000.06	
8		000.07	
9		000.08	
10	Fotocelda de entrada al volteador	000.09	Ft1
11	Fotocelda señal entrada Bancalino 1	000.10	Ft2/1
12	Fotocelda señal entrada Bancalino 1	000.10	Ft2/2
13	Fotocelda detector en correa B2 (stop)	000.11	Ft3
14	Fotocelda bancalino 2(paralelo)	000.12	Ft4/1
15	Fotocelda Bancalino 2 (paralelo)	000.12	Ft4/2
16	Fotocelda unidad correa B4 (paralelo)	000.13	Ft5/1
17	Fotocelda unidad correa B4 (paralelo)	000.13	Ft5/2







18	Fotocelda identifica fila completa	000.14	Ft6
19	Fotocelda baja correas Bancalino 4	000.15	Ft7
20	Fotocelda marcha rodillo elevador	001.00	Ft8
21	Fotocelda seguridad/desbordamiento	001.01	Ft9/1
22	Fotocelda seguridad/desbordamiento	001.01	Ft9/2
23	Sensor de posición del volteador	001.02	S1
24	Sensor inductivo correa B1 arriba	001.03	S2
25	Sensor inductivo correa B1 abajo	001.04	S3
26	Sensor inductivo correa B2 arriba	001.05	S4
27	Sensor inductivo correa B2 abajo	001.06	S5
28	Sensor inductivo correa B3 arriba	001.07	S6
29	Sensor inductivo correa B3 abajo	001.08	S7
30	Sensor inductivo correa B4arriba	001.09	S8
31	Sensor inductivo correa B4abajo	001.10	S9
32	Sensor inductivo elevador entrada arriba	001.11	S10
33	Sensor inductivo elevador entrada abajo	001.12	S11
	Micro switches de seguridad guarda		
34	volteador	001.13	SQ1

*Nota: Contiene todos los elementos estudiados en las partes de la mesa de entrada, su nombre, su nomenclatura, y su respectiva conexión al PLC*







**Tabla 2. Salida del PLC (mesa de entrada)**

#	NOMBRE SALIDAS	DIRECCIONAMIENTO	NOMENCLA
PRIMERA ETAPA: MESA DE ENTRADA (out)			
1	Motor rodillos mesa retráctil	100.00	M1
2	Motor subir/bajar mesa	100.01	M2
3	Motor rodillos antes/después del volteador	100.02	M3
4	Motor rodillo volteador	100.03	M4
5	Motor rotación volteador	100.04	M5
6	Motor cepillo 1	100.05	M6
7	Motor cepillo 2	100.06	M7
8	Motor correas Bancalino 1	100.07	M8
9	Motor subir/bajar correas Bancalino 1	100.08	M9
10	freno M9	100.09	KM1
11	Motor soplador	100.10	M10
12	Motor correas Bancalino 2	100.11	M11
13	Motor subir/bajar correas Bancalino 2	100.12	M12
14	freno M12	100.13	KM2
15	Motor rodillos Bancalino 1	100.14	M13
16	Motor rodillos Bancalino 2	100.15	M14



---

17	Motor rodillos Bancalino 3	101.00	M15
18	Motor subir/bajar correas Bancalino 3	101.01	M16
19	freno M16	101.02	KM3
20	Motor correas Bancalino 3	101.03	M17
21	Motor correas Bancalino 4	101.04	M18
22	Motor subir/bajar correas Bancalino 4	101.05	M19
23	Freno M19	101.06	KM4
24	Motor rodillos Bancalino 4	101.07	M20
25	Motor rodillos llegar al elevador	101.08	M21
26	Motor elevador entradasubir/bajar	101.09	M22
27	freno M22	101.10	KM5
28	Motor rodillos elevador entrada secadero piso 1	101.11	M23
29	Motor rodillos elevador entrada secadero piso 2	101.12	M24
30	Motor rodillos entrada secadero piso 1	101.13	M25
31	Motor rodillos entrada secadero piso 2	101.14	M26
32	Motor rodillos entrada secadero piso 3	101.15	M27

---

Fuente: autor

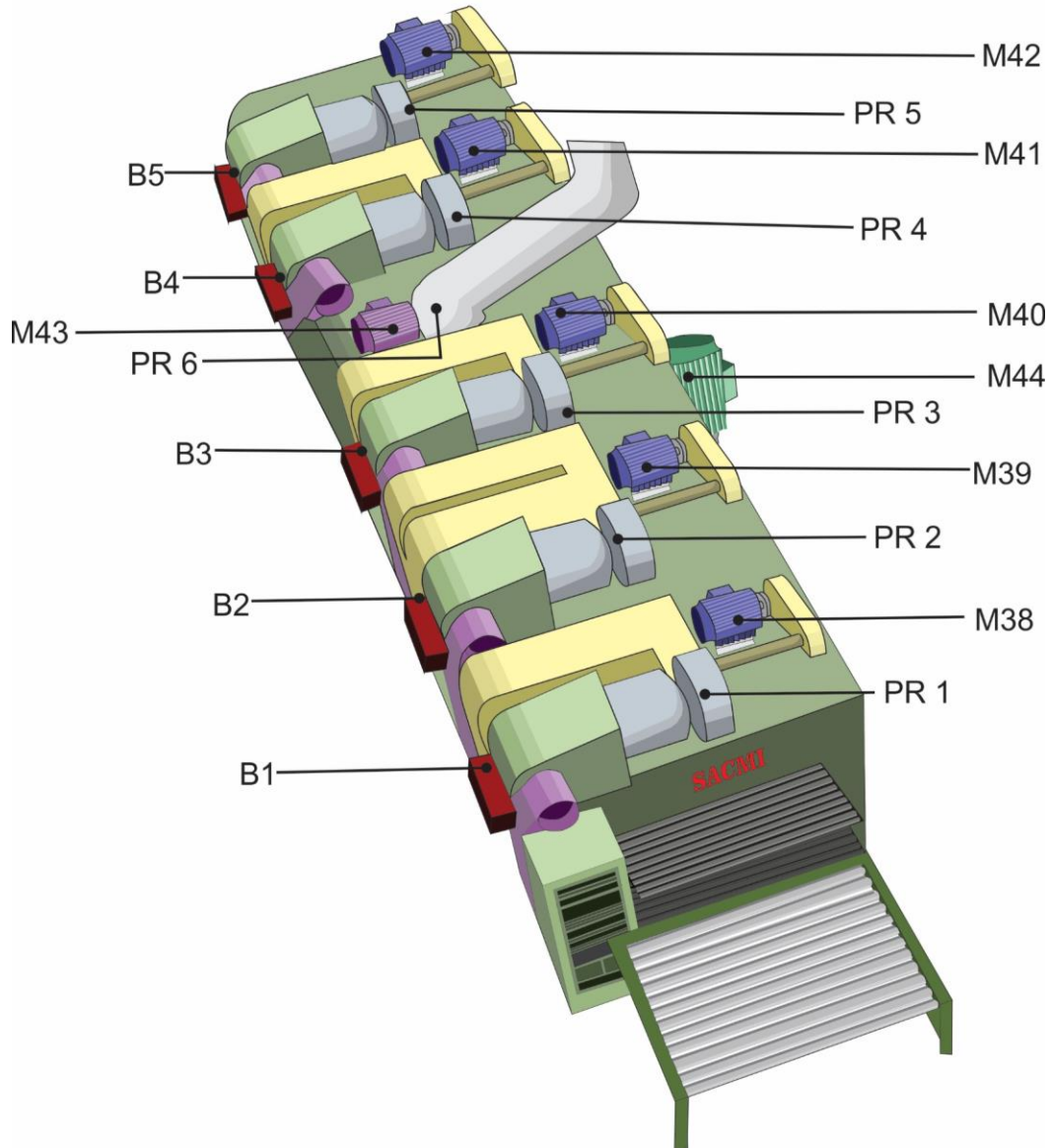
*Nota: Contiene todos los elementos estudiados en las partes de la mesa de entrada, su nombre, su nomenclatura, y su respectiva conexión al PLC*



### 3.2 Secadero

En esta parte del proceso es donde se realiza la reducción de humedad de la baldosa en crudo, para esto necesita temperatura y tiempo exacto para cada pieza pues este proceso es de suma importancia porque es el que determina la calidad de el producto.

- **Quemadores.** El secadero consta de 5 quemadores, que son los encargados de dar la llama, por lo tanto, el calor necesario para la pre cocción.
- **Recirculación.** Consiste en 6 ventiladores, 5 para recircular el aire de los quemadores y mantener una temperatura constante, en todo el secadero, y el ultimo ventilador es el correspondiente a humos, que saca el exceso y lo envía al exterior.
- **Trainer.** Es el motor encargado de mover el juego de rodillos de los 3 pisos de la parte interna del secadero



**Ilustración 5. Esquema partes del secadero.**

Fuente: Autor

*Nota: Este es el diseño de los componentes y partes del secadero, en su ubicación precisa, además allí se encuentra la nomenclatura con las que serán conocidas cada parte*



**Tabla 3. Entrada al PLC (secadero).**

#	NOMBRE ENTRADAS	DIRECCIONAMIENTO	NOMENCLA
TERCERA ETAPA: SECADERO4 (int)			
47		002.10	
48		002.11	
49		002.12	
50		002.13	
51		002.14	
52		002.15	
53		003.00	
54	Man/Aut Secadero	003.01	SW1
55	On automatico	003.02	SW2/1
56	off Automatico	003.03	SW2/2
57	START / Humos	003.04	SW3/1
58	STOP / Humos	003.05	SW3/2
59	START / Recirculacion 1	003.06	SW4/1
60	STOP / Recirculacion 1	003.07	SW4/2
61	START / Recirculacion 2	003.08	SW5/1
62	STOP / Recirculacion 2	003.09	SW5/2
63	START / Recirculacion 3	003.10	SW6/1





64	STOP / Recirculacion 3	003.11	SW6/2
65	START / Recirculacion 4	003.12	SW7/1
66	STOP / Recirculacion 4	003.13	SW7/2
67	START / Recirculacion 5	003.14	SW8/1
68	STOP / Recirculacion 5	003.15	SW8/2
69	presostato Vent.1	004.00	PR1
70	presostato Vent.2	004.01	PR2
71	presostato Vent.3	004.02	PR3
72	presostato vent. 4	004.03	PR4
73	presostato vent. 5	004.04	PR5
74	presostato chimenea	004.05	PR6
75	quemador 1	004.06	B1
76	quemador 2	004.07	B2
77	quemador 3	004.08	B3
78	quemador 4	004.09	B4
79	quemador 5	004.10	B5

Fuente: autor

*Nota: Relaciona todos los elementos estudiados en las partes del secadero, su nombre, su nomenclatura, y su respectiva conexión al PLC*

**Tabla 4. Salida del PLC (secadero).**

#	NOMBRE SALIDAS	DIRECCIONAMIENTO	NOMENCLA
TERCERA ETAPA: SECADERO4 (out)			
45		102.12	
46		102.13	
47		102.14	
48		102.15	
49		103.00	
50	Contactador Motor Humos	103.01	KM8
51	Contactador Motor recirculacion 1	103.02	KM9
52	Contactador Motor recirculacion 2	103.03	KM10
53	Contactador Motor recirculacion 3	103.04	KM11
54	Contactotr Motor recirculacion 4	103.05	KM12
55	Contactador Motor recirculacion 5	103.06	KM13
56	TRAINER	103.07	M38
57		103.08	
58		103.09	
59		103.10	

Fuente: Autor

*Nota: Relaciona los elementos estudiados en las partes del secadero, su nombre, su nomenclatura, y su conexión al PLC*

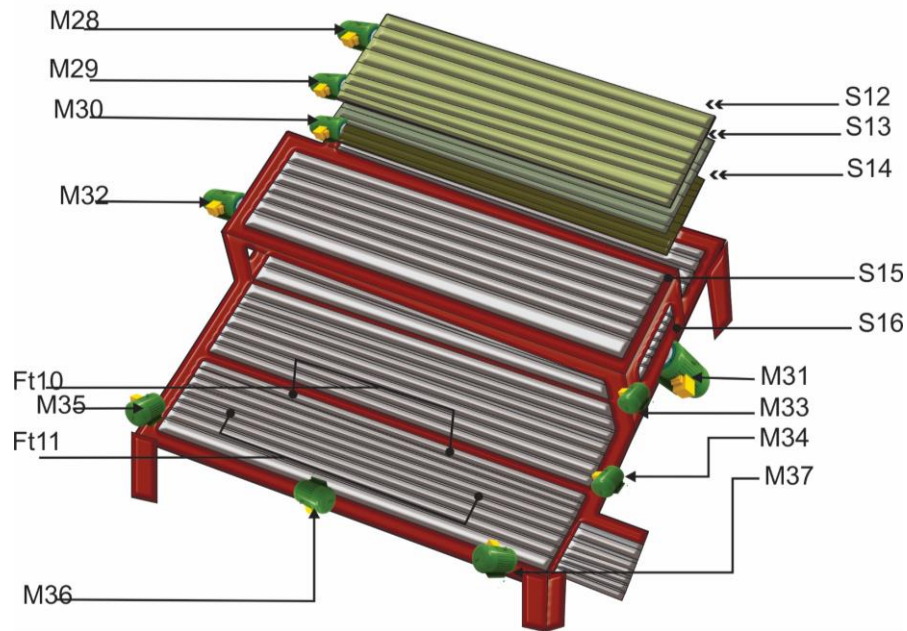


### 3.3 Mesa de salida.

La mesa de salida está constituida por rodilleras que son las que reciben las baldosas pre-cosidas y las entrega a la línea para ser llevadas al área de esmaltado.

- **Secadero.** Tiene tres pisos de rodillos que se encargan de sacar las baldosas del secadero y las lleva al ascensor.
- **Ascensor.** Se encarga de recibir las baldosas de la salida del secadero, este tiene una secuencia para recoger las baldosas de los tres niveles del secadero.
- **Mesa.** Esta se recibe las baldosas del elevador y por medio de rodillos y correas se encarga de entregárselas a la línea para seguir con su proceso.





**Ilustración 6. Esquema partes mesa de salida.**

Fuente: Autor

*Nota: diseño de la distribución real de los elementos contenidos en la mesa de entrada, su ubicación precisa, y la nomenclatura con las que serán conocidas cada parte*



**Tabla 5. Entrada al PLC (mesa de salida)**

#	NOMBRE ENTRADAS	DIRECCIONAMIENTO	NOMENCLA
SEGUNDA ETAPA: MESA DE SALIDA (in)			
35		001.14	
36		001.15	
37		002.00	
38	Sensor (E/R) piso3 secadero	002.01	Ft10
39	Sensor (E/R) piso2 secadero	002.02	Ft11
40	Sensor (E/R) piso1 secadero	002.03	Ft12
41	Sensor elevador salida arriba	002.04	S12
42	Sensor elevador salida abajo	002.05	S13
43	sensor inductivo correa arriba	002.06	S14
44	sensor inductivo correa abajo	002.07	S15
45	Fotocelda entrada rodillos correas	002.08	Ft13
46	Fotocelda señal subir correas	002.09	Ft14

Fuente: Autor

*Nota: Relaciona los elementos estudiados en las partes De la mesa de salida, su nombre, su nomenclatura, y su respectiva conexión al PLC*



**Tabla 6. Salida del PLC (Mesa de salida).**

#	NOMBRE SALIDAS	DIRECCION	NOMENCLA
<b>PRIMERA ETAPA: MESA DE SALIDA (out)</b>			
1	Motor rodillos mesa retráctil	100.00	M1
2	Motor subir/bajar mesa	100.01	M2
3	Motor rodillos antes/después del volteador	100.02	M3
4	Motor rodillo volteador	100.03	M4
5	Motor rotación volteador	100.04	M5
6	Motor cepillo 1	100.05	M6
7	Motor cepillo 2	100.06	M7
8	Motor correas Bancalino 1	100.07	M8
9	Motor subir/bajar correas Bancalino 1	100.08	M9
10	freno M9	100.09	KM1
11	Motor soplador	100.10	M10
12	Motor correas Bancalino 2	100.11	M11
13	Motor subir/bajar correas Bancalino 2	100.12	M12
14	freno M12	100.13	KM2
15	Motor rodillos Bancalino 1	100.14	M13
16	Motor rodillos Bancalino 2	100.15	M14
17	Motor rodillos Bancalino 3	101.00	M15



18	Motor subir/bajar correas Bancalino 3	101.01	M16
19	freno M16	101.02	KM3
20	Motor correas Bancalino 3	101.03	M17
21	Motor correas Bancalino 4	101.04	M18
22	Motor subir/bajar correas Bancalino 4	101.05	M19
23	Freno M19	101.06	KM4
24	Motor rodillos Bancalino 4	101.07	M20
25	Motor rodillos llegar al elevador	101.08	M21
26	Motor elevador entrada subir/bajar	101.09	M22
27	freno M22	101.10	KM5
28	Motor rodillos elevador entrada secadero p1	101.11	M23
29	Motor rodillos elevador entrada secadero p 2	101.12	M24
30	Motor rodillos entrada secadero piso 1	101.13	M25
31	Motor rodillos entrada secadero piso 2	101.14	M26
32	Motor rodillos entrada secadero piso 3	101.15	M27

Fuente: Autor

*Nota: Relaciona los elementos estudiados en las partes de la mesa de salida, su nombre, su nomenclatura, y su respectiva conexión al PLC*

## 4. Diseño de Planos

Para el diseño de planos tanto eléctricos como de mando y de control, se realizó un cuadro de nomenclatura, para ser conceptualizar y familiarizar a los operarios con la simbología utilizada, así facilitarle la información a la hora de un mantenimiento, o en el momento de un daño.

**Tabla 7. Simbología y nomenclatura declarada en los planos.**

NOMENCLATURA	NOMBRE	SIMBOLO
Ft	Fotocelda	
Ft	Fotocelda emisor/receptor	
S	sensor	

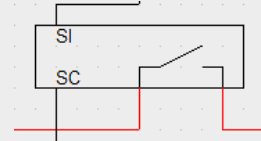
**SQ**

Micro switch



**INV**

Inverter (control)



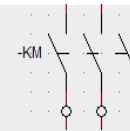
**KM**

Bobina(control)



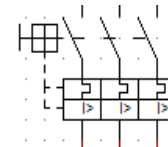
**KM**

Contacto Bobina(potencia)



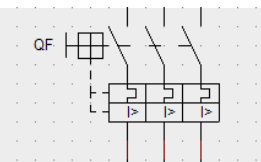
**Q**

Guarda motor



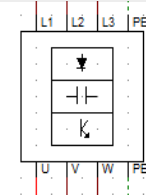
**QF**

Guarda motor del freno

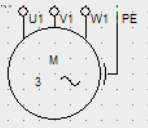


**INV**

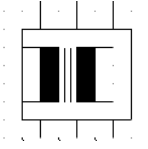
Inverter(potencia)



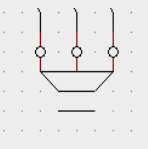
**M** Motor trifásico



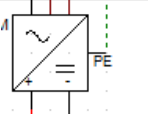
**T** Transformador trifásico



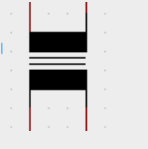
**FRENO** Freno del motor



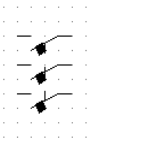
**G** Fuente de alimentación



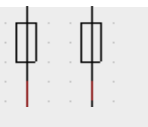
Transformador bifásico



**F** Totalizadores



**F** Fusibles

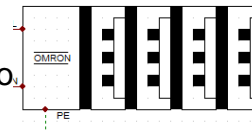


PLC

Controlador

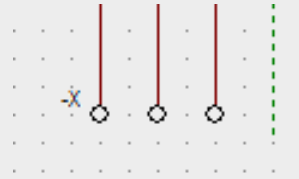
Programable

Lógico



X

Borneras



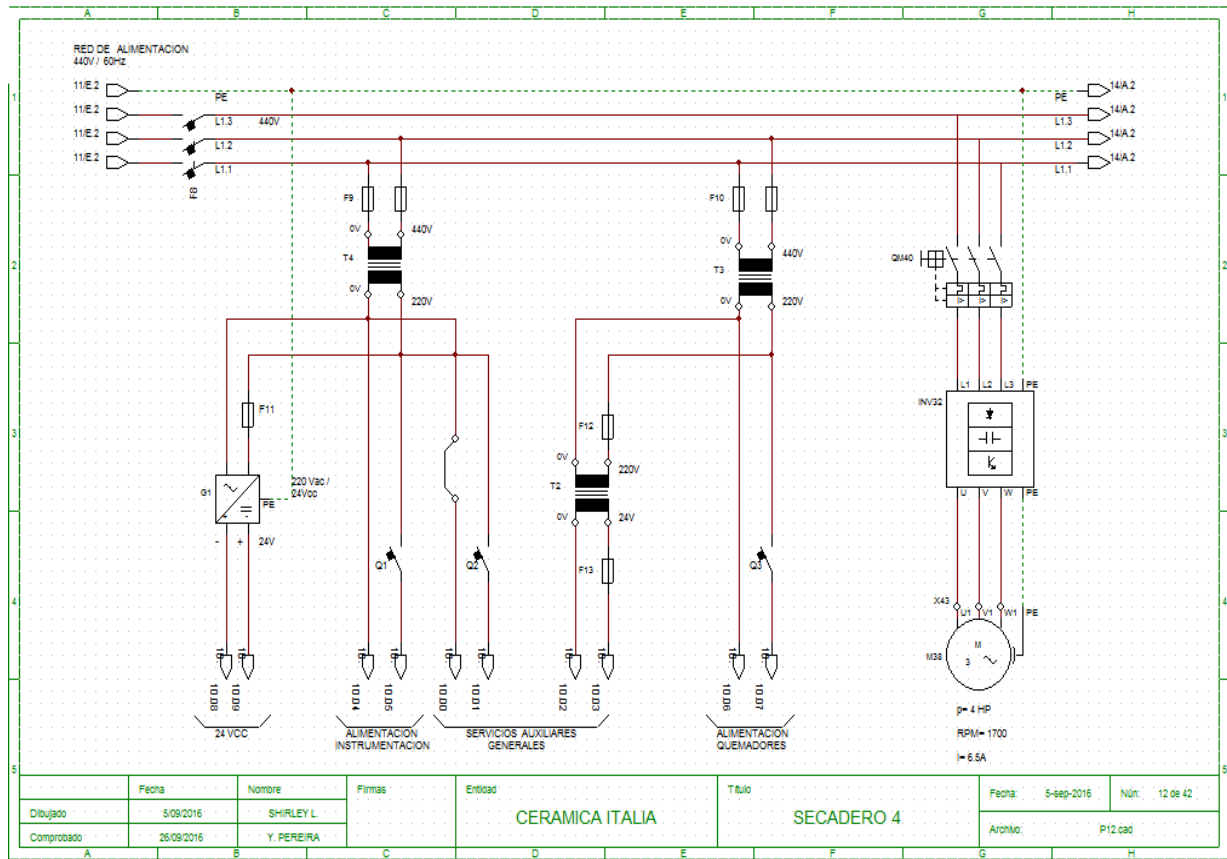
Fuente: Autor

*Nota: muestra el símbolo, nombre y nomenclatura que se le asignara a cada elemento en los planos del sistema*

#### 4.1 Planos eléctricos

Los planos eléctricos diseñados tienen como base los planos originales de la maquina, haciendo las modificaciones pertinentes, para la adecuación de los nuevos elementos a implementar que son primordiales para la actualización a realizar.





I

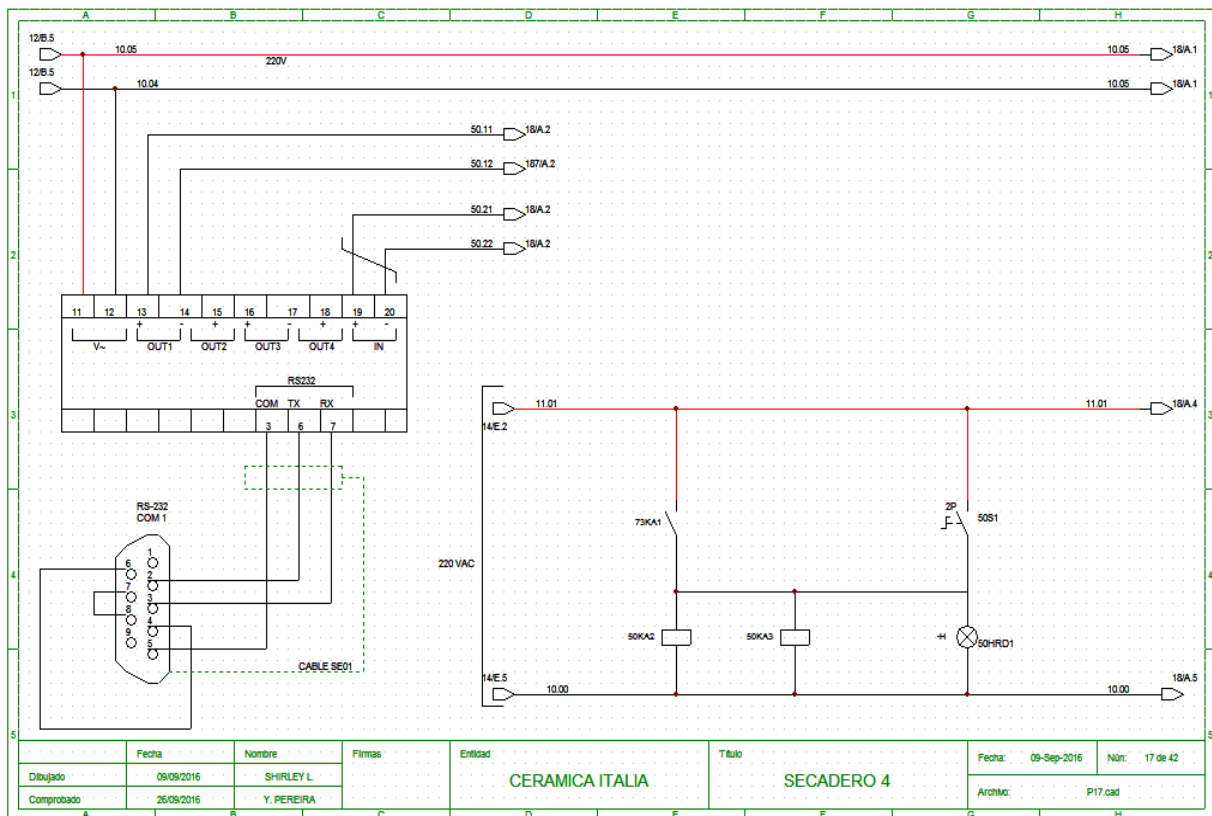
**Ilustración 7. Planos fuente y transformadores de la línea.**

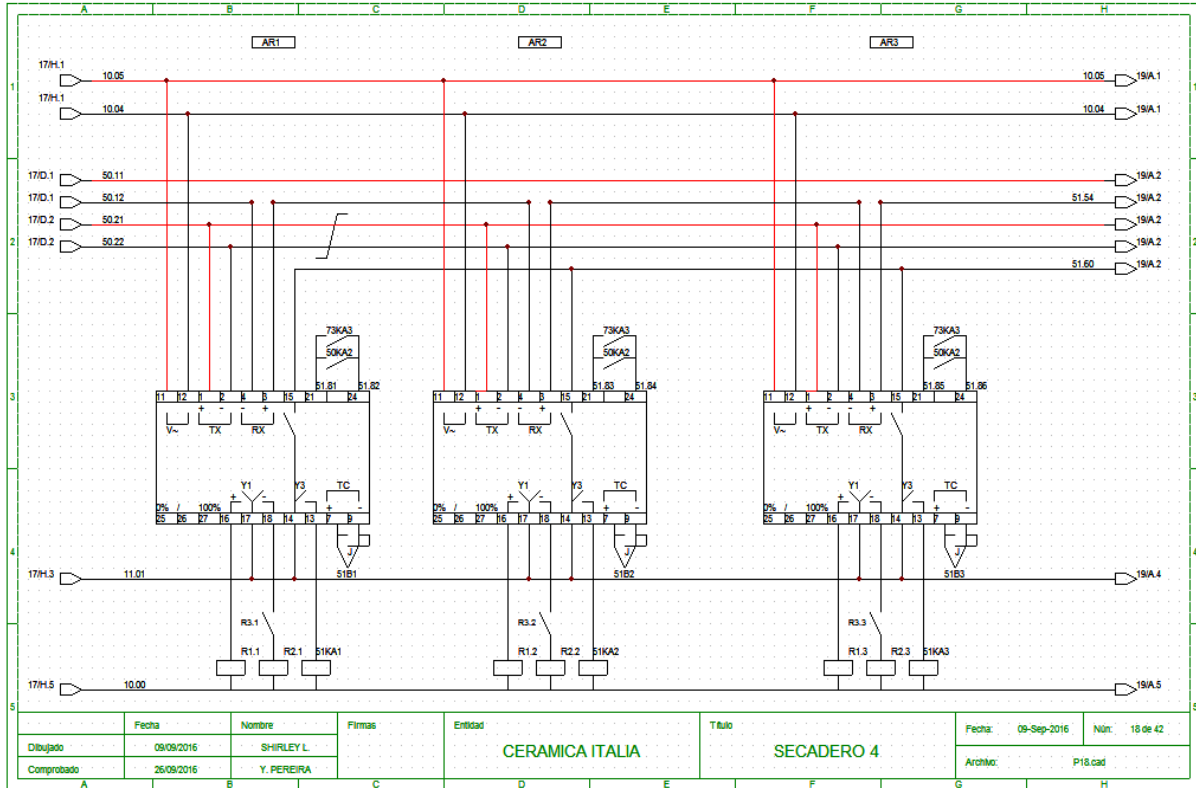
Fuente: Autor

*Nota: Tomada de los planos elaborados para la empresa. Muestra las adecuaciones a elaborar para obtener las alimentaciones necesarias de los equipos de la máquina, teniendo la línea principal de 440vac con la que trabaja toda la planta*

## 4.2 Diagrama de fuerza y de control

Los quemadores cuentan con unos controladores, que son los encargados de manipular la llama, estos controladores son activados mediante una salida del PLC, y también tienen activa una entrada, para intercomunicarse con el PLC





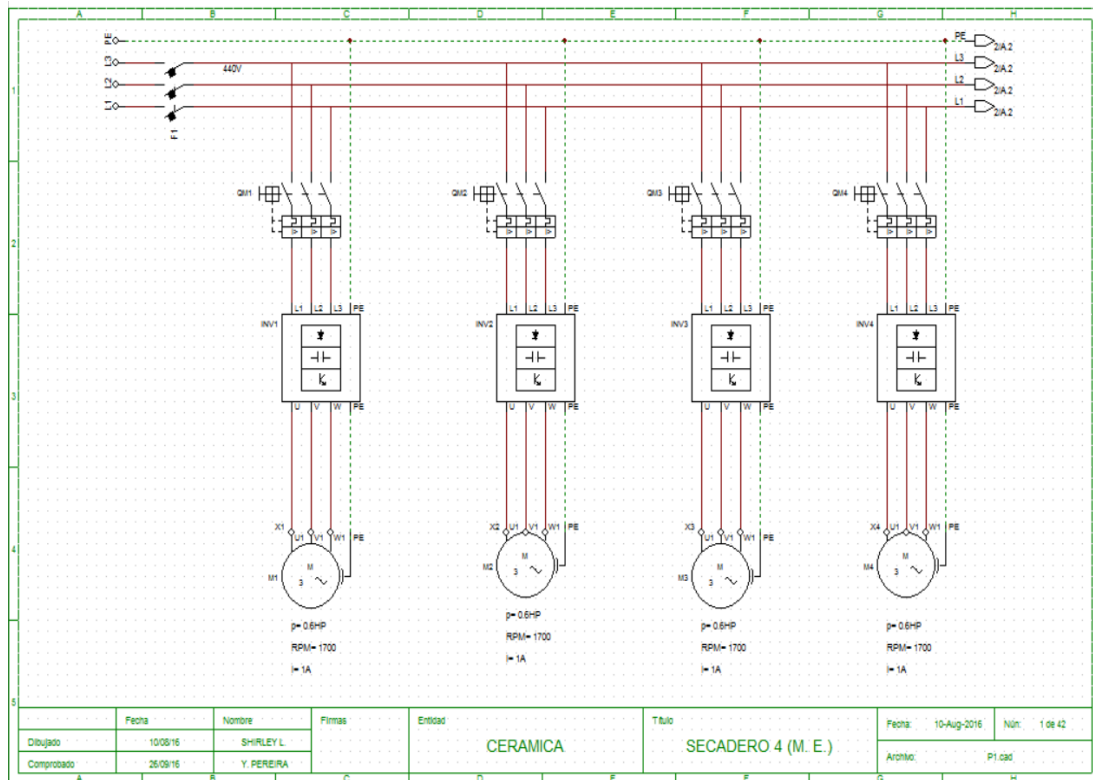
**Ilustración 8. Planos controladores de los quemadores.**

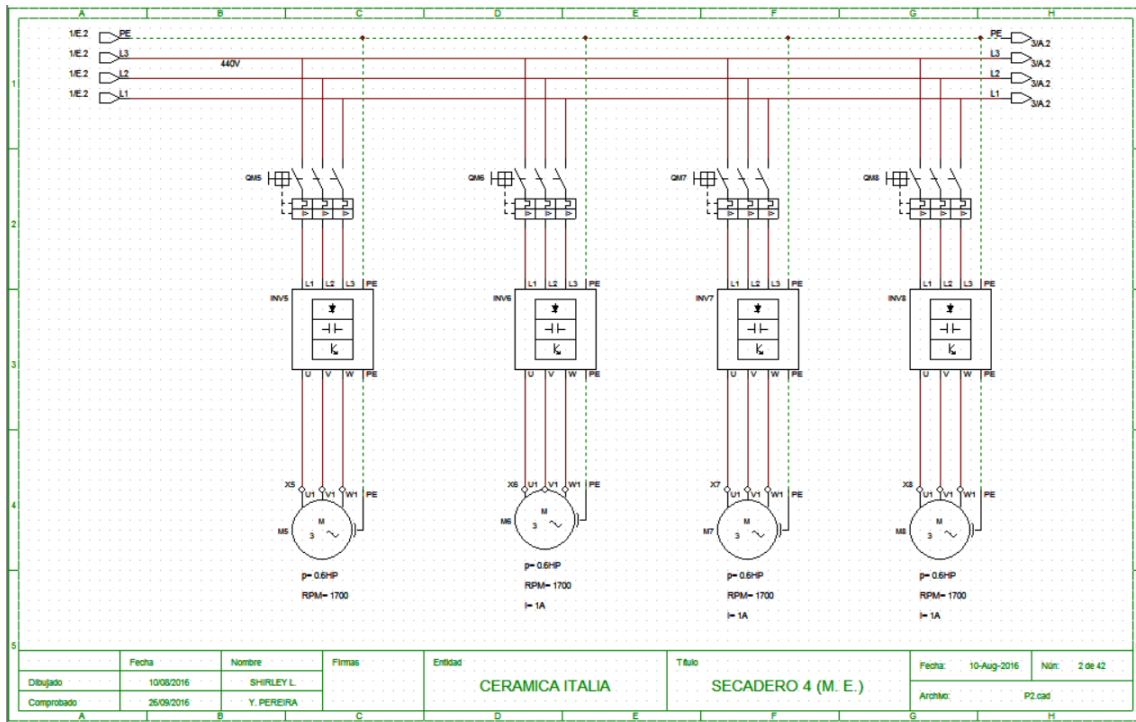
Fuente: Autor

*Nota: Tomadas de los planos elaborados para la empresa. Muestra los controladores de los quemadores del secadero con su conexión y funcionamiento*

Para los planos de potencia, los motores serán controlados con inverter, que regularan la velocidad de los motores independientemente del control hecho

desde el PLC, estés inverter, también tendrá comunicación con el PLC, para controlar las actividades de cada motor, directamente desde el PLC.





**Ilustración 9. Planos motores mesa de entrada.**

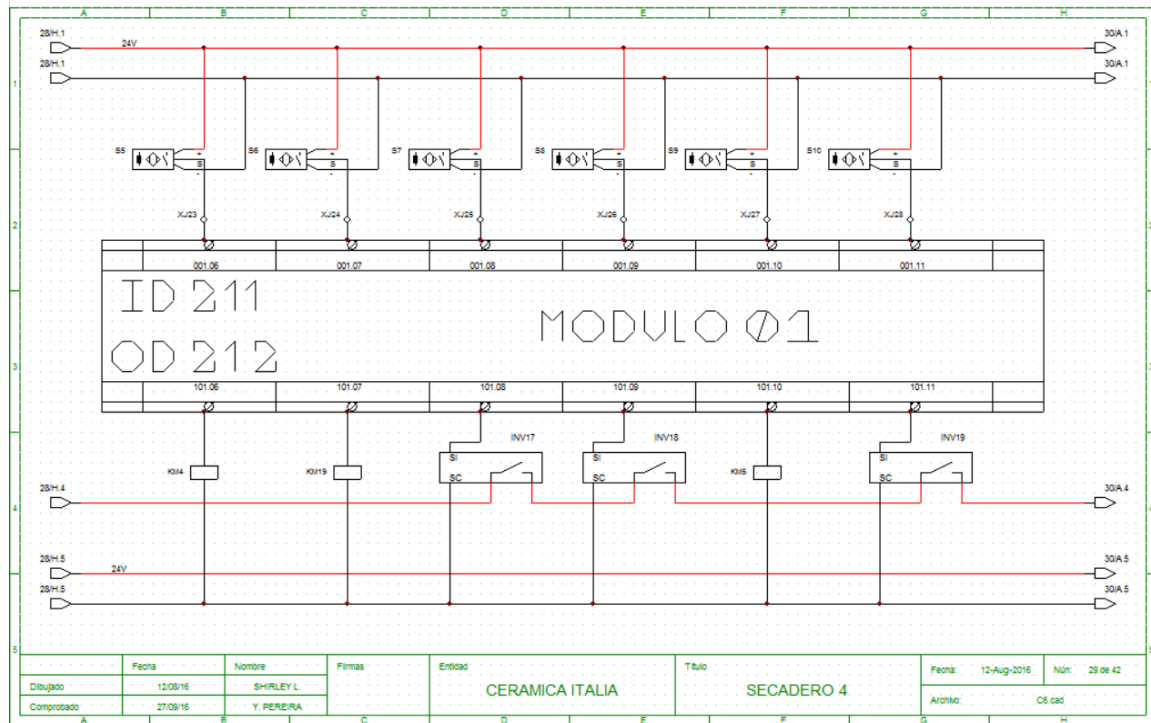
Fuente: Autor

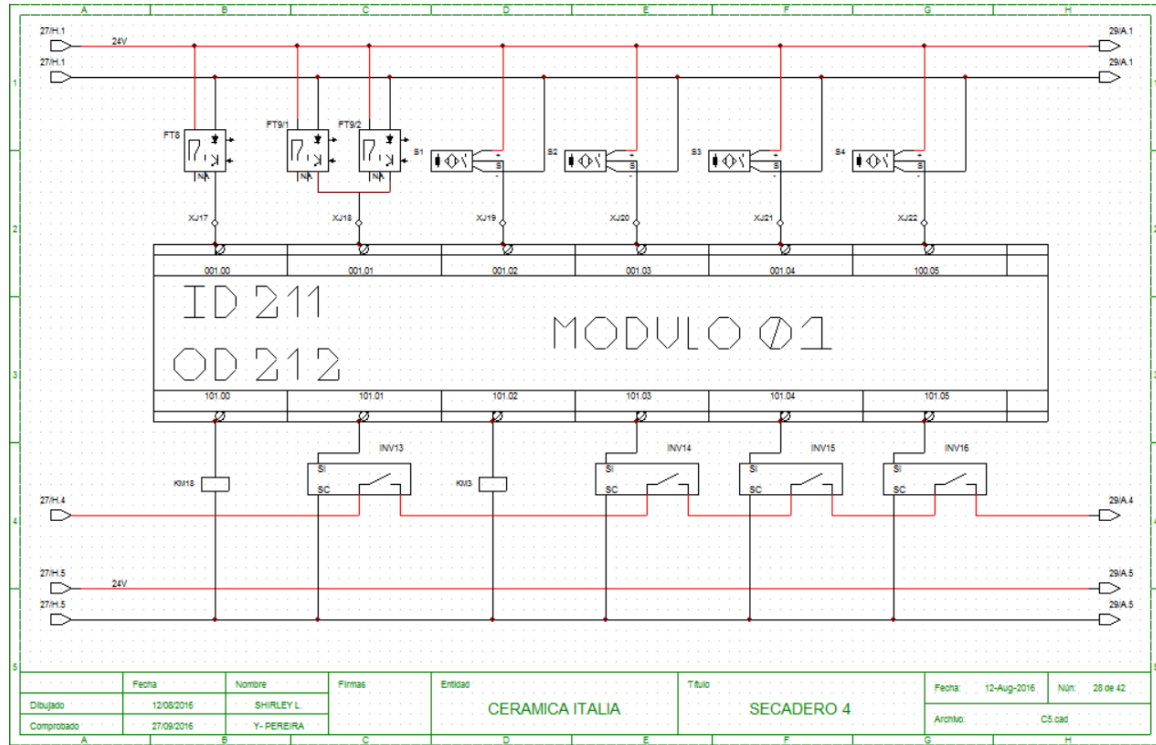
*Nota: Tomadas de los planos elaborados para la empresa. Muestra las conexiones y propiedades de cada motor, que trabajan a 440Vac con su propio controlador de potencia.*

### 4.3 Planos de entradas y salidas al PLC

Al programar en el PLC, se necesita tener unas entradas y salidas designadas, las cuales ya están designadas en las tablas de entrada y salida al PLC, pero aparte de las tablas se exigió, realizar planos de las entradas y salidas del PLC, para un

mejor entendimiento y mayor practicidad, al momento que los técnicos necesiten hacer un mantenimiento, o reparar un daño, o simplemente cambiar un elemento





**Ilustración 10. Planos entradas y salidas al PLC.**

Fuente: Autor

*Nota: Tomadas de los planos elaborados para la empresa. Muestra las conexiones y la ubicación de cada componente con respecto a los módulos de entradas y salidas al PLC.*

#### 4.4 Diseño P&ID

El diagrama P&ID presentado es de la parte del sistema de el secadero como tal.

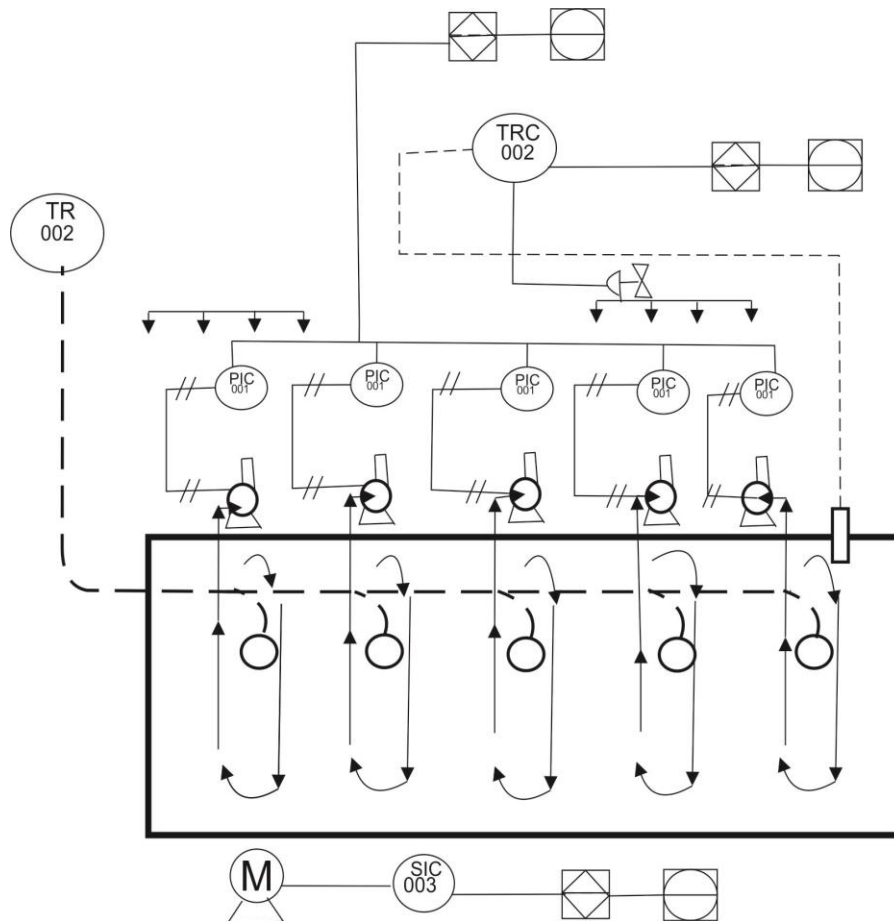


Ilustración 11. Diseño P&ID de la maquina secadero número cuatro

Fuente: Autor

Nota: En este esquema observamos la instrumentación de la máquina, con todos los detalles pertinentes.





#### 4.5 Narrativa del proceso

El proceso en automático de la maquina inicia, con el START, allí se acciona el motor de la mesa retráctil M2, para extenderla y ponerla en posición, al estar en posición se encienden los motores de las rodilleras M1, M3, M4, M13, M14, M15, M20, M21, cuando la fotocelda FT1 se activa, activa un temporizador que hace parar la rodillera del volteador M4, y quedara la pieza encima del volteador, luego se activara el motor rotación volteador M5, el cual cuenta con un micro switch de seguridad guarda volteador, para controlar su giro, al acabar de dar la vuelta se activa nuevamente los rodillos del volteador M4, así sale la pieza cuando FT2 se activa, activa un temporizador que indica el momento de parar los rodillos del bancalino1 M13, y subir las correas M9 , luego se activan M8, M11 que corresponden al movimiento de las correas del bancalino1 y bancalino2 las cuales transportaran la pieza al bancalino2, al activarse FT3 se detiene las correas M11,M8 y se baja la correa del bancalino2 M12, dejando las baldosas en las rodilleras del bancalino2 que están en movimiento y transporta la pieza hacia el bancalino3, cuando FT4 se activa, activa un temporizador que para los rodillos del bancalino3 M15 además sube las correas del bancalino3, luego al activarse FT5, llamado el paso a paso por lo que es el encargado de pasar cada pieza por separado para ser acomodadas, para la entrada al secadero, cuando FT6 se activa indica que la fila está llena, y baja las correas para que las piezas



acomodadas sean llevadas por los rodillos hacia el elevador, al activarse FT9 indica que las piezas llegaron al elevador y activan los rodillos del elevador el elevador tiene programada una secuencia, empiezan en la posición de abajo recibiendo las piezas en el segundo piso, luego sube y carga en el primer piso del elevador al mismo tiempo descarga las piezas que tiene en el primer piso del elevador en el tercer piso del secadero, luego baja nuevamente carga el segundo piso e inmediatamente deja pasar el material del segundo piso del elevador al segundo piso del secadero al mismo tiempo que descarga el primer piso del elevador en el primer piso del secadero, luego repite este ciclo.

El proceso de secadero también inicia con el START el cual acciona secuencialmente los ventiladores de recirculación M38, M39, M40, M41, M42, M43 que a su vez son monitorizados individualmente por los presostatos PR1, PR2, PR3, PR4, PR5, PR6 los cuales dan una bandera de "OK" para poder encender los quemadores, al estar en "OK" empieza el ciclo de los quemadores en serie. Por ultimo se enciende el tráiler que mueve los rodillos de los tres pisos del secadero.

La mesa de salida también inicia con el Start, teniendo activo el consenso del secadero se encienden los rodillos de los dos pisos del elevador de salida M31,



M32 y los rodillos de la mesa de salida M34 y M35, los rodillos de los diferentes pisos del secadero son activados cada uno por un sensor emisor receptor que censa la pieza al salir, seguidamente el segundo piso del elevador recibe el material del tercer piso del secadero, descarga el material del segundo piso del elevador en los rodillos de la mesa de salida, al mismo tiempo carga el primer piso del elevador con el material que sale del primer piso del secadero, sube y descarga el material del primer piso del elevador en la mesa de salida, al mismo tiempo recibe el material del segundo piso del secadero y las envía directamente a la mesa de salida repitiendo este ciclo. Los rodillos transportan las piezas por la mesa de salida, al activar FT13 activa los rodillos de la llegada a la correa, al activarse FT14 da señal para subir correas y activa el motor de desplazamiento M37 que entrega el material a la línea 4



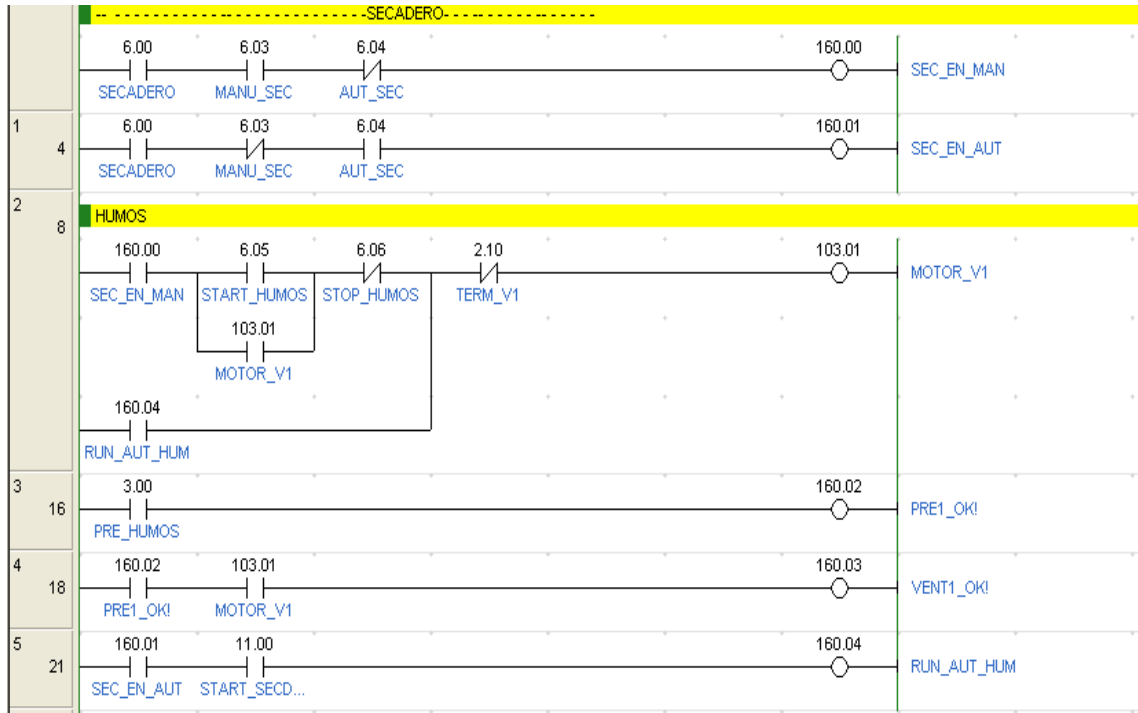


## 5. Programación PLC y HMI

Las programaciones del PLC y de la HMI van enlazados y son totalmente dependientes, porque su comunicación y sincronización es primordial para el funcionamiento de la máquina.

### 5.1 Programación en LADDER

El software cx-programer de ONROM, esta diseñado para programar en ladder, esta programación está basada en la idea de, realizar todos los procesos mas sencillos posibles para la fácil manipulación de cualquier operario al momento de tener las opciones en la interfaz, también, tiene como base la manipulación de todos los elementos de la maquina tanto de forma automática (movimientos colectivos) como en forma manual (movimientos independientes), que están condicionadas, por las entradas de sensores y fotoceldas.



**Ilustración 12. Programación ciclo secadero.**

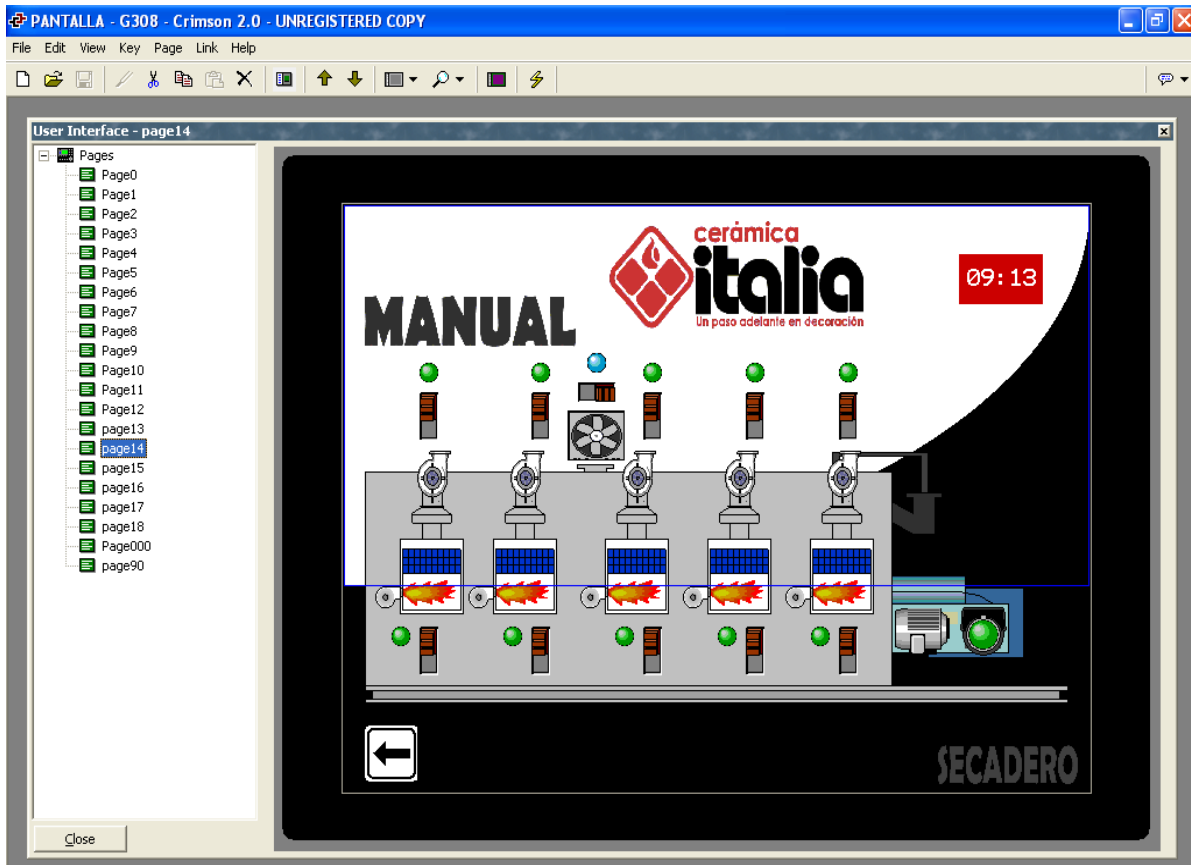
Fuente: Autor

*Nota: Captura de la programación elaborada para la empresa. Muestra el ciclo de humos, que hace referencia a los ventiladores del secadero*

## 5.2 Diseño interfaz de la pantalla HMI

Crimson, presenta una plataforma muy versátil, gracias a esto, la idea principal es realizar una interfaz bastante didáctica, de fácil funcionamiento y entendimiento, para que cualquier operario por medio de graficas y simulaciones entienda lo que

esta sucediendo en tiempo real, y sin tener conocimiento de la pantalla deduzca de manera fácil y practica su funcionamiento.



**Ilustración 13.** Diseño interfaz HMI

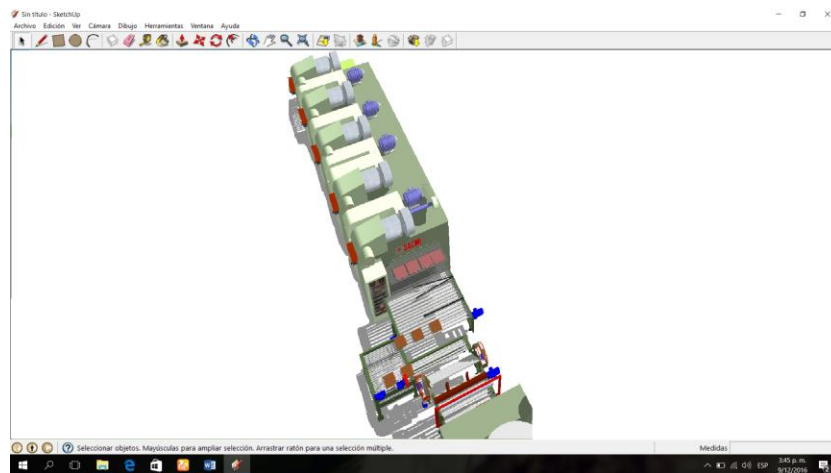
Fuente: Autor

*Nota: Captura de la programación elaborada para la empresa. Muestra el diseño didáctico del secadero y de los interruptores diseñados para mover cada actuador de forma manual e independientemente*

## 6. Software

### 6.1 Sketchup

o Trimble SketchUp es un programa de diseño gráfico y modelado en tres dimensiones (3D) basado en caras. Para entornos de arquitectura, ingeniería civil, diseño industrial, diseño escénico, GIS, videojuegos o películas. Es un programa desarrollado por @Last Software, Su principal característica es poder realizar diseños en 3D de forma sencilla. Permite conceptualizar y modelar imágenes en 3D de edificios, coches, personas y cualquier objeto o artículo que imagine el diseñador o dibujante, además el programa incluye una galería de objetos, texturas e imágenes listas para descargar. (Página oficial Sketchup,2016)

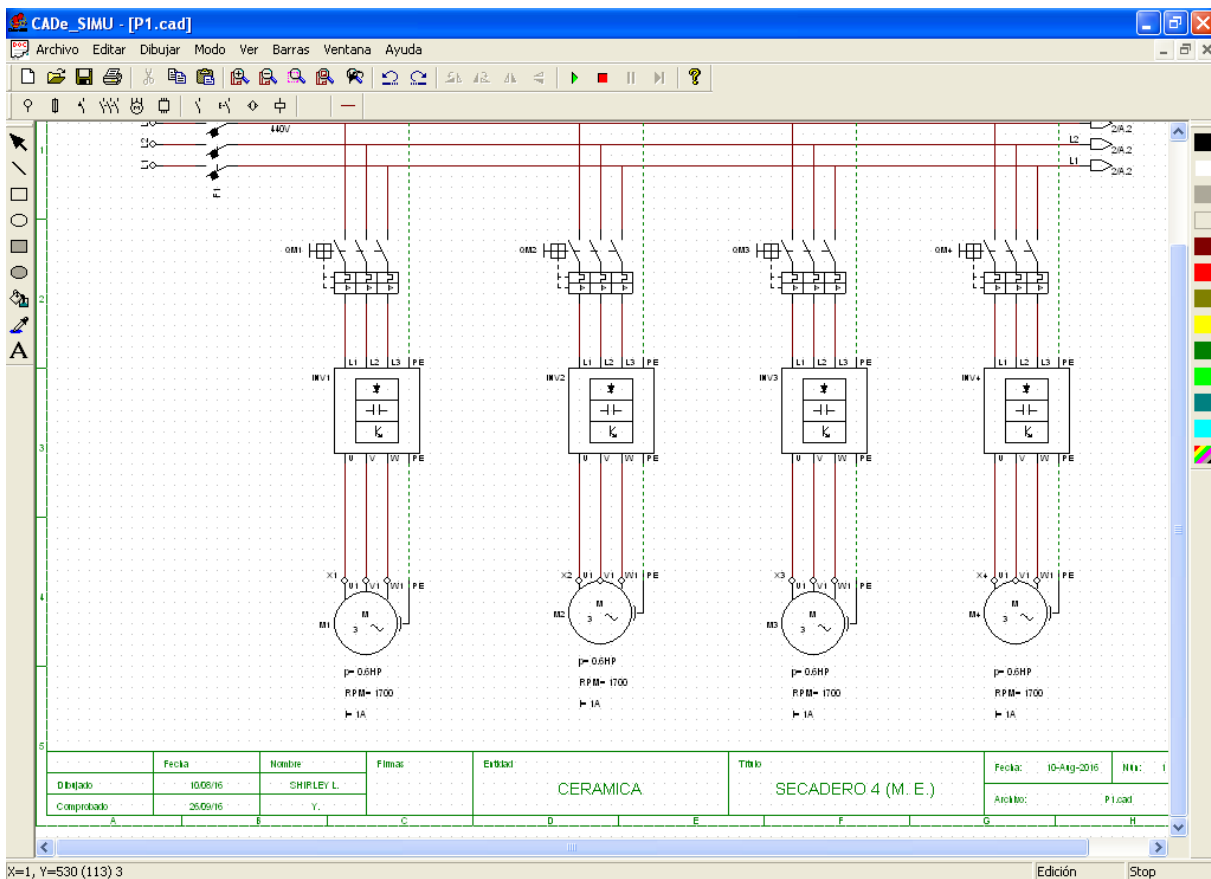


**Ilustración 14.** Diseño esquema.

Fuente: Auto

## 6.2 Cadesimu

Es un programa que permite recrear automatismos y también simularlos, a pesar que es un programa muy simple para automatismos, es muy funcional en las simulaciones eléctricas y para el aprendizaje de estos.



**Ilustración 15.** Diseño planos de potencia.

Fuente: Autor

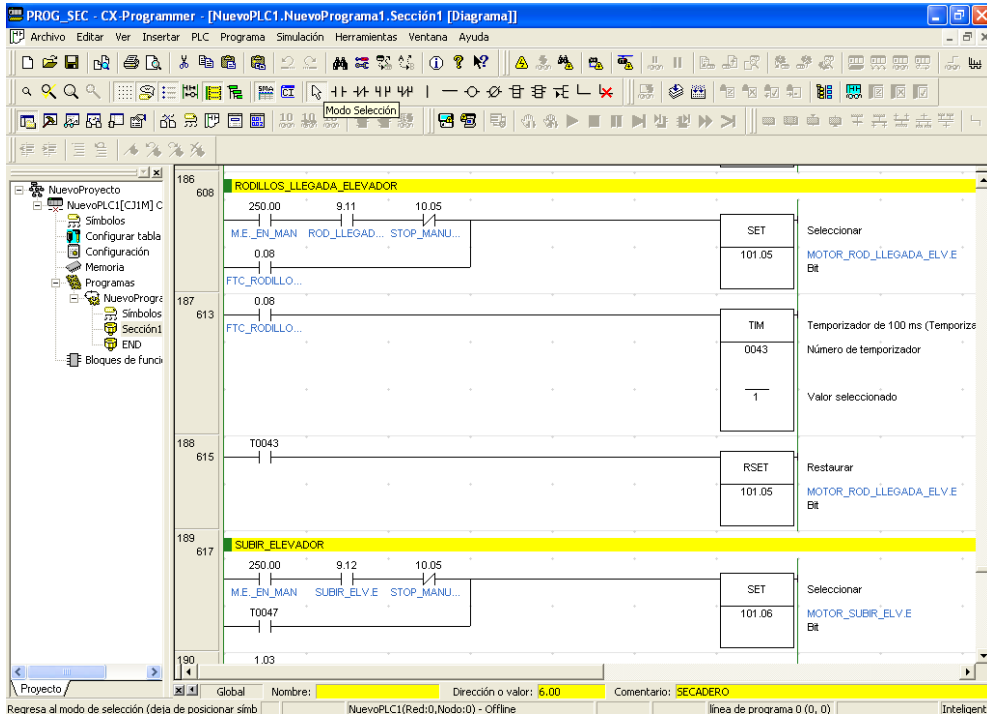




### 6.3 Cx Programmer

CX-Programmer es el programador de los autómatas programables de Omron. Permite programar todos los modelos, desde micro-PLC hasta la nueva serie CS de gama alta. Ofrece toda la potencia de programación necesaria para construir incluso complejos sistemas de múltiples dispositivos aplicando lenguajes en diagrama de relés y/o de listas de instrucciones. Además de un entorno de programación exhaustivo, proporciona todas las herramientas necesarias para proyectar, probar y depurar cualquier sistema de automatización. (Autómatas industriales,2006)

Se incluyen otras funciones en línea como telecarga y teledescarga, monitorización y edición multipunto, con una profundidad de hasta tres niveles en la red. Mantiene una compatibilidad hacia atrás con otros paquetes de soporte de programación de Omron, como LSS, SSS, CVSS, SYSMAC-CPT y SYSWIN. (Autómatas industriales,2006)



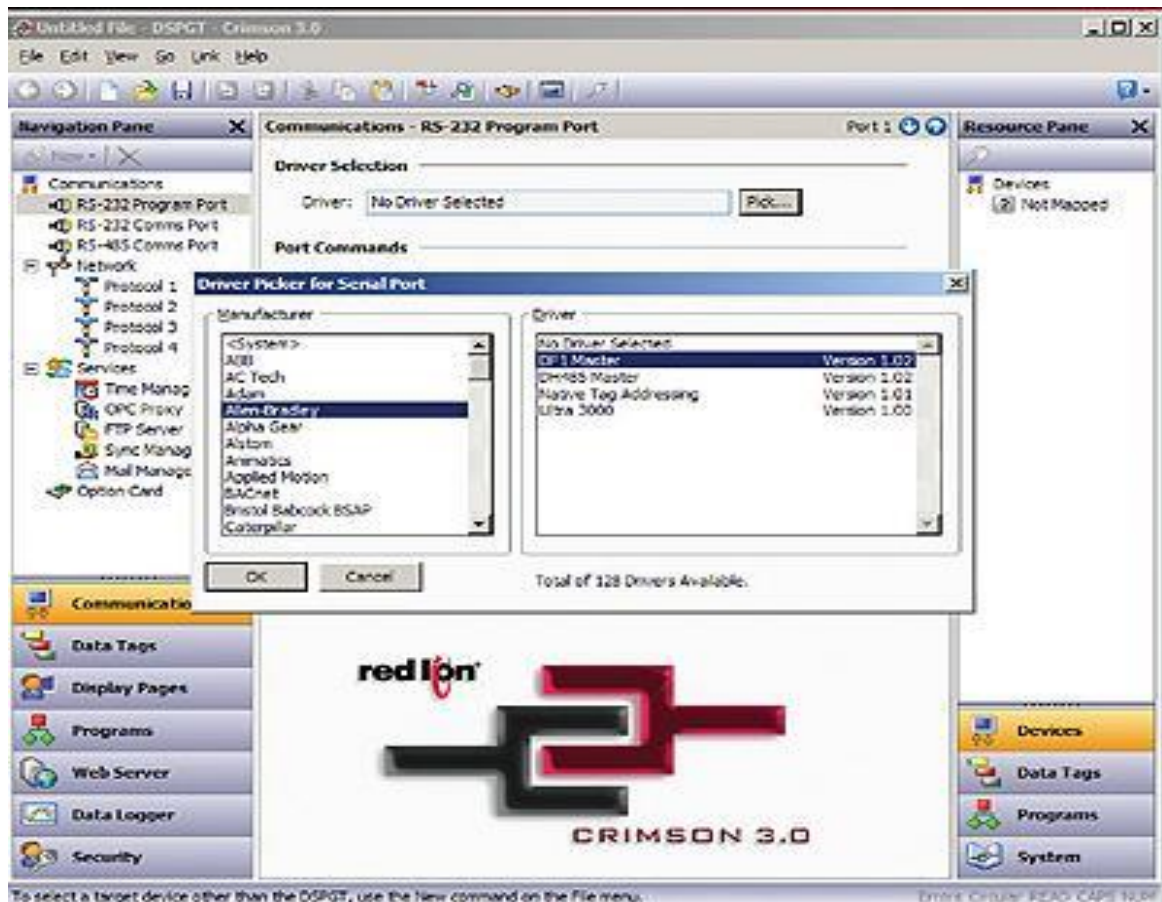
**Ilustración 16. Diseño programación en LADDER.**

Fuente: Autor

## 6.4 Crimson

Con un potente conjunto de herramientas de arrastrar y soltar de configuración, visualización, control y registro de datos, Crimson trabaja con los productos de automatización industrial de Red Lion, Configuración y control de la interfaz del operador HMI. Las aplicaciones simples se pueden configurar rápidamente usando un proceso paso a paso para configurar protocolos de comunicaciones y definir etiquetas de datos para el acceso. Un extenso menú de controladores de serie y

de Ethernet integrados y de punto a clic asigna los datos del controlador a los registros del PLC en cuestión de segundos. Los controladores de comunicaciones integrados saben de manera inherente cómo hablar con los PLC, PC o sistemas SCADA, por lo que no se requiere código para establecer la comunicación. (Red Lion, 2015)



**Ilustración 17.** Diseño de Interfaz.

Fuente: página principal Red Lion



## 6. Elementos Requeridos

### 7.1 Componentes a implementar

**7.1.1 Omron CJ1G.** El CJ1 es un Controlador Programable con procesado rápido y funciones avanzadas

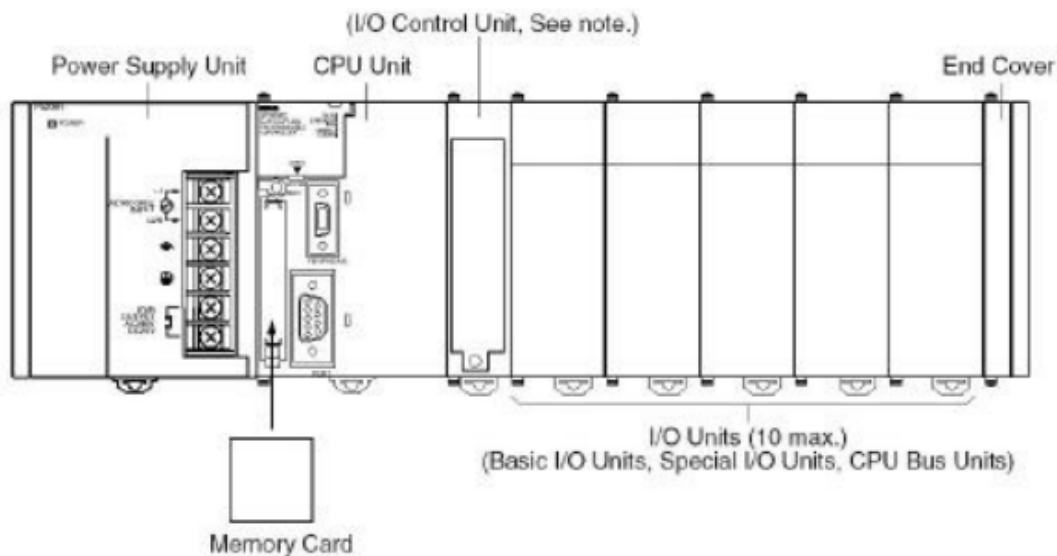
- Tamaño muy reducido (sólo 90 x 65 mm)
- Ejecución de instrucciones básicas en 0.02 s min.
- Soporta un alto grado de conectividad entre redes (Ethernet, Controller Link, Device Net, Macro de protocolo,)

Soportan la misma estructura de programación basada en tareas, instrucciones, memoria de E/S, funcionalidad y comunicación por mensajes que los PLCs de la serie CS. Las principales características:

- No requieren racks.
- Montaje directo sobre carril DIN (sin tornillos).
- Tamaño más reducido (30% inferior en volumen).
- No soporta Inner Boards. ?? CJ1 no soporta tareas de interrupción de E/S e interrupciones externas (esta función está disponible en CPUs CJ1-H).
- No admite unidades de E/S especiales del C200H.

- No es necesario crear la Tabla de E/S.
- El modo de arranque es RUN.
- Software de programación: CX-Programmer).

**Configuración básica.** Una configuración básica consiste en una CPU, fuente de alimentación, unidades de E/S y la tapa de terminación. Hasta un máximo de 10 unidades pueden conectarse. (manual Omron CJ1G, 2016)



**Ilustración 18. Partes PLC OMRON**

Fuente: página principal ONROM instrument

**7.1.2. Módulos de entradas ID 211 y salida OD 212.** Los terminales de E/S sin tornillos de Omron admiten una amplia variedad de cables, rígidos o flexibles, con



o sin férulas, de entre 0,08 y 1,5 mm<sup>2</sup> de sección. Los terminales comunes incluso admiten dos cables para facilitar la distribución del cableado. Dado que los mecanismos de sujeción mantienen los cables firmes en sus zócalos, el cableado no se aflojará como consecuencia de golpes o vibraciones. Esto elimina la necesidad de tener que reajustar los tornillos durante las inspecciones periódicas. Asimismo, durante las fases de test y puesta en marcha, se pueden comprobar los niveles de señal con sólo establecer contacto con los terminales de sujeción. Por otro lado, tocar los terminales no supondrá nunca un peligro, tanto si se insertan cables como si no.

Cada uno de los cables del bloque de terminales resulta muy fácil de conectar y/o desconectar, ya que sólo se requiere insertar un destornillador en el orificio de sujeción. En los terminales de E/S sin tornillos de Omron, la presión de contacto que hay que ejercer para establecer la conexión es muy ligera. Además, el diseño del mecanismo de sujeción permite que quede protegido contra tensiones excesivas y la consiguiente deformación que ello provocaría. El nuevo terminal de E/S sin tornillos puede también sustituir a los conectores existentes y utilizarse en cualquier unidad CJ1 con el clásico bloque de terminales de 18 puntos. Su conexión y desconexión es muy sencilla, ya que no requiere herramientas. ( guía rápida CQM1H a CJ1M, ID,OD , 2016)





**Ilustración 19. Conexión de los módulos**

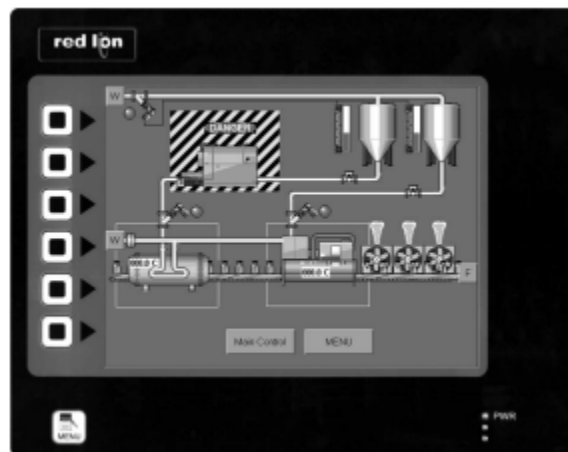
Fuente: página principal ONROM instrument

**Tabla 8. Características de los módulos.**

MODELO	TIPO	ESPECIFICACION
CJ1W-ID 211	16 entradas de c.c.	24vc. 7mA
CJ1W-OC 212	16 salidas transistor (fuente)	24 Vc, 0,5 A (max 5 A total, 1 común)

Fuente: página principal ONROM instrument

**7.1.3 HMI Red lion G308A2.** El terminal de interfaz, combina capacidades únicas. Está construido Alrededor de un núcleo de alto rendimiento con funcionalidad integrada. Este núcleo permite realizar muchas de las características normales de la gama Paradigm de Operador Interfaces mientras mejora y agrega nuevas funciones. Es capaz de comunicarse con muchos tipos diferentes de hardware usando Puertos de comunicaciones RS232 / 422/485 de alta velocidad y Ethernet 10 Base T / 100 Base-TX. Además, cuenta con USB para descargas rápidas De archivos de configuración y acceso a las tendencias y registro de datos. Además de acceder y controlar los recursos externos, Permite al usuario ver e ingresar información fácilmente. Los usuarios pueden ingresar datos a la pantalla táctil o el panel frontal del teclado de 7 botones. (catalogo Red Lion, HMI G308A,2016)



**Ilustración 20. Pantalla HMI**

Fuente: catalogo Red Lion



#### 7.1.4. Variador de velocidad Yaskawa J1000

El nuevo variador J1000 se ha diseñado para convertirse en el variador básico en aplicaciones como cintas transportadoras, ventiladores y bombas con poca potencia nominal. La instalación, configuración y funcionamiento son muy fáciles y a la vez se cubren todas las necesidades de estos tipos de aplicaciones. (catalogo YASKAWA J1000,2016)

- Variador de frecuencia con control V/F
- Buen rendimiento de par (150% / 3 Hz)
- Valor nominal doble ND 120%/1 min y HD 150%/1 min
- Detección de sobrecarga (150% durante 60 s)
- Comunicación RS-232C/485 opcional: Modbus
- Software de programación: CX-drive para la configuración de parámetros



**Ilustración 21. Variador de velocidad**

Fuente: catalogo YASKAWA J1000

### 7.1.5 Instalación eléctrica.

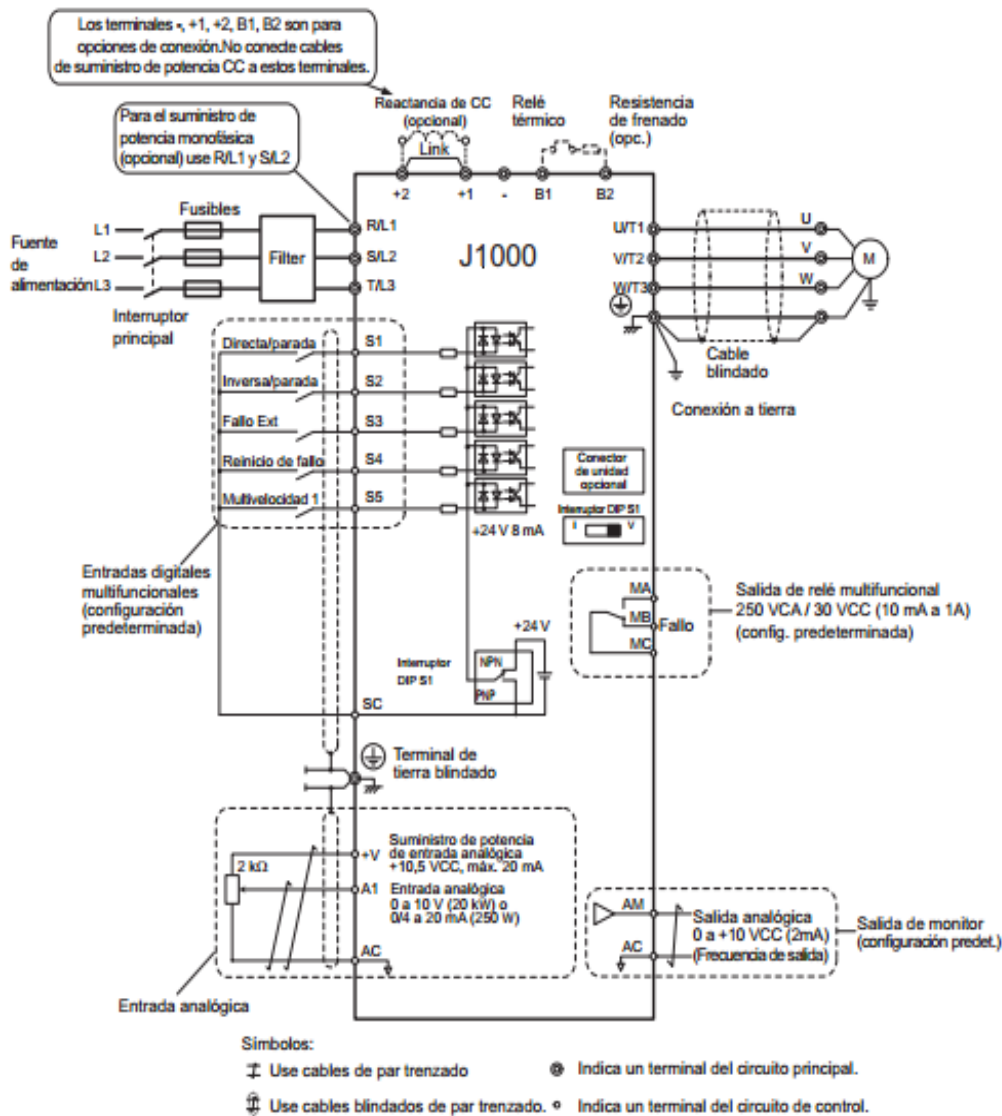


Ilustración 22. Conexiones Variador de velocidad

Fuente: catalogo YASKAWA J1000

## 7.1.6 Especificación del cableado

**Circuito principal.** Utilice los fusibles y los filtros de línea que aparecen en la siguiente tabla a la hora de realizar el cableado del circuito principal. Asegúrese de no superar los valores de par de apriete proporcionados. (catalogo YASKAWA J1000,2016)

**Tabla 9.** Cableado para variador.

Modelo CIMR-JC	Tipo de filtro EMC	Recom. Cable de motor [mm <sup>2</sup> ]	Tamaños de terminales del circuito principal		
	Schaffner		R/L1,S/L2,T/L3, U/T1, V/T2,W/T3, -, +1, +2	B1, B2	TIERRA
BA0001	FS23638-10-07	2,5	M3,5	M3,5	M3,5
BA0002	FS23638-10-07	2,5	M3,5	M3,5	M3,5
BA0003	FS23638-10-07	2,5	M3,5	M3,5	M3,5
BA0006	FS23638-20-07	2,5	M4	M4	M4
BA0010	FS23638-20-07	4	M4	M4	M4
2A0001	FS23637-8-07	2,5	M3,5	M3,5	M3,5
2A0002	FS23637-8-07	2,5	M3,5	M3,5	M3,5
2A0004	FS23637-8-07	2,5	M3,5	M3,5	M3,5
2A0006	FS23637-8-07	2,5	M3,5	M3,5	M3,5
2A0010	FS23637-14-07	2,5	M4	M4	M4
2A0012	FS23637-14-07	4	M4	M4	M4
2A0020	FS23637-24-07	6	M4	M4	M4
4A0001	FS23639-5-07	2,5	M4	M4	M4
4A0002	FS23639-5-07	2,5	M4	M4	M4
4A0004	FS23639-5-07	2,5	M4	M4	M4
4A0005	FS23639-10-07	2,5	M4	M4	M4
4A0007	FS23639-10-07	2,5	M4	M4	M4
4A0009	FS23639-10-07	2,5	M4	M4	M4
4A0011	FS23639-15-07	2,5	M4	M4	M4

Fuente: catalogo YASKAWA J1000

**Circuito de control.** Utilice cables que se encuentren dentro de la siguiente especificación. Use cables sólidos o cables flexibles con férulas para realizar un cableado seguro. La longitud de pelado o la de la férula debe ser de 6 mm.

(catálogo YASKAWA J1000,2016)

**Tabla 10. Cableado para variador**

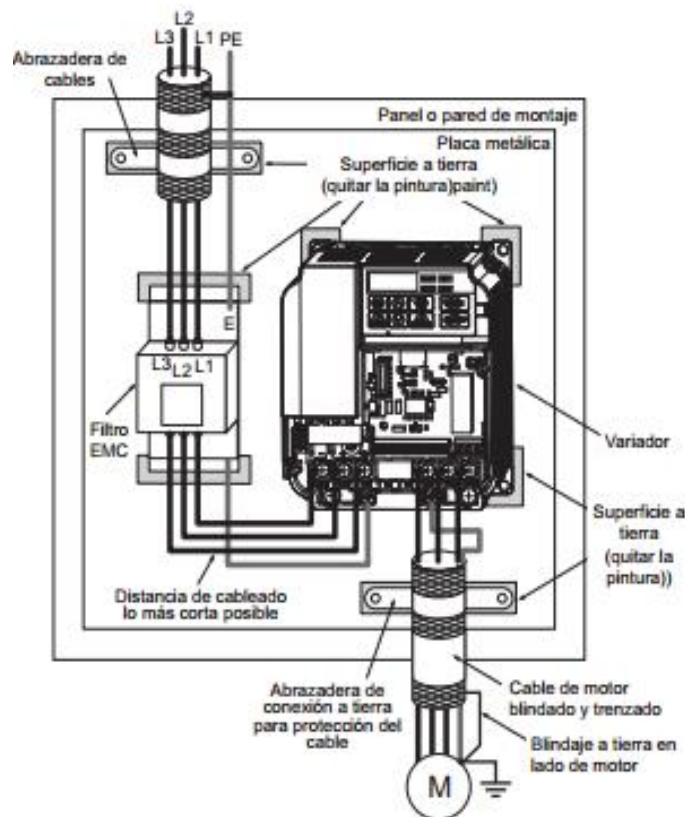
Terminal	Tamaño de tornillo	Par de apriete N·m	Terminal de hilo desnudo		Terminal tipo férula	
			Tamaño del cable aplicable (mm <sup>2</sup> )	Recom. mm <sup>2</sup>	Tamaño del cable aplicable (mm <sup>2</sup> )	Recom. mm <sup>2</sup>
MA, MB, MC	M3	0.5 a 0.6	0.25 a 1.5	0.75	0.25 a 1.0	0.5
S1-S5, SC, +V, A1, AC, AM	M2	0.22 a 0.25	0.25 a 1.0	0.75	0.25 a 0.5	0.5

Fuente: catálogo YASKAWA J1000

**Instalación del filtro para la compatibilidad electromagnética (EMC).** Este variador se ha probado de acuerdo con los estándares europeos EN61800-3:2004. A fin de cumplir con los estándares EMC, cable el circuito principal tal y como se describe a continuación.

- Instale un filtro de ruido para el EMC adecuado en el lado de entrada. Consulte la lista anterior o el manual de instrucciones para obtener más información.
- Coloque el variador y el filtro de ruido de EMC en el mismo receptáculo.
- Utilice cable blindado y trenzado para el cableado del variador y del motor.

- Quite la pintura o suciedad de las conexiones de tierra para que haya una mínima impedancia de tierra.
- Instale un Reactancia de AC en los variadores de menos de 1 kW para cumplir con el EN61000-3-2. Consulte el manual de instrucciones o póngase en contacto con su proveedor para obtener información detallada. (catalogo YASKAWA J1000,2016)




**Ilustración 23. Esquema instalación filtro**

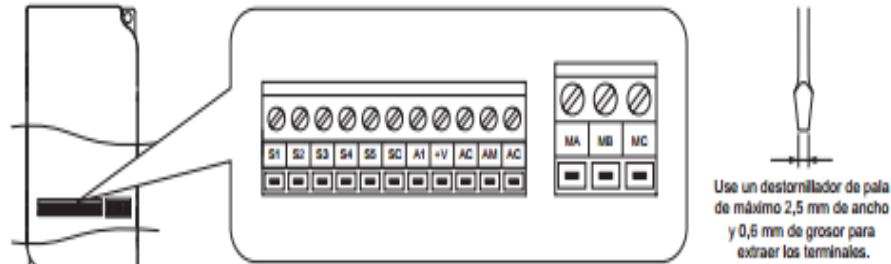
Fuente: catalogo YASKAWA J1000

## Terminales del circuito principal.

Tabla 11. Terminales del variador.

Terminal	Tipo	Función
R/L1, S/L2, T/L3	Entrada de alimentación del circuito principal	Conecta la potencia de línea al variador. Los variadores con suministro de entrada monofásico de 200 V solo usan los terminales R/L1 y S/L2 (T/L3 no se usa).
U/T1, V/T2, W/T3	Salida del variador	Conecta con el motor.
B1, B2	Resistencia de frenado	Para conectar una resistencia de frenado.
+1, +2	Conexión de reactancia de CC	Enlazado de fábrica. Quite el enlace para instalar un choque de CC.
+1, -	Entrada de la fuente de alimentación de CC	Para conectar una fuente de alimentación de CC.
 (2 terminales)	Terminal de tierra	Para clase 200 V: Conexión a tierra con 100 Ω o menos Para clase 400 V: Conexión a tierra con 10 Ω o menos

Fuente: catalogo YASKAWA J1000



Hay dos interruptores DIP, S1 y S3, que se encuentran en la placa de control

SW1	Selecciona la entrada analógica A1 entre entrada de tensión y de corriente
SW3	Se utiliza para seleccionar el modo PNP/NPN (predet.) de las entradas digitales (PNP requiere una fuente de alimentación externa de 24 VCC)

Ilustración 24. Catalogo YASKAWA J1000

Fuente: catalogo YASKAWA J1000



## Teclado y funciones.

Visualización	Nombre	Función
	Área de visualización de datos	Muestra la frecuencia de referencia, número del parámetro, etc.
	Tecla ESC	Vuelve al menú anterior.
	Tecla RESET	Mueve el cursor a la derecha. Reinicia un fallo.
	Tecla RUN	Arranca el variador en modo LOCAL. El indicador LED RUN <ul style="list-style-type: none"> <li>• está encendido mientras el variador esté accionando el motor.</li> <li>• parpadea durante la deceleración hasta la parada o cuando la frecuencia de referencia es 0.</li> <li>• parpadea rápidamente cuando el variador es desactivado por una E/D, el variador se ha parado por una E/D de parada rápida o un comando RUN estaba activo durante el encendido.</li> </ul>
	Tecla arriba	Permite desplazarse hacia arriba para seleccionar números de parámetros, ajustar valores, etc.
	Tecla abajo	Permite desplazarse hacia abajo para seleccionar números de parámetros, ajustar valores, etc.
	Tecla STOP	Detiene el variador.
	Tecla ENTER	Selecciona modos, parámetros y se utiliza para almacenar valores.
	Tecla de selección LOCAL/RE	Cambia el control del variador entre el operador (LOCAL) y los terminales del circuito de control (REMOTO). El indicador LED está encendido cuando el variador está en modo LOCAL (operación desde teclado).
	Luz del LED ALM	Parpadea: el variador está en estado de alarma. Encendido: la unidad está en un estado de fallo y se detiene la salida.
	Luz del LED REV	Encendido: la dirección de rotación del motor es inversa. Apagado: la dirección de rotación del motor es directa.
	Luz del LED DRV	Encendido: el variador está listo para accionar el motor. Apagado: El variador está en modo de verificación, configuración o establecimiento de parámetros.
	Luz del LED FOUT	Encendido: la frecuencia de salida se muestra en la pantalla de datos. Apagado: todo lo que no sea la frecuencia de salida se muestra en la pantalla de datos.

### Ilustración 25. Teclado Variador.

Fuente: catalogo YASKAWA J1000



## 7.2. Bondades del proyecto

- Cambio de válvula bi-estable ON/OFF por control proporcional, entre sus beneficios están, la precisión en la regulación, Ahorro de energía, menor desgaste.
- Mayor velocidad en la comunicación del controlador con el sistema, al ser reemplazadas las tarjetas por un PLC.
- Visualización de la marcha en tiempo real en la HMI
- Facilidad para la modificación de parámetros en la HMI
- Actualización de circuitos
- Elaboración de gabinete, se tendría un solo gabinete, que reemplazaría los 3 que están distribuidos alrededor de la máquina.
- Posibilidad de manejar manualmente cada motor desde la HMI, este es un beneficio a la hora de hacer mantenimientos, o en el momento de un atascamiento.





### 7.3 Costo

El cuadro presentado a continuación, es un estimado de los recursos que son necesarios comprar para la implementación de este proyecto, ya sea porque no se tengan en la empresa, o requieran un cambio, los componentes que no aparezcan en este listado ya se encuentran funcionando en la máquina, y no se requiere realizar su presupuesto.

**Tabla 12. Costos de materiales.**

<b>SISTEMA ELECTRICO GENERAL</b>		
<b>NOMBRE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>
Gabinete principal	1	5.300.000
Pantalla HMI	1	5.200.000
Fuente para PLC	1	1.200.000
PLC cj1g	1	3.800.000
Módulos de entradas ID 211	5	4.250.000
Módulos de salida OD 212	5	5.600.000





Cable vehículo	20	1.000.000
Sistema de marcación y accesorios		2.000.000
<b>TOTAL</b>		<b>28.350.000</b>

### SEGUNDA ETAPA: MESA DE SALIDA

NOMBRE	CANTIDAD	COSTO
Guarda motores	10	1.500.000
Inverter	10	6.500.000
Borneras	12	120.000
G.m. freno	2	300.000
Contactores	2	500.000
<b>TOTAL</b>		<b>8.920.000</b>

### SECADERO 4

NOMBRE	CANTIDAD	COSTO
Válvula modulante	5	4.000.000
Controladores de temperatura	4	6.500.000
Presostatos para gas	5	800.000
Presostatos para aire	5	800.000
Guarda motores	6	1.500.000
Contactador	6	1.200.000



Cable de potencia para motores	180 Mt	2.000.000
		<hr/>
		TOTAL
		16.800.000
		<hr/>
		TOTAL
		54.070.000
		<hr/>

Fuente: Autor

## 8. Simulación y Validación

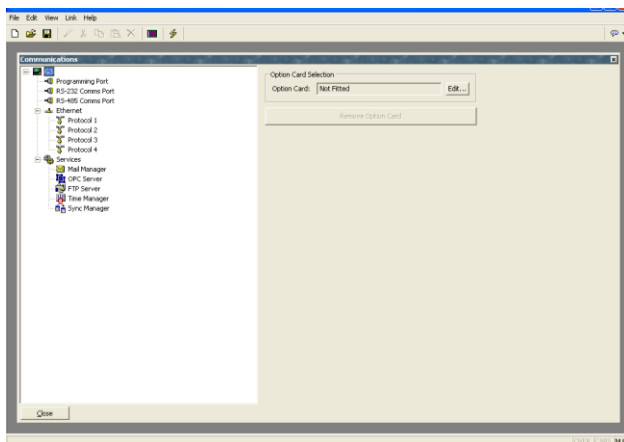
Para la simulación se utiliza la interfaz de la pantalla HMI, y su software CRIMSON Que dan en tiempo real los movimientos relacionados con los actuadores, al ser controlados por el PLC

### 8.1. Programación del software

#### Ilustración 22. Plataforma de crimson

Fuente: plataforma crimson

*Nota: allí se especifica que protocolos se deben utilizar en los puertos serie y ethernet, del dispositivo, permite también la configuración de varios dispositivos.*

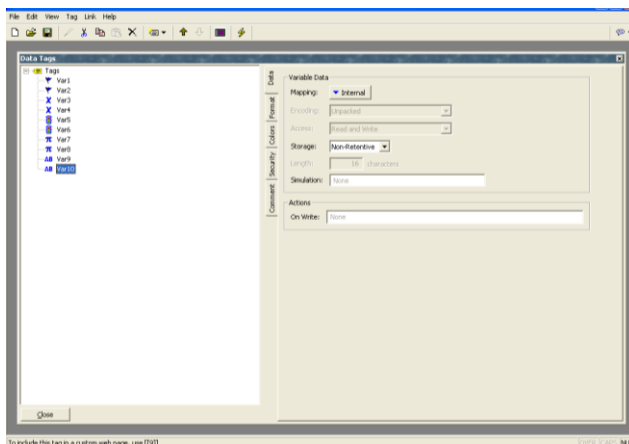


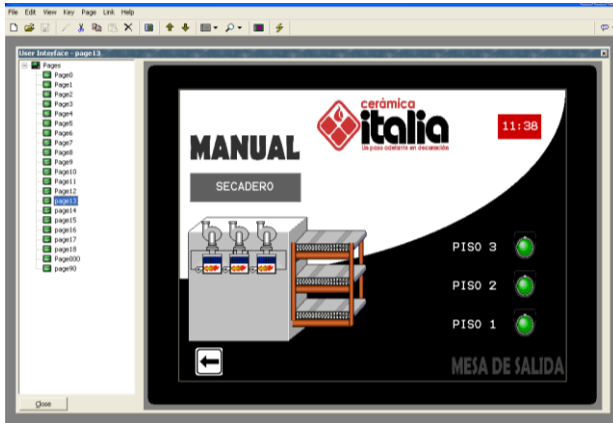
#### Ilustración 23. Plataforma de crimson.

##### Designación de banderas

Fuente: plataforma crimson

*Nota: en este lugar se configuran las banderas, o marcadores, que entre otras cosas sirven para almacenar información requerida en el dispositivo*



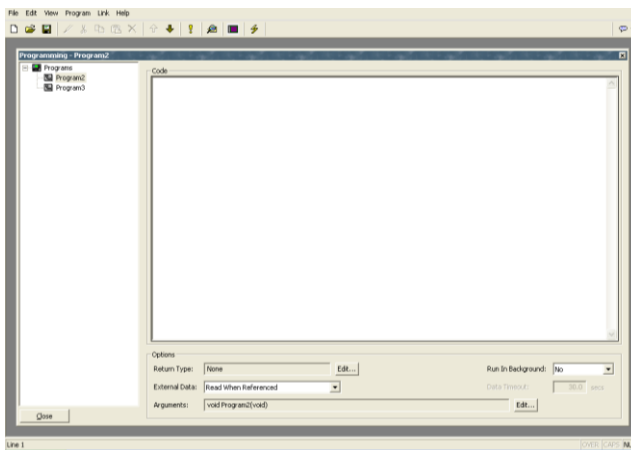


**Ilustración 24. Plataforma de crimson.**

**Diseño de páginas de interfaz**

Fuente: plataforma crimson

*Nota: allí se crean y editan las páginas de visualización, esto es de gran importancia, pues es el lugar donde se hace la parte didáctica de la interfaz.*

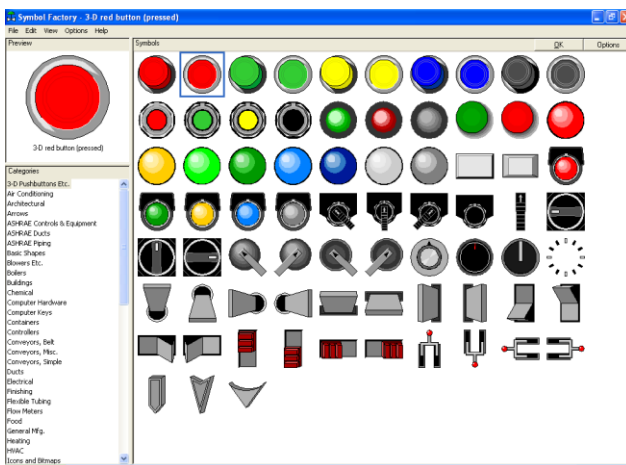


**Ilustración 25. Plataforma de crimson.**

**Diseño del código de programación**

Fuente: plataforma crimson

*Nota: en este lugar se realiza la programación tipo C, se pueden programar complejas acciones como toma de decisiones o manipulación de datos.*



**Ilustración 26. Plataforma de crimson.**

**Symbol Factory**

Fuente: plataforma crimson

*Nota: es la plataforma de diseño en 3D que utiliza CRIMSON, esta librería le facilita los diseños en 3D requeridos por el sistema a implementar.*

## 8.2 Lógica de la interfaz



Ilustración 27. Página principal

Fuente: Autor

*Nota: En la página principal, se tienen varios accesos para realizar cambios o visualizar históricos, como son: Mesa de entrada, secadero, mesa de salida, formatos, estado actual.*



Ilustración 28. Página mesa de entrada

Fuente: Autor

*Nota: al ingresar a mesa de entrada se tienen 4 opciones: Poner la mesa en Manual o automático, visualizar tiempos, o regresar a la página principal.*



**Ilustración 29. Página mesa de entrada, manual**

Fuente: Autor

*Nota: al dar la opción de manual, nos despliega un listado de las partes de la mesa de entrada, que podremos manipular en*



**Ilustración 30. Página mesa de entrada, manual volteador**

Fuente: Autor

*Nota: al seleccionar una de las partes como el volteador, nos aparece una pantalla bastante didáctica, en este caso tenemos 3 motores, con sus correspondientes interruptores, los motores de los rodillos son de enclavamiento, en cambio el interruptor del volteador (giratorio) es un pulsador. Allí también aparece la opción de regresar a la página anterior y elegir otra parte de la mesa*



## 9. Conclusiones

- Para realizar un sistema automatizado por PLC se realizaron diseños preliminares como los planos eléctricos requeridos para la implementación.
- Al hacerse la actualización de la maquina mediante este proyecto y no directamente con el fabricante, se tendría ahorro de recursos económicos ya que este proyecto realizado directamente con el fabricante costaría 3 veces más que lo presupuestado en costos, además la empresa no dependería más de los recursos del fabricante.
- La interfaz recomendada a implementar, facilita el funcionamiento y el entendimiento del control y del proceso, además que se ve en tiempo real lo que esta sucediendo.
- Al recomendar la parte de manejo manual de cada salida desde la HMI, se facilitan los mantenimientos, reparaciones y des atascamiento de las piezas en la máquina, teniendo la forma de mover cada rodillera independientemente y cada motor.
- La comunicación del sistema mejoraría notablemente en cuanto a velocidad y eficacia, debido al cambio de tarjetas mono-canal al control centralizado en el PLC.





- Al realizar este proyecto la empresa tendría un sistema electrónico más flexible y dinámico que permite mayor funcionalidad a la máquina.

## 10. Bibliografía

K. Ogata, *Ingeniería de Control Moderna*, 4<sup>a</sup>. Edición, Editorial Pearson Education, Madrid, 2003.





Garg, D.P.; Poppe, C.D.; *Coordinated robots in a flexible manufacturing work cell*  
Advanced Intelligent Mechatronics, 2001. Proceedings. 2001 IEEE/ASME  
International Conference on, Página(s):648 - 653 vol.1

Romagosa, J., Gallego, D. & Pacheco, R. (2004). *Automatización Industrial*.  
Recuperado de  
[http://formacion.plcmadrid.es/descargas/docs/proyecto\\_automatizacion.pdf](http://formacion.plcmadrid.es/descargas/docs/proyecto_automatizacion.pdf)

Espinosa, A., Quintero, A.; *Aplicación de un controlador industrial Autónomo,*  
*Automática e Instrumentación*”, Noviembre 2002, nº334 pag 112-117

F.C. Shinsky, *Sistemas de control de procesos: Aplicación diseño y sintonización,*  
Mc Graw Hill, México, 1996.

Velasco Vélez, J. (2005). *Patología de las piezas cerámicas para la construcción.*  
Cúcuta, Aitemin.

Tompkins, J.A., White, J.A., Bozer, Y.A. y Tanchoco, J.M.A. *Planeación de*  
*instalaciones.* Editorial Thomson, Tercera Edición, 2006.



Erickson K.T. *Programmable Logic Controller Potentials*, IEEE, Volume 15, Feb-Mar 1996 (Páginas):14 – 17.

G. Moreno, *Automatización de procesos industriales*, Editorial Alfa Omega, México, 2001.

Gómez, J., Reyes, R. & Guzmán del Río, D. (2008). *Temas especiales de instrumentación y control*. Cuba: Editorial Félix Varela

Byoung-Hee Kim; Kwang-Hyun Cho; Kyoung-Sup Park; *Towards LonWorks technology and its applications to automation*, Science and Technology, 2000. KORUS 2000. Proceedings. The 4th Korea-Russia International Symposium on, Volume 2, 27 June-1 July 2000 Page(s):197 - 202 vol. 2

Velasco, J. *Organización de la producción*. Ediciones Pirámide, Madrid, 2007.

Pereira, M. (2005). *Cerámicas tradicionales*, Capítulo 2 Alfarería Industrial, IUT-FRP Caracas, Venezuela.



Bayo,O, Muñoz,J.P., Rafecas,J., Galceran,S., *Terminales de operador: pantallas que controlan*, Automática e Instrumentación, nº386, pág 97-101, Junio 2007

Mandado E., *Autómatas programables: entorno y aplicaciones*, Thomson Learning Ibero ,2005

Agüero, J., García, M., Monge, I., Pérez, E. & Solano, J. (2010). *Foxboro Automation System*. Curso Taller de Manufactura. TEC.

Antsaklis, P.J.; Passino, K.M.; Wang, S.J.; *An introduction to autonomous control systems*, Control Systems Magazine, IEEE,Volume 11, Issue 4, June 1991  
Page(s):5 – 13.

Liu,T.;Yu.T.;Wang,W.;Yang;S. *Research on CAD technology oriented to CNC*, Mechatronics and Automation, 2005 IEEE International Conference, Pagina(s):1750 - 1755 Vol. 4

Poza, J.L., Simarro.R, Simo, T. *Monitorización en tiempo real de sistemas industriales distribuidos*, Jornadas de Automática, 200.



R. Piedrahita, *Ingeniería de la automatización industrial*, Editorial Alfa Omega, Bogotá, 2001.

Vila, J.M. *Powerline communications (PLC) en las comunicaciones del sector industrial*, *Automática e Instrumentación* n°387 Junio 2007 76-77



## 11. Referencias

Pisando duro, 100 empresas, revista semana 2013/05/11 04:40

<http://www.semana.com/100-empresas/articulo/pisando-duro/342893-3>

Secadero horizontal, Sacmi iberica, pagina principal

<http://www.sacmiiberica.com/es-ES/Productos/Ceramica.aspx?idC=63908&LN=es-ES>

Pantallas HMI, red Lion, página principal

<http://www.redlion.net/products/industrial-automation/hmis-and-panel-meters/hmi-operator-panels>

PLC CJ, Omron instrument, pagina principal

<https://www.ia.omron.com/products/family/1753/>

CX PROGRAMMER, autómatas, página de ventas

[http://www.automatas.org/omron/cx\\_programer.htm](http://www.automatas.org/omron/cx_programer.htm)

Cade simu, Tecnología

<http://jealvarezv79.blogspot.com.co/2011/10/cade-simu.html>



Proceso cerámico tomado de slideplayer

Fundamento de ingeniería cerámica

<http://slideplayer.es/slide/5432499/>

guía rápida CQM1H a CJ1M, ID,OD

[http://www.technical.cat/PDF/Omron/PLC/CJ/GR\\_CQM1H\\_CJ1M.pdf](http://www.technical.cat/PDF/Omron/PLC/CJ/GR_CQM1H_CJ1M.pdf)





Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750 - [www.unipamplona.edu.co](http://www.unipamplona.edu.co)

DQS is member of

