

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales
Escuela Profesional Ingeniería Mecánica, Mecánica Eléctrica y
Mecatrónica



**AUTOMATIZACIÓN DE UN MOLINO DE BOLAS Y DESARROLLO E
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA PARA LA MOLIENDA
DE CEMENTO EN UNA GRAN CEMENTERA DE AREQUIPA**

Tesis Presentada por el Bachiller:

Zamudio Cabrera, Volmer Junior

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Mecatrónico

Asesores:

Ing. Collado Oporto, Christian

Ing. Quispe Ccachuco, Marcelo

Arequipa – Perú

2019



Universidad Católica de Santa María

☎ (51 54) 382038 Fax:(51 54) 251213 ✉ ucsm@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe Apartado:1350

AREQUIPA - PERÚ

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA
ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA**

INFORME DICTAMINATORIO

VISTO

EL BORRADOR DE TESIS TITULADO:

**“AUTOMATIZACION DE UN MOLINO DE BOLAS Y
DESARROLLO E IMPLEMENTACION DE UN
SISTEMA SCADA PARA LA MOLIENDA DE
CEMENTO EN UNA GRAN CEMENTERA DE
AREQUIPA”**

Presentado por el Bachiller:

ZAMUDIO CABRERA VOLMER JUNIOR

Nuestro **DICTAMEN** es:

Aprobado

OBSERVACIONES: *Ninguna*

Arequipa, *20 junio* 2019



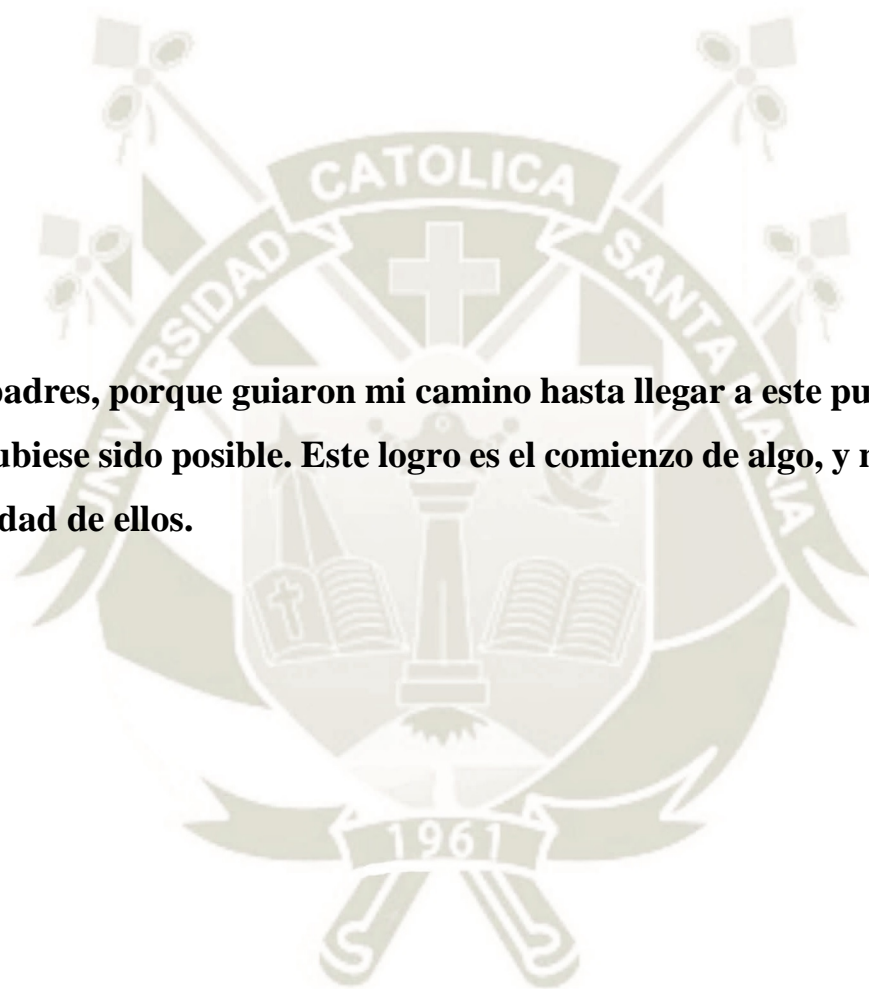
ING. MARCELO QUISPE CCACHUCO



ING. CHRISTIAN COLLADO OPORTO

DEDICATORIA

A mis padres, porque guiaron mi camino hasta llegar a este punto y sin ellos nada hubiese sido posible. Este logro es el comienzo de algo, y mi felicidad es la felicidad de ellos.



INTRODUCCIÓN

La industria del cemento es un sector muy amplio, que con el concurrir de los años ha ido en incremento debido al crecimiento poblacional e industrial a nivel nacional e internacional.

Hace 50 años se constituyó Yura S.A. para ser uno de los ejes de desarrollo más importantes de la región sur del país. Yura está especializada en la producción y comercialización de Cemento de alta calidad, convirtiéndose en líder de su mercado de influencia.

Yura S.A. ha demostrado, a través de importantes inversiones su compromiso en el proceso de desarrollo del Perú, suministrando productos y servicios que superan los más altos estándares y la satisfacción de las exigencias de sus clientes.

Sus operaciones se enfocan en dos centros de producción: Planta Yura y Planta Cesur. Asimismo, Yura S.A. posee una cadena de tiendas de ferretería llamada A Construir. Yura tiene más de 45 años de experiencia en el mercado y opera bajo la división de hormigón y cemento del conglomerado industrial peruano Grupo Gloria S.A.

Yura S.A. tiene como misión ser fuente de desarrollo, produciendo y comercializando cemento, prefabricados de concreto, materiales y servicios de la más alta calidad para ser siempre la primera opción del mercado, en un entorno que: Motive y desarrolle a sus colaboradores, comunidades, clientes y proveedores; promueva la armonía con el medio ambiente y maximice el valor de la empresa.

Yura S.A. tiene como visión ser una organización líder en los mercados en los que participe, coherentes con sus principios y valores, de modo que sus grupos de interés se sientan plenamente identificados. (Yura S.A., 2019)

Los cementos están compuestos de diferentes materiales (componentes) que adecuadamente dosificadas mediante un proceso de producción controlado, los cuales le dan al cemento cualidades físicas, químicas y resistencias adecuadas al uso deseado; este proceso implica y es susceptible a la materia prima, clasificación y tipo de molienda.

Hoy en día los productores de cemento tienen la posibilidad de utilizar diferentes sistemas para molienda de cemento. Una lista completa de los métodos disponibles sin duda incluye los sistemas de molinos de bola, los rodillos de alta presión en cada uno de los diferentes diseños y por supuesto una combinación con los molinos de bolas y los molinos verticales de rodillos. (Court, 2010)

Los molinos de bolas son cilindros de acero revestidos interiormente por blindajes acerados, en su interior se encuentran hasta 280 toneladas de bolas de acero de diferentes diámetros clasificadas por pesos y diseñadas para dar una determinada finura.

Los molinos verticales ofrecen ventajas significativas sobre los molinos de bolas en relación a la eficiencia energética, su principio de funcionamiento es utilizando rodillos verticales que ejercen una presión hidráulica sobre el material que reposa sobre una mesa giratoria.

Yura S.A. cuenta con 7 molinos de cemento, 5 molinos de bolas y 2 molinos verticales; de los molinos de bolas que tenemos, hablaremos sobre el molino de cemento 2, que es sobre el cual se desarrollara el presente proyecto de automatización.

Después de lo ya expuesto, poniendo énfasis en el cemento 2, el siguiente trabajo de tesis precisa la elaboración de la ingeniería básica e ingeniería de detalle para la automatización de un molino de bolas, sistema de transporte de materias primas al molino, sistema de transporte de cemento a silos y recirculación de material; también se detallan los grupos de arranque, secuencias, dimensionamiento de equipos de control y la elaboración de planos P&ID para su programación.

Fue necesario la elaboración de un “Flow Sheet” de la planta donde se describe el paso del material durante todos los procesos desde el transporte de materias primas hasta el transporte de cemento a silos.

RESUMEN

El presente proyecto describe el desarrollo y puesta en marcha de un sistema SCADA para el control y monitoreo del proceso productivo de molienda de cemento en una gran planta cementera del departamento de Arequipa.

Anteriormente todo el proceso era monitoreado y controlado por un sistema de lógica cableada a través de un tablero de luces indicadoras, el sistema no ofrecía la confiabilidad ni la eficiencia mínima requerida, se presentaban situaciones que obligaban a parar el proceso cuando no era necesario, la principal causa de estas fallas se debía a la fatiga de los equipos de control (contactores, temporizadores, etc.) y es por esto que se debía migrar a un entorno automatizado y por lo cual se ha desarrollado el sistema SCADA.

El objetivo general del proyecto es Automatizar un molino de bolas que incluye transporte de materias primas, molienda, recirculación de material, servicios auxiliares y transporte de cemento a silos desarrollando e implementando un sistema de supervisión SCADA y utilizando un Red industrial Ethernet TCP/IP.

En el Capítulo I abordamos el problema existente y conocemos a detalle, acerca de la necesidad de la automatización realizada en una gran planta cementera de Arequipa. El Capítulo II explica el proceso de producción del cemento y el diseño y operación de los molinos de bolas. El capítulo III explica paso a paso la ejecución del proyecto y todo el trabajo de ingeniería necesario para la automatización. El Capítulo IV muestra la pruebas del Sistema SCADA trabajados bajo el software ECS perteneciente a FISmith, empresa que apoyo en la realización del presente. Por ultimo plasmaremos las principales conclusiones acerca de la modernización y automatización del trabajo de automatización.

PALABRAS CLAVE: Supervisión Control y Adquisición de Datos, Controlador Lógico Programable, Redes Industriales, Automatización, Ladder.

ABSTRACT

This project describes the development and implementation of a SCADA system for the control and monitoring of the cement grinding production process in a large cement plant in the department of Arequipa.

Previously the whole process was monitored and controlled by a logic system wired through a dashboard of indicator lights, the system did not offer the reliability or the minimum efficiency required, situations were presented that forced to stop the process when it was not necessary, the The main cause of these failures was due to the fatigue of the control equipment (contactors, timers, etc.) and that is why it was necessary to migrate to an automated environment and for which the SCADA system has been developed.

The general objective of the project is to automate a ball mill that includes transport of raw materials, grinding, material recirculation, auxiliary services and cement transport to silos developing and implementing a SCADA monitoring system and using an Ethernet TCP / IP industrial network.

In Chapter I we address the existing problem and we know in detail, about the need for automation carried out in a large cement plant in Arequipa. Chapter II explains the cement production process and the design and operation of the ball mills. Chapter III explains step by step the execution of the project and all the engineering work necessary for automation. Chapter IV shows the tests of the SCADA System worked under the ECS software belonging to FISmith, company that I support in the realization of the present. Finally, we will present the main conclusions about the modernization and automation of automation work.

KEY WORDS: Supervision Control and Acquisition of Data, Programmable Logic Controller, Industrial Networks, Automation, Ladder.

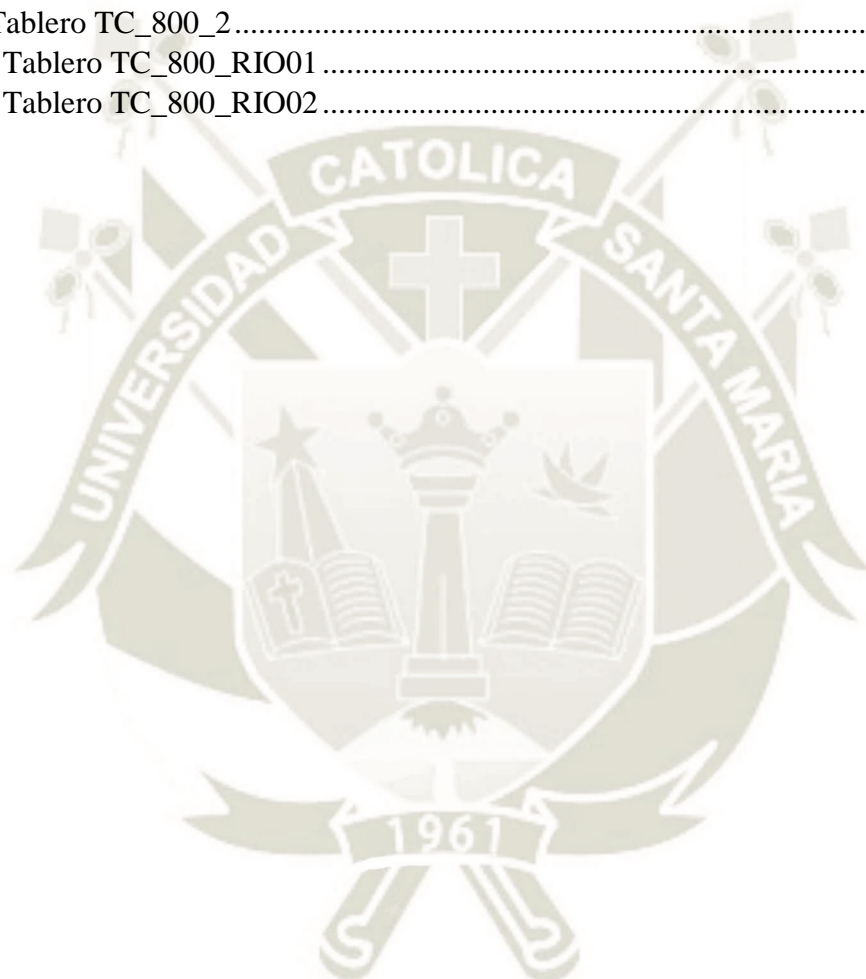
INDICE GENERAL

DEDICATORIA	iii
INTRODUCCIÓN	iv
RESUMEN	vi
ABSTRACT.....	vii
INDICE GENERAL	viii
CAPITULO I MARCO METODOLOGICO	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Identificación del problema.....	2
1.2. Descripción del problema.....	2
1.3. Justificación del problema.....	4
1.3.1. Alcances y Limitaciones	4
1.4. Antecedentes	6
Antecedentes Nacionales.....	6
1.4.2. Antecedentes Internacionales.....	10
1.5. Objetivos	12
1.5.1. Objetivos Generales	12
1.6. Hipótesis.....	12
1.7. Cronograma.....	13
CAPITULO II MARCO CONCEPTUAL.....	14
2. MARCO TEORICO	15
2.1. Proceso de Producción del Cemento.....	15
2.1.1. Materias Primas	15
2.1.2. Pre – Homogenización.....	18
2.1.3. Molienda de Crudos.....	20
2.1.4. Almacenamiento y Homogenización.....	22
2.1.5. Piroprocesos.....	24
2.1.6. Molienda de Cemento	30
2.1.7. Ensacado y Despacho	35
2.2. Molinos de Bolas Tubulares.....	36
2.2.1. Tipos de Molinos Tubulares de Bolas	36
2.2.2. Funcionamiento de los Molinos Tubulares de Bolas.....	39
2.3. Sistemas de Control.....	40
2.3.1. Según el lazo o bucle	40

2.3.2. Según el control	41
2.3.3. Según el ordenador	43
CAPITULO III INGENIERÍA DEL PROYECTO	50
3. Desarrollo del proyecto	51
3.1. Planificación.....	51
3.2. Ejecución.....	52
3.2.1. Elaboración de Lista de Cargas.....	52
3.2.2. Elaboración de Diagrama del Flujo (Flowsheet)	54
3.2.3. Filosofía de Control y Elaboración de Grupos de Arranque.....	58
3.2.4. Elaboración de Típicos de Arranque de Motores	75
3.2.5. Elaboración de Base de Datos.....	81
3.2.6.	85
3.2.7. Controlador Lógico Programable (PLC)	85
3.2.8. Arquitectura de Control	88
3.2.9. Elaboración de Planos P&ID	89
3.2.10. Elaboración de la Rutina de Control	91
CAPITULO IV.....	105
PRUEBAS Y RESULTADOS.....	105
4. Operación Real del Sistema de Supervisión SCADA	106
4.1. Pantalla Transporte de Materias Primas.....	106
4.2. Pantalla Molino de Cemento 2	108
4.3. Pantalla Transporte a Silos.....	111
4.4. Pantalla Producción.....	111
4.5. Pantalla Arranque.....	111
4.6. Subpantallas	115
CONCLUSIONES	116
RECOMENDACIONES.....	117
BIBLIOGRAFÍA	118
ANEXOS	119

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cronograma	13
Tabla 2 Área 700, Listado de Cargas	52
Tabla 3 Área 800, Listado de Cargas	53
Tabla 4 Matriz de Típicos Eléctricos	75
Tabla 5 Resumen de Entradas y Salidas Área 700	82
Tabla 6 Resumen de Entradas y Salidas Área 800	83
Tabla 7 Tablero TC_700	86
Tabla 8 Tablero TC_800_1	86
Tabla 9 Tablero TC_800_2	86
Tabla 10 Tablero TC_800_RIO01	86
Tabla 11 Tablero TC_800_RIO02	87



INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Proceso Área 700 Materias Primas.....	4
Figura 2 Proceso Área 800 Molino de Cemento 2.....	5
Figura 3 Proceso de Producción del Cemento	15
Figura 4 Clinker	16
Figura 5 Yeso.....	16
Figura 6 Material Puzzolánico.....	16
Figura 7 Cancha de Materias Primas	18
Figura 8 Apilador PHB	19
Figura 9 Apilamiento Chevron	20
Figura 10 Molino Vertical de Crudos	21
Figura 11 Molino CF Yura S.A.	23
Figura 12 Homosilo CF	23
Figura 13 Molino de Carbón Raymond	24
Figura 14 Intercambiador de Calor	26
Figura 15 Horno Rotativo	27
Figura 16 Enfriador de Clinker	29
Figura 17 Domo de Almacenamiento de Clinker	30
Figura 18 Componentes para la Molienda del Cemento.....	31
Figura 19 Molino Vertical de Rodillos Loesche.....	32
Figura 20 Molino de Bolas Peng Fei	33
Figura 21 Molino de Bolas Humboldt Vista Frontal	34
Figura 22 Molino de Bolas Humboldt Vista Posterior	34
Figura 23 Silo de Almacenamiento.....	35
Figura 24 Tipos de Molienda Basada en la Descarga.....	38
Figura 25 Esquema de Funcionamiento Molino de Bolas	40
Figura 26 Control PID	43
Figura 27 Control DDC	46
Figura 28 Control SPC.....	47
Figura 29 Control Distribuido.....	49
Figura 30 Planificación del Proyecto	51
Figura 31 Secuencia de arranque, Lubricación del Molino	61
Figura 32 Secuencia de arranque, Transporte a Silos Parte 1	63
Figura 33 Secuencia de arranque, Transporte a Silos parte 2	64
Figura 34 Secuencia de arranque, Recirculación de Material.....	67
Figura 35 Secuencia de arranque Molino 2	69
Figura 36 Secuencia de arranque, Alimentación a Molino.....	71
Figura 37 Secuencia de arranque, Transporte de Materias Primas	74
Figura 38 Pantalla SCADA Transporte de Materias Primas	107
Figura 39 Pantalla SCADA Molino de Cemento 2.....	110
Figura 40 Pantalla SCADA Transporte a Silos.....	112
Figura 41 Pantalla SCADA Producción	113
Figura 42 Pantalla SCADA Arranque.....	114
Figura 43 Subpantalla SCADA Equipos 816A_1.....	115



CAPITULO I
MARCO METODOLOGICO

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Identificación del problema

Los equipos y la lógica de control se encuentran desfasados de acuerdo a la realidad de la planta cementera en la que se desarrollara este proyecto, el molino cementero produce actualmente un promedio de 45 Tn/h en plena producción, pero este promedio disminuye por las paradas imprevistas que se presentan.

1.2. Descripción del problema

El sistema actual no es confiable ni muestra la eficiencia operativa requerida, se presentan situaciones imprevistas que obligan a parar el proceso, la principal causa de estas fallas se debe al desgaste de los equipos de control (contactores, temporizadores, etc.).

El proceso no cuenta con todos los instrumentos necesarios para poder trabajar con seguridad, y en algunas zonas con poca accesibilidad no es recomendable el trabajo continuo de los operarios como se ha venido haciendo.

Actualmente en Yura S.A. se cuenta con 7 molinos de los cuales, solo 2 de ellos producen cemento de tipo HE, estos son el molino 2 en el que se centrara este trabajo y el molino 3.

Molino 1

Tipo: Molino de bolas Krupp

Capacidad: 60 Tn/h

Tipos de cemento fabricados: HE - Tipo V - Tipo IP

Molino 2

Tipo: Molino de bolas Humboldt

Capacidad: 60 Tn/h

Tipos de cemento fabricados: HE - Tipo V - Tipo IP

Molino 3

Tipo: Molino vertical LM 56 2+2 CS Loesche Mill

Capacidad: 180 Tn/h

Tipos de cemento fabricados: HE – Tipo IP

Molino 4

Tipo: Molino de bolas

Capacidad: 40 Tn/h

Tipos de cemento fabricados: Tipo IP

Molino 5

Tipo: Molino de bolas

Capacidad: 40 Tn/h

Tipos de cemento fabricados: Tipo IP

Molino 6

Tipo: Molino de bolas

Capacidad: 40 Tn/h

Tipos de cemento fabricados: Tipo IP

Molino 7

Tipo: Molino vertical LM 56 2+2 CS Loesche Mill

Capacidad: 180 Tn/h

Tipos de cemento fabricados: Tipo IP

(Martinez Huaira, 2017)

1.3. Justificación del problema

En la actualidad se cuenta con equipos e instrumentos que nos facilitan el trabajo y es este el propósito de la automatización. Con esto pretendemos lograr mejoras en los siguientes aspectos: consumo energético, costo humano, continuidad en la producción.

Se tendrá datos históricos de producción que nos ayudaran a que haya una mejora continua y un registro de fallas que nos ayudara a tomar medidas de mantenimiento correctivas o predictivas evitando que haya tiempos de parada innecesarios.

El molino 2 se encontrará en condiciones óptimas para la producción de cemento tanto de tipo HE como de tipo IP, siendo este el caso, se tendrá respaldo para la producción cemento tipo HE

El molino 3 puede cumplir con la demanda de cemento tipo HE, no obstante, es necesario la óptima condición del molino 2 ante una parada del molino 3 o la necesidad de una producción de cemento por encima del promedio, sea de tipo HE o tipo IP, con esto se tendrá un respaldo para la producción de cualquiera de estos 2 tipos de cemento.

1.3.1. Alcances y Limitaciones

Se dividirá el proceso de acuerdo a las salas de control de los motores (CCM), en dos partes que son las siguientes:

- Área 700 Transporte de materias Primas



Figura 1 Proceso Área 700 Materias Primas

Fuente: (Elaboración Propia)

- Área 800 Molino de Cemento 2; que incluye sistema de Lubricación, molino 2, transporte de material a silos y recirculación de material

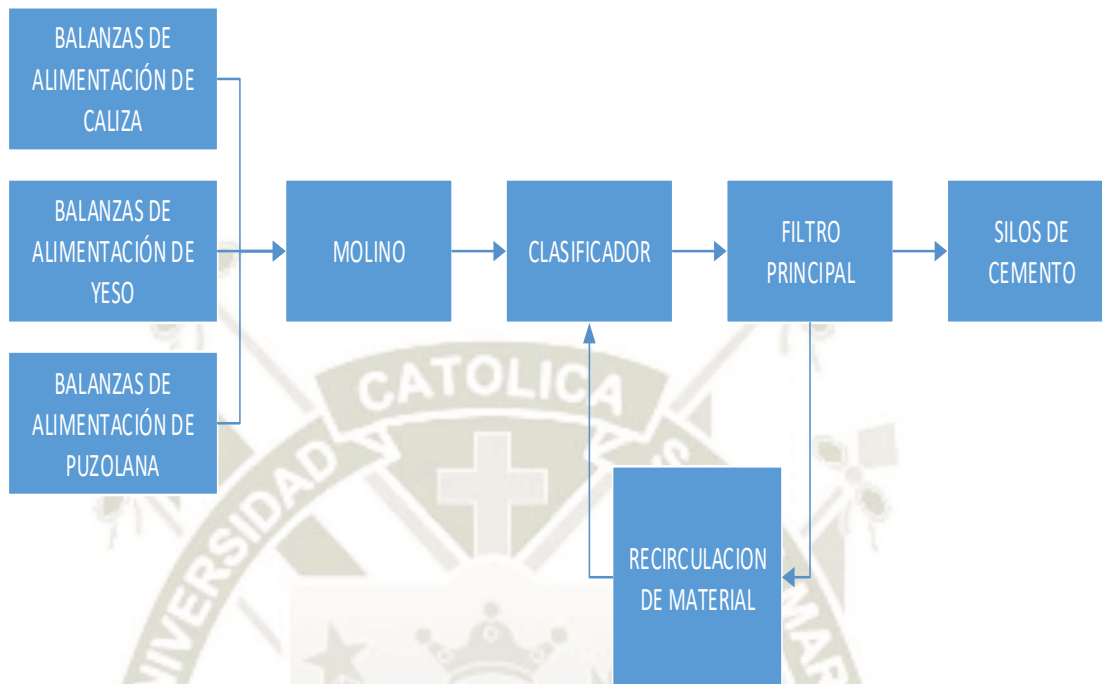


Figura 2 Proceso Área 800 Molino de Cemento 2

Fuente: (Elaboración Propia)

Se identificará todos los instrumentos existentes en campo para tomar la decisión de cuáles deberían ser cambiados y que equipos se necesitan instalar.

Se identificará todas las señales de fuerza, control e instrumentación necesarias para los procesos.

Con toda la información se busca lograr desarrollar la secuencia operacional de todos los procesos involucrados.

La secuencia operacional, planos de instrumentación (P&ID) y bases de datos serán un entregable para la realización del sistema SCADA. Recibido este procederemos con la implementación del mismo para la supervisión desde la sala de control y las pruebas finales.

En ciertas partes de este trabajo de tesis, no se ha podido detallar con más profundidad algunos puntos, por un tema de confidencialidad de la información de la empresa Yura S.A.

1.4. Antecedentes

1.4.1. Antecedentes Nacionales

- “Modernización Del Sistema De Monitoreo Y Control De Faja Transportadora En Mina Marcona-Empresa Shougang Hierro Perú S.A.A.”

Marco Antonio Aquino Aquino, 2012

Universidad Ricardo Palma

El proyecto de automatización en la empresa Minera Shougang Hierro Perú S.A.A. – área mina surge por la necesidad de contar con un sistema de fajas transportadoras más moderno. El sistema de Fajas Transportadoras de la Empresa Shougang Hierro Perú, conocida como CONVEYOR, consta de un conjunto de 14 Fajas y 13 Casas de fuerza y control. Su función es transportar el mineral de hierro procesado por las plantas chancadoras de la mina (Planta 1 y Planta 2) desde sus respectivos stocks hasta depositarlos en los stocks de crudo en las Plantas de beneficio a una distancia de 17.5 Km. La Mina está ubicada en la parte alta de una terraza a 800 metros sobre el nivel del mar, por ello una parte de la faja (conjunto central) debe enfrentar esta pendiente. El sistema de control original estaba basado en tarjetas transmisoras y receptoras de multifrecuencia (par de hilos) las cuales enviaban señales discretas de control de una casa motriz a otra, además solo se disponía de un tablero de luces indicadoras para saber el estado del sistema. Dado lo antiguo del sistema, este presentaba fallas más frecuentes y el tiempo para la reposición del servicio era demasiado extenso, al desconocerse que elemento podría haber fallado. Dada esta situación era necesario modernizar el sistema de control y monitoreo del Conveyor. Esto era indispensable para garantizar la expansión de la producción. El sistema moderno necesitaba ser escalable, integrado y abierto a futuras modificaciones. Esta modernización incorporó controladores PLC, nuevos componentes de instrumentación y desarrollo de un SCADA a medida. Los procesos que debía automatizar el PLC comprendía principalmente el control de arranque de los motores en su forma automática y manual, de acuerdo a la filosofía de control que se detalla en el capítulo III. La lógica de control del PLC debía reemplazar en lo posible los dispositivos electromecánicos que se disponía en el sistema antiguo tales como contactores, motor-timers, relés de enclavamiento, etc.

Adicionalmente también se requirió el control de bombas de agua salada (Aquino Aquino, 2012).

- “Optimización De Los Sistema De Control De Un Molino De Bolas”

Milton German Barrios Saira, 2015”

Universidad Nacional De San Agustín

Justificación: La liberación de especies minerales, etapa previa a la concentración, es sin lugar a dudas el proceso unitario de mayor relevancia práctica en todo circuito de beneficiamiento, por cuanto demanda la principal Inversión de Capital, incide fuertemente en los costos unitarios y determina en gran medida la rentabilidad de la operación. Es con el fin de mejorar la eficiencia del equipo que se tiene que realizar un diseño adecuado del sistema de control de los elementos que componen el mismo se realiza la descripción teórica de un molino de bolas, así como sus partes y funcionamiento. Además de realizar un plan de mantenimiento que preserve en óptimas condiciones el funcionamiento del molino, evitando perdidas en la producción. De esta manera, se espera que este trabajo sirva como un manual de consulta para aplicar los conocimientos básicos que aquí se dan en forma clara, ordenada y concisa para la ayuda de futuras generaciones. Objetivo General: Optimizar los sistemas de control para mejorar la eficiencia del proceso de molienda, estableciendo correlaciones entre variables de operación en un molino de bolas y así lograr el tamaño adecuado para el proceso de flotación. Objetivos Específicos: Recopilar y determinar la información sobre las condiciones de operación del molino de bolas, así como de los sistemas de control automático y el medio donde se implementará el sistema. Diseñar el sistema de control automático para el beneficiamiento del mineral logrando el menor consumo de energía. Realizar un plan de mantenimiento para evitar paradas innecesarias del equipo. Hipótesis: Al establecer y monitorear los rangos de trabajo de cada sistema se espera maximizar su eficiencia, lo que evitaría re-procesos, fallas o desgastes en los componentes, ampliando así los tiempos entre mantenimientos (Barrios Saira, 2015).

- “Desarrollo De Ingeniería Básica Y De Detalle En Instrumentación Y Automatización De Un Molino Vertical De Cementos”

Álvaro Alonso Martínez Huaira, 2017

Universidad Nacional De San Agustín

La industria del cemento es particularmente susceptible a las materias primas, a la clasificación y al tipo de molienda pues de ello depende el tipo, las características del cemento producido y la posibilidad de optimización del proceso de fabricación. Las maneras de molienda de cemento más conocidas y utilizadas son mediante molinos de bolas las cuales funcionan mediante un cilindro rotatorio que contiene billas metálicas, que actúan como medio molidor. El material para ser molido es puesto en un barril cilíndrico. La rotación produce fuerzas centrifugas que levantan las bolas para una altura dada haciéndolos caer de vuelta en el cilindro y en el material para ser molido. El segundo método de molienda más eficiente es mediante los molinos verticales las cuales utilizan rodillos hidráulicos que presionan el material sobre una meza giratoria. El control de los sistemas hidráulicos debe ser preciso en cuanto a la presión ejercida sobre el material. La diferencia más significativa entre los dos métodos de molienda se ve en cuanto al consumo específico. El consumo específico de un molino de bolas es de 52 kwatts/Tn mientras que en un molino vertical es de 32 kwatts/Tn siendo así más eficiente y de menor impacto con el medio ambiente. Yura S.A cuenta con un molino vertical (cemento 3) y es en este molino en el cual estará basado la instalación de un nuevo molino con la mayor parte de equipos iguales para mantener el mismo equipo como repuestos para ambos molinos (Martinez Huaira, 2017).

- “Diseño Y Automatización De Un SCADA Para Una Planta De Cal En Rsvie32, Aplicando Una Red Industrial Ethernet TCP/IP”

Esmelin Ismael Quispe Paredes, 2018

Universidad Católica De Santa María

Hoy en día, las industrias han crecido de la mano de la tecnología con mecanismos de sistemas industriales de control, instrumentación y automatización, que es posible tener centrales de producción autónomas que permanecen activas por largas jornadas de trabajo, entre ellas existen nuevas herramientas que nos ayudan en el mejoramiento de los procesos continuos dentro de las plantas de cal, disminuyendo el costo de la mano de obra, optimizando el desplazamiento de la distribución de la cal, la supervisión y control de los instrumentos de medición de campo, las cuales serán las que veremos en la presente Tesis, lo cual permitirá una mejor producción en la empresa. Desarrollaremos un sistema de diseño y automatización de un SCADA para una planta de cal en RSVie32, aplicando una red industrial Ethernet TCP/IP, que tiene como objeto diseñar un sistema manual y automático para operar dicha línea de transporte de cal, empezando en los silos de almacenamiento al granel de la cal hasta los silos auxiliares, desde donde se lo despacha a la mezcla de otros procesos. Los sistemas industriales, la automatización y control de procesos, permitirá a la empresa una operación del proceso eficiente, eficaz y estable del transporte de la cal a través de tuberías, así como la supervisión y medición de las variables del proceso de una manera rápida y en tiempo real para el desarrollo de las actividades industriales. El diseño de este sistema de automatización “SCADA” se desarrollará con el software el RSVie32, y el controlador lógico programable “PLC” CompactLogix 5000, con su respectivo software el cual desarrollaremos el programa con todas las secuencias necesarias para operar el transporte neumático de la cal en un silo a distancia, además mediante el uso del software RSVie32 de automatización industrial se elabora el interfaz hombre-máquina “HMI”, el cual permitirá una monitorización y operación de los instrumentos de medición y todos los elementos de campo desde un computador ubicado en el cuarto de la sala de control . En el presente proyecto de investigación, se aplica las redes de comunicación de datos utilizadas para el monitoreo y control del proceso del Transporte Neumático de Cal, se aplica la red

Ethernet TCP/IP para los instrumentos de medición como los sensores de 4-20mA y para los actuadores, los variadores de velocidad que usaremos y así como otros protocolos de comunicación empleados, procurando de esta manera un material adicional en lo referente a modos de transmisión de datos del modelo OSI, siendo este un tema muy importante actualmente en lo que a sistemas de automatización se refiere. Se ha utilizado tres herramientas para el desarrollo de esta tesis, Diseñar el proceso a través de un lenguaje de programación de escalera Ladder, la segunda es controlar el funcionamiento del proceso mediante un control PID, y la tercera Automatizar el proceso de transportación de la cal a través de un HMI (Quispe Paredes, 2018).

1.4.2. Antecedentes Internacionales

- “Diseño E Implantación De Un Sistema SCADA Para Un Molino De Cemento”

Juan Osvaldo Núñez Cornejo, 2010

Universidad Técnica de Oruro, Bolivia

El proyecto de grado describe el desarrollo y puesta en marcha de un sistema SCADA para el control y monitoreo del proceso productivo de molienda de cemento en la Planta Viacha de la empresa SOBOCE S.A.

El proyecto nace de la filosofía de mejora continua que marca el accionar de la empresa para el alcance de su visión corporativa. La concepción del proyecto comprende el desarrollo de ingeniería para la concepción completa de todo el sistema, esto genera un valor agregado que contribuye a enriquecer el conocimiento técnico de sistemas y entornos de programación para el desarrollo de proyectos de control en plantas industriales, de ahí que nace la importancia la llevar a cabo el proyecto de grado propuesto.

La sección para la cual se ha desarrollado el sistema SCADA era monitoreada y controlada por un sistema de lógica cableada a través de un tablero de señalización, el problema principal era desarrollar un sistema que permita migrar por completo el control de la sección a un entorno automatizado y programado bajo un entorno de software diseñado para las características específicas del proceso productivo.

El objetivo general del proyecto es el desarrollo e implementación de un sistema SCADA para el monitoreo y control del proceso productivo en un molino de cemento. Entre los objetivos específicos se tienen los siguientes: diseñar el sistema de control para el sistema de dosificación de materias primas; implementar el sistema de control y protección para el reductor principal y acople del molino; programar e implementar el HMI para el sistema SCADA en el entorno ECS/SDR; desarrollo del sistema de automatización de la sección haciendo uso de las subrutinas desarrolladas por la empresa FLSmidth.

La ingeniería del proyecto define, en primer lugar, las condiciones funcionales del proceso, en función a ello se determina la cantidad de señales digitales y analógicas para el sistema. Con esa información se ha dimensionado el tipo de PLC para la automatización de la sección. Posterior a ello se ha hecho uso de subrutinas de programación para la concepción de la lógica de control del proceso. Una vez definida la lógica de control se comienza a describir el proceso de programación del entorno de software “ECS”, este software, también desarrollado por la empresa FLSmidth, fue utilizado para el diseño del HMI del sistema y es el encargado de interactuar con las señales de campo definidas para el proceso. Se describen las diferentes pantallas de control así como también los algoritmos de conversión utilizados para la representación de las variables al operador. Finalmente, haciendo uso de las herramientas del sistema ECS y de la lógica de control del PLC se han programado las rutinas de control para el sistema de dosificación de materias primas y los sistemas de protección para el proceso productivo.

Dentro los resultados obtenidos se encuentra el alto grado de automatización que se ha conseguido en la sección, se ha estandarizado el monitoreo y control del proceso gracias al sistema desarrollado que también se constituye en una herramienta fundamental para el diagnóstico de fallas lo que contribuye también al proceso de mantenimiento.

Las conclusiones más importantes del proyecto son que se logró implementar exitosamente el sistema propuesto; se ha comprobado de manera exhaustiva toda la lógica de control implementada para el proceso; se han optimizado, gracias a la implementación del sistema, variables del proceso (Nuñez Cornejo, 2010).

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivos Generales

Automatizar un molino de bolas que incluye transporte de materias primas, molienda, recirculación de material, servicios auxiliares y transporte de cemento a silos desarrollando e implementando un sistema de supervisión SCADA y utilizando un Red industrial Ethernet TCP/IP.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Desarrollar la ingeniería básica del proyecto
- Diseñar la arquitectura de control del proceso.
- Desarrollar la de ingeniería de detalle para el sistema de supervisión SCADA del proceso.
- Proveer señales de alarma para los operadores de campo, en una pantalla de supervisión en donde se indica el motivo y el lugar de la alarma, datos que serán guardados en una base de datos, lo cual facilita enormemente la corrección inmediata sin parar el proceso.
- Aumentar la productividad y eficiencia operativa del proceso productivo
- Mejorar el consumo específico de energía (kWh/Tn).

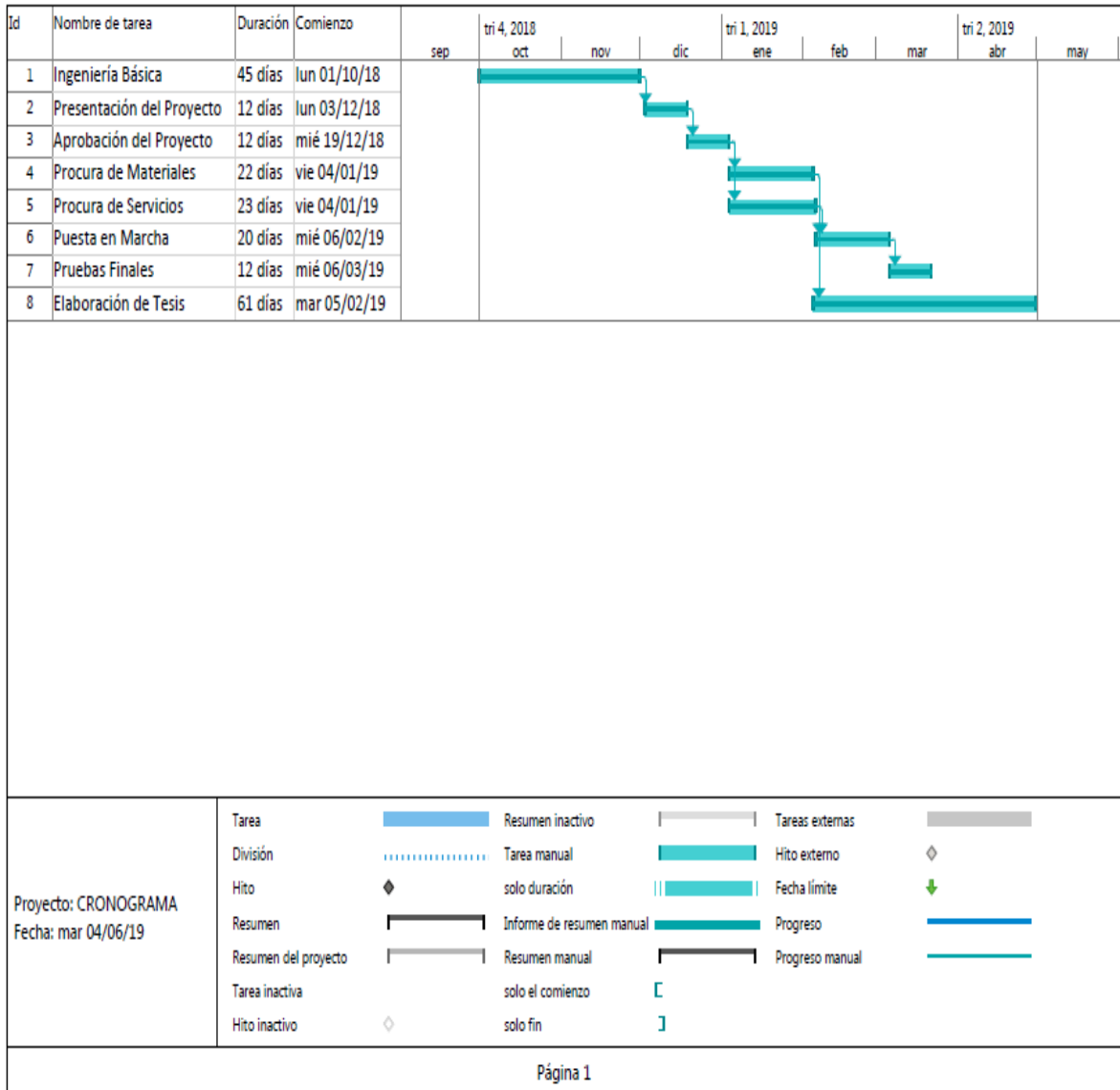
1.6. Hipótesis

Dado que los equipos trabajaran bajo una secuencia programable y una supervisión SCADA es posible reducir tiempos tanto en proceso como en mantenimiento; si reducimos estos tiempos al mínimo obtendremos el máximo de eficiencia operativa. Esto traerá consigo un beneficio para la empresa por la reducción de costos que este generaría, un producto de calidad y un trabajo seguro para los operadores.

1.7. Cronograma

Tabla 1 Cronograma

Fuente: (Elaboración Propia)





2. MARCO TEORICO

2.1. Proceso de Producción del Cemento

Para la producción del cemento se sigue la siguiente secuencia de procesos para su realización.



Figura 3 Proceso de Producción del Cemento

Fuente: (Elaboración Propia)

2.1.1. Materias Primas

Para fabricar cemento pueden utilizarse tanto minerales de origen natural como productos industriales. Como materiales de partida sirven sustancias minerales, que contienen los componentes principales del cemento: cal, sílice, alúmina y óxidos de hierro. Estos componentes raramente se encuentran en las proporciones deseadas, en una sola sustancia. Se hace la elección de acuerdo a los componentes con los que se cuentan y sus porcentajes de los componentes químicos antes mencionados. (Duda, 1977, pág. 1)

Las materias primas necesarias para la producción del cemento en la cementera en la que se realizó este trabajo son: caliza, fierro, pizarra y bauxita; para el crudo que

se convertirá en clinker después de ciertos procesos que se explicaran más adelante; yeso y puzolana.



Figura 4 Clinker

Fuente: (Elaboración Propia)



Figura 5 Yeso

Fuente: (Elaboración Propia)



Figura 6 Material Puzolánico

Fuente: (Elaboración Propia)

La obtención de materias primas para la industria del cemento se realiza usualmente en canteras explotadas en gran escala y a cielo abierto.

La explotación a cielo abierto consiste en la convencional formación de frentes de cantera por bancadas. A este respecto se procede frecuentemente a una división de yacimiento en varios frentes, por bancadas, terrazas o niveles de explotación, ordenados y organizados entre sí de acuerdo con determinadas alturas de frente. (Labahn, 1985, págs. 40,41)

Las materias primas para cemento obtenidas en cantera por voladura, se han de desmenuzar a efectos de su elaboración posterior. La subdivisión se realiza por trituradores y molinos. La trituración corresponde a la subdivisión hasta tamaños de escala relativamente gruesa; moler, por el contrario se refiere a la subdivisión de los materiales en zonas de gran finura. (Duda, 1977, pág. 27)

En la cantera de la planta cementera en la que se realizó este trabajo se cuenta con una trituradora o chancadora primaria que reduce el tamaño del material lo suficiente como para no pasar por otro proceso de triturado, se reduce la materia prima hasta un tamaño de diámetro aproximado de 2 pulgadas.

El material es trasladado hacia las tolvas de descarga y mediante fajas es depositado y almacenado en la cancha de materias primas por el apilador longitudinal Claudius Peters. (Proceso Línea 3 Cementos Yura, 2018)

El almacenamiento intermedio de materias primas sirve hoy en día, para la mezcla previa y prehomogeneización de las materias primas trituradas, si bien en muy pocos casos sirve para lograr la homogeneización definitiva de las mismas, pero tiene las siguientes razones que lo justifican:

- Amplio desacoplamiento e independencia entre el trabajo de cantera y de planta.
- Evita el trabajo de explotación de cantera por varios turnos y disminuye las emisiones de polvo y ruido al operar por menos tiempo.
- Garantía de alimentación continua, al molino de crudos.
- Facilidad de automatización de todas las operaciones inherentes al apilamiento. (Labahn, 1985, págs. 95,96)

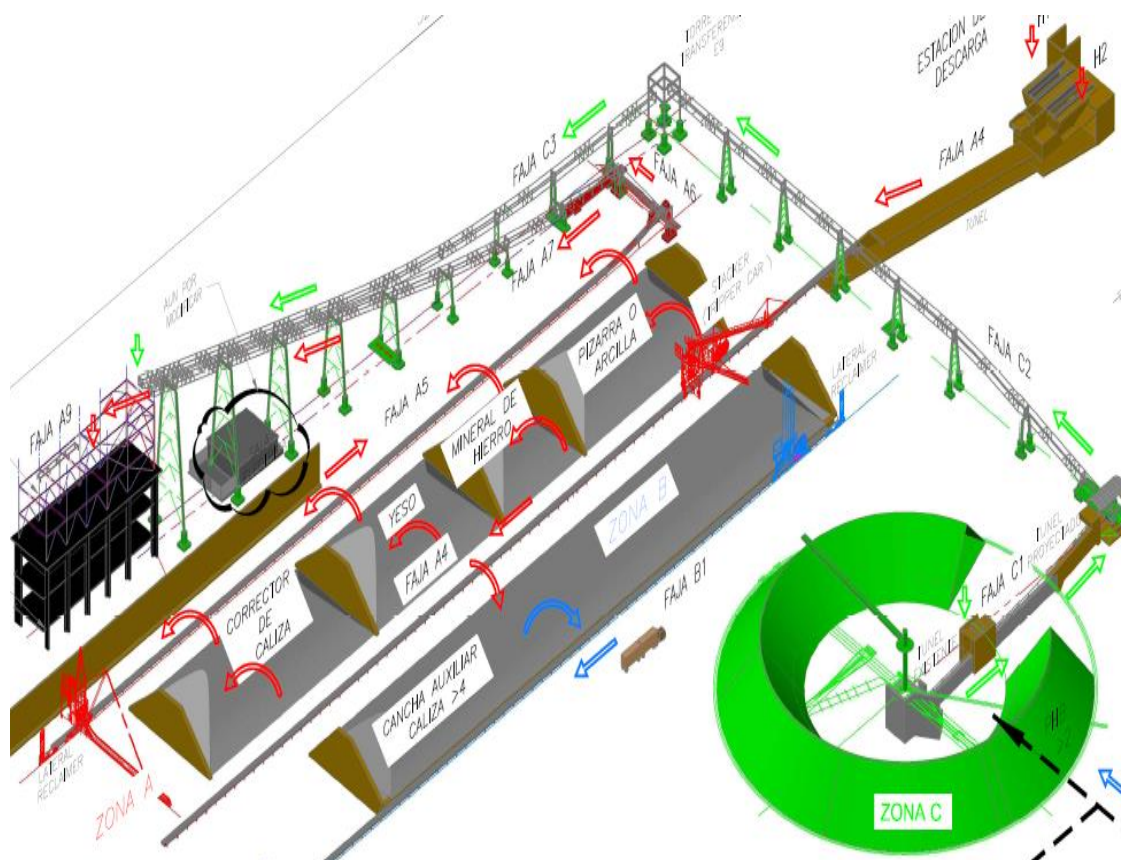


Figura 7 Cancha de Materias Primas

Fuente: (Proceso Línea 3 Cementos Yura, 2018)

2.1.2. Pre – Homogenización

El material es llevado hacia la cancha del apilador PHB, este tiene una capacidad de 45000 TM. En esta etapa de apilamiento se busca mezclar las diferentes calidades de caliza con la finalidad de homogeneizar estas y que se logre un porcentaje de óxido de calcio promedio. (Proceso Línea 3 Cementos Yura, 2018)

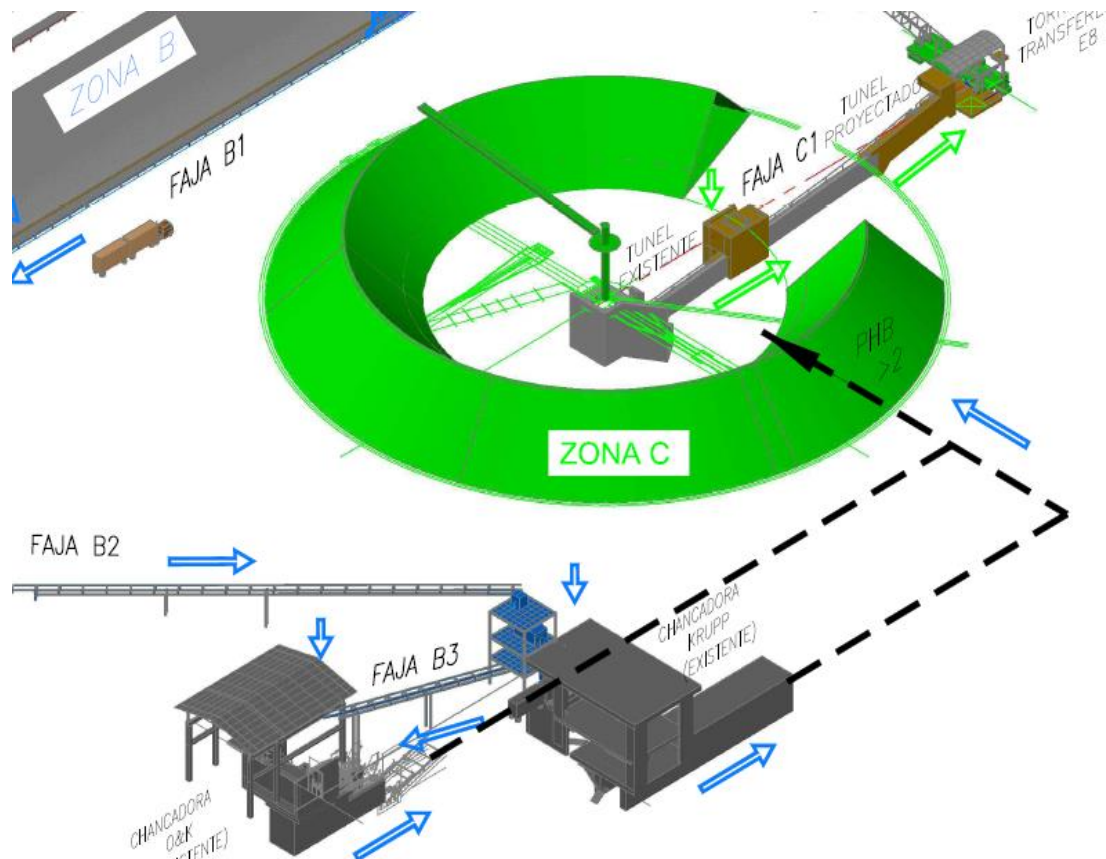


Figura 8 Apilador PHB

Fuente: (Proceso Línea 3 Cementos Yura, 2018)

El tipo de apilamiento que se utiliza es el método combinado Chevron el cual es solamente apropiado para canchas circulares.

Este método representa un procedimiento muy eficaz contra los problemas creados por los conos externos en los apilamientos en lechos de mezcla, evita oscilaciones de composición a largo plazo, así como los efectos de posibles cambios bruscos de la misma en las tandas de materia prima que llegan al apilamiento. Esto es así gracias a la superposición del material nuevo y viejo en el lecho. (Labahn, 1985, págs. 111, 112).

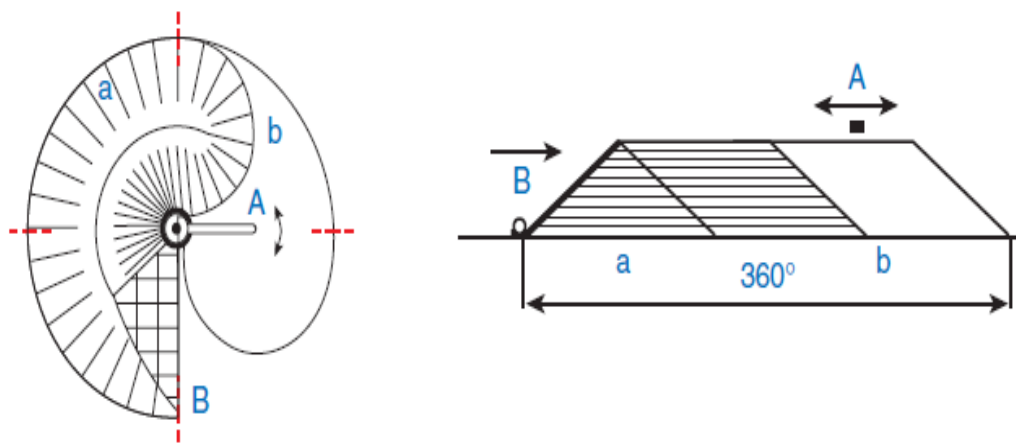


Figura 9 Apilamiento Chevron

Fuente: (Proceso Línea 3 Cementos Yura, 2018)

2.1.3. Molienda de Crudos

Para la fabricación de cemento es preciso disponer de forma natural, u obtener de forma artificial, de mezclas de materias primas cuya composición química está comprendida entre ciertos límites.

En la práctica, la composición del crudo (y también del clinker de cemento portland) se designa y caracteriza en la mayoría de los casos mediante relaciones (módulos), para cuyo cálculo se utilizan los porcentajes de óxidos determinados por el análisis químico. (Labahn, 1985, págs. 155,156)

La harina cruda se obtiene de la mezcla de piedra caliza, mineral de hierro, pizarra y bauxita; la dosificación del material que ingresa se hace de acuerdo a la medición de la saturación de la cal, el módulo de sílice y el módulo de alúmina basándonos en los valores porcentuales de CaO , Al_2O_3 , Fe_2O_3 y SiO_2 que tiene cada material.

Para la molienda de crudos se cuenta con un molino vertical modelo UBE UM 48.4 que produce 340 TM/h, el material ingresa a este con una granulometría de 2" y sale con un 13% retenido de malla 170.

El material después de la molienda pasa por un separador, que separa el material con la fineza requerida para ser llevado a la siguiente etapa y el que es recirculado hasta alcanzarla. (Proceso Línea 3 Cementos Yura, 2018)

La finalidad de la molienda es reducir el tamaño del material, debe quedar suficientemente fino como para que las reacciones en el horno puedan finalizar a una temperatura y tiempo.

Los molinos de rodillo tienen un consumo específico de energía menor que en los molinos por acción de gravedad, y exige menos espacio por unidad y por caudal y costes de inversión sustancialmente más bajos. Los molinos por rodadura están estructurados como molinos aireados. Con separadores de aire dispuestos en su interior, estos molinos suelen actuar casi siempre en circuito cerrado como molinos secadores. (Duda, 1977, pág. 131)

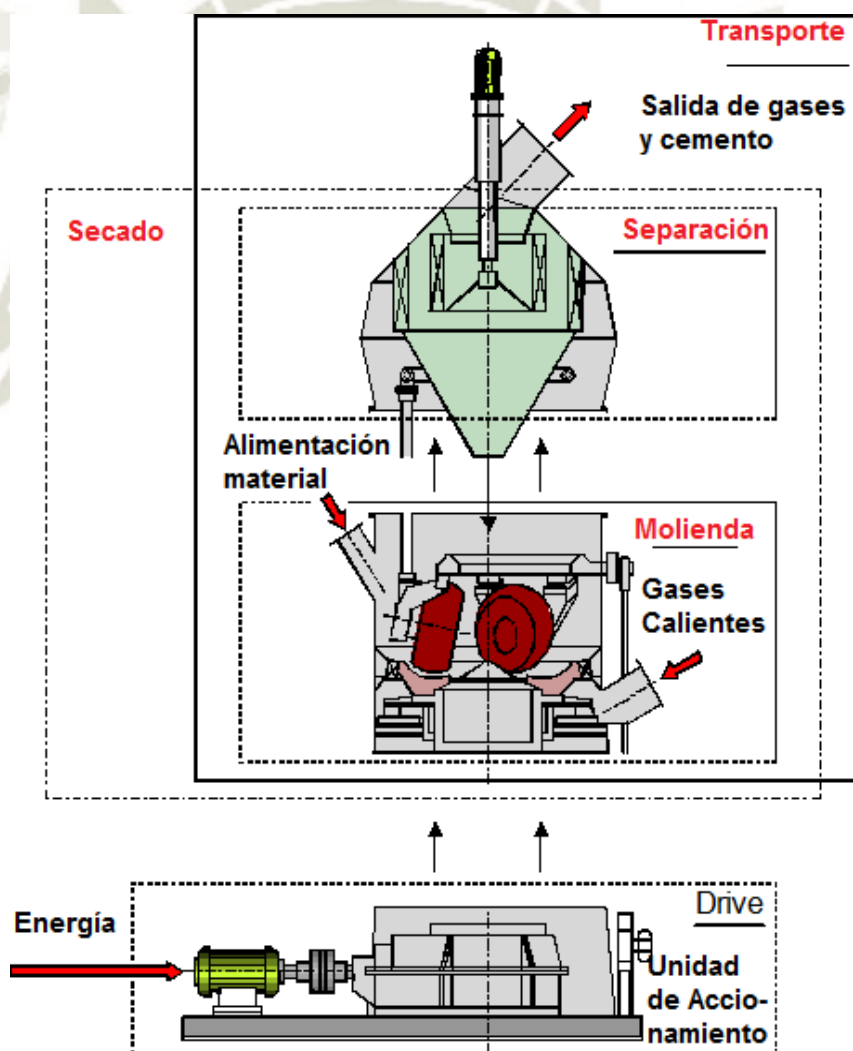


Figura 10 Molino Vertical de Crudos

Fuente: (Proceso Línea 3 Cementos Yura, 2018)

2.1.4. Almacenamiento y Homogenización

Antes para fabricar cemento de alta calidad, se prefería la vía húmeda, puesto que por homogeneización de la pasta se conseguía la mezcla íntima de los componentes del crudo. Los avances en las disciplinas de la aerodinámica y la neumática nos hicieron posible, para la industria del cemento, la homogeneización neumática de la harina de crudo seca. Con ella se logra la misma homogeneidad del crudo que por vía húmeda.

El elemento básico de la mezcla en seco por vía neumática lo constituyen las cajas de dispersión de aire, con que se dotan los fondos de los silos.

A través de placas porosas, el aire se impulsa a presión sobre el crudo y engendran en su seno finísimas corrientes de aire, con lo cual el crudo pasa a un estado pseudo líquido. Según el tipo de proceso de homogeneización, el fondo del silo es aireado en el 55-75% de su superficie. (Duda, 1977, pág. 167)

En la planta cementera en la que se realizó este trabajo el material es llevado hacia el silo de almacenamiento CF, el cual cuenta con una capacidad de 12000 Ton y con una dimensión de 49 m. de altura y 16 m. de diámetro.

En el silo el material es homogeneizado mediante 7 válvulas que se encargan de la aireación y se encuentran distribuidas uniformemente en la base del silo con el fin de lograr una calidad constante para luego ser dosificado mediante una balanza y llevado hasta el intercambiador de calor. (Proceso Línea 3 Cementos Yura, 2018)



Figura 11 Molino CF Yura S.A.

Fuente: (Elaboración Propia)



Figura 12 Homosilo CF

Fuente: (Proceso Línea 3 Cementos Yura, 2018)

2.1.5. Piroprocesos

2.1.5.1. Molienda de Carbón

Los combustibles sólidos se componen de partes orgánicas y minerales. En el carbón los componentes combustibles son el carbono, el hidrógeno y el azufre; en la combustión estos elementos se combinan con el oxígeno del aire y por ello generan calor. El azufre que permanece en las cenizas del carbón se convierte en componente del clinker, debido a su proceso de cocción, con lo que rebaja su calidad. (Duda, 1977, pág. 176)

Se realiza este proceso para la alimentación del calcinador y el quemador en la etapa de piroprocesos, los tipos de carbón más utilizados en la planta cementera en donde se realizó este trabajo son la antracita, la bituminosa, y estos dosificados debidamente debido a sus características entran al Molino vertical Raymond 923 con una capacidad de 28 Tm/h. (Proceso Línea 3 Cementos Yura, 2018)



Figura 13 Molino de Carbón Raymond

Fuente: (Proceso Línea 3 Cementos Yura, 2018)

2.1.5.2. Intercambiador de Calor

La primera patente que se basa en la aplicación de un ciclón como precalentador del crudo con los gases del horno fue solicitada por Vogel-Jørgensen, entonces adscrito a la firma FLSmidtth, de Copenhague, en la oficina de Checoslovaquia, siendo concedida en 1934. Se propone el calentamiento del crudo en un ciclón separador antes de su entrada en el horno rotativo, este último acortado considerablemente comparado con un horno convencional de vía seca. (Labahn, 1985, pág. 430)

El intercambiador de calor con el que se cuenta en la planta cementera en la que se realizó este trabajo, es uno de 5 etapas con calcinador y 6 ciclones, dos ciclones gemelos en la primera etapa para ayudar a la separación de los gases y el material.

En este proceso se produce las transferencias térmicas, los gases emitidos por el horno son recirculados hasta este proceso, ayudando a la descarbonatación del crudo. También cumple la función de precalentamiento del material para su próxima entrada al horno, manteniéndolo en suspensión de 5 a 8 segundos hasta alcanzar una temperatura de 820 Grados Centígrados aproximadamente.

El tipo de intercambio de calor utilizado es en paralelo, pasando los gases y el material en el mismo sentido. (Proceso Línea 3 Cementos Yura, 2018)



Figura 14 Intercambiador de Calor

Fuente: (Elaboración Propia)

2.1.5.3. Horno

A finales del siglo XIX apareció el horno rotativo en la Gran Bretaña, se introdujo en Estados Unidos y pasó, después a Europa y al resto del mundo. Con este horno se hizo posible el empleo de cualquier tipo de combustible: sólido, líquido o gaseoso (carbón, aceite, gas). La materia cruda entra en el tubo rotativo bajo la forma de pasta o polvo crudo. Comparado con sus antecesores los hornos verticales resulto grandemente incrementado, y más aún acompañado de los sistemas de prehomogeneización, homogeneización, precalentado y precalcinado, así como la adecuada instrumentación para mediciones y mandos.

Todo este desarrollo y las consiguientes mejoras hasta la actualidad han conducido a la obtención de muy altos niveles de rendimiento en los hornos rotativos, ya sea en producción como en ahorro energético.

El Horno con el que se trabaja en la planta cementera donde se realizó este trabajo es uno de la marca FLSmidth y es de Fabricación Americana, cuenta con 4200 TM de capacidad de producción Clinker Día y con una dimensión de 65 m. longitud x 5 m. de diámetro.

Se usa para calcinar el material homogeneizado (harina). El horno alcanza una temperatura de 1200 Grados Centígrados, a esta temperatura se producen las reacciones químicas deseadas para la obtención del clinker. (Proceso Línea 3 Cementos Yura, 2018)



Figura 15 Horno Rotativo

Fuente: (Elaboración Propia)

2.1.5.4. Enfriador

El enfriamiento del clinker influye sobre su estructura, composición mineralógica, molturabilidad y con ello sobre las propiedades del cemento que con él se fabrique.

- a. El enfriamiento del clinker es necesario porque:
- b. El clinker rojo no es transportable.
- c. El clinker caliente influye desfavorablemente en la molienda del cemento.
- d. El aprovechamiento del contenido térmico del clinker caliente en cuantía de unas 200 Kcal/Kg clinker disminuye los costos de producción.
- e. Un proceso de enfriamiento adecuado perfecciona las propiedades del cemento. (Duda, 1977, pág. 265)

“Los principales enfriadores de clinker, ordenados según su frecuencia de aplicación son:

1. Enfriadores directos: enfriadores de parrilla, enfriadores planetarios, enfriadores rotativos, enfriadores verticales.
2. Enfriadores indirectos, postenfriadores: enfriadores de gravedad.”
(Labahn, 1985, pág. 438)

En la planta cementera donde se realizó el trabajo se cuenta con un enfriador de parrilla de modelo Cross Bar MMC 12x8.

Este es un proceso que reduce las altas temperaturas del clinker muy rápidamente, ya que el enfriamiento rápido eleva la estabilidad del clinker. Se reduce la temperatura de 1200 a 100 Grados Centígrados. (Proceso Línea 3 Cementos Yura, 2018)



Figura 16 Enfriador de Clinker

Fuente: (Elaboración Propia)

2.1.5.5. Almacenamiento

Es bastante común la práctica de almacenar clinker de cemento en pilas a cielo abierto o en edificios cubiertos, pero no completamente cerrados. La molestia del polvo va asociada al almacenamiento abierto y se acepta como inevitable. Sin embargo, el tamaño cada día mayor de las fábricas de cemento y la introducción generalizada de reglamentaciones contra la contaminación ambiental ha impuesto la necesidad urgente de confinar el clinker en estructuras cerradas apropiadamente.

La capacidad de almacenaje recomendable debe corresponder a la producción prevista para unos 15-20 días. (Labahn, 1985, pág. 600)

En la planta cementera donde se realizó el trabajo se almacena el clinker para su posterior proceso de molienda para la obtención de cemento, y se cuenta con un domo de clinker con una capacidad de almacenamiento de 180000 TM. (Proceso Línea 3 Cementos Yura, 2018)



Figura 17 Domo de Almacenamiento de Clinker

Fuente: (Elaboración Propia)

2.1.6. Molienda de Cemento

La molienda de clinker para cemento es uno de los procesos principales y, al mismo tiempo, el final de las operaciones tecnológicas en la fabricación del cemento. La forma de su realización es decisiva para la calidad del cemento.

No se trata de conseguir que el proceso de molienda llegue hasta una superficie específica demasiado grande, sino que el producto de molido cumpla determinadas leyes relativas a la granulometría del producto, para crear con ello las mejores condiciones para los procesos de endurecimiento.

El cemento el producto final resultante de la molienda del clinker, yeso, puzolana y otros aditivos. La planta cementera donde se realizó el trabajo cuenta con una gran variedad de tipos de cemento, cada uno para una necesidad específica, estos se diferencian en la receta de materias primas incluidas en el tipo de cemento. (Duda, 1977, pág. 109)

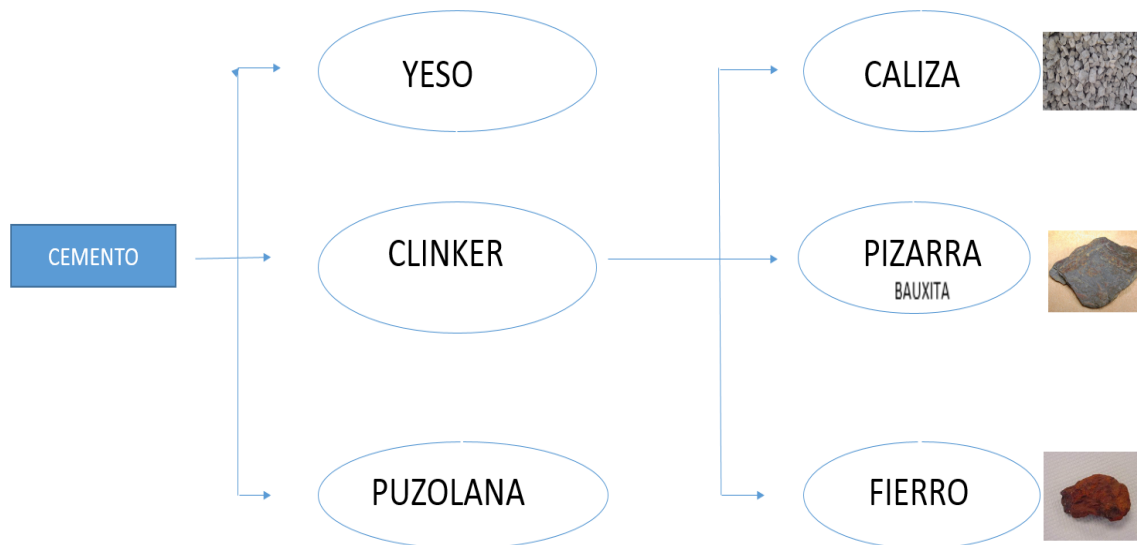


Figura 18 Componentes para la Molienda del Cemento

Fuente: (Elaboración Propia)

2.1.6.1. Tipos de Cementos

- Cemento Tipo I (5% Yeso + 95% Clinker): El C3S no debe ser menor al 69% y el SO₃ no debe ser mayor al 2.2%.
- Cemento Tipo V (5% Yeso + 95% Clinker): El C3A no debe ser mayor al 5%.
- Cemento Tipo HS (5% Yeso + 18% Puzolana + 77% Clinker)
- Cemento Tipo HE (5% Yeso + 20% Puzolana + 75% Clinker): El C3S no debe ser menor al 54 % y el SO₃ no debe ser mayor al 2.2%.
- Cemento Tipo IP (5% yeso + 40% Puzolana + 55% Clinker): El C3S no debe ser menor al 37% y el SO₃ no debe ser mayor al 2.2%.

Existen diferentes tipos de molinos de cemento, en la planta cementera se utilizan de tres tipos:

- Molino Vertical Loesche
- Molino de Bolas Peng Fei y Humboldt (Proceso Línea 3 Cementos Yura, 2018)

2.1.6.2. Molino Vertical Loesche

La alimentación del material al molino se efectúa desde arriba y centralmente sobre la placa de molienda, por acción centrífuga e desplaza el material hasta situarse bajo los rodillos. Un anillo de retención dispuesto en la periferia del camino de rodadura (o de molienda) ocasiona la formación de un lecho de molienda. El material molido es vertido hacia fuera por encima del anillo de retención. En esta situación, una corriente de aire ascendente (creada por un ventilador especial del molino) capta y arrastra el material hasta el separador por aire dispuesto encima del camino de rodadura, en donde se realiza la separación de finos y gruesos. Los gruesos retornan al molino para su posterior molienda, mientras que los finos, juntamente con el aire, abandonan el molino y el separador. El separador interno es uno de tipo cónico desarrollado por Hardinge Company y se le designa como separador por aire Gyrotor. (Duda, 1977, pág. 131)

El molino vertical Loesche con el que cuenta la planta cementera donde se realizó el trabajo, está formando por 4 rodillos; 2 rodillos esclavos y 2 rodillos master y trabaja con una temperatura de 80 °C y tiene una capacidad de 180TN.



Figura 19 Molino Vertical de Rodillos Loesche

Fuente: (Elaboración Propia)

2.1.6.3. Molino de Bolas Peng Fei y Humboldt

Los molinos de bolas son cilindros de acero, rotatorios, en donde se realiza el desmenuzamiento del material por el movimiento de los cuerpos moledores. Por el giro del cilindro del molino, el montón formado por los elementos moledores y el material se eleva hasta un valor óptimo para su acción molturadora. La molienda se realiza por choque y rozamiento entre los cuerpos moledores y las paredes blindadas del molino. (Duda, 1977, pág. 71)

- “Molino de bolas Peng Fei, de fabricación China, cuenta con una capacidad de producción de 40 TM/h.” (Proceso Línea 3 Cementos Yura, 2018)

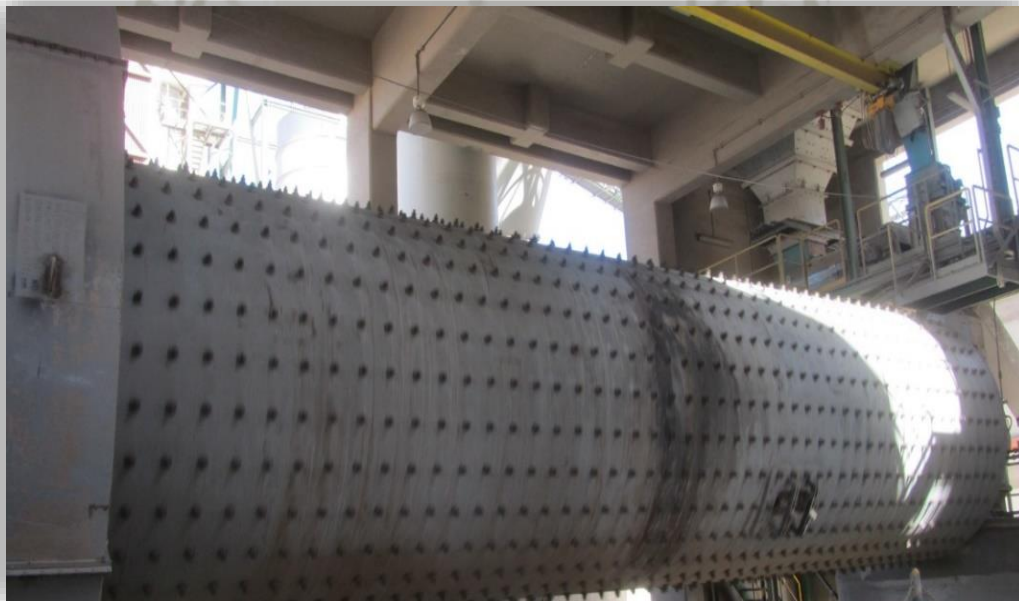


Figura 20 Molino de Bolas Peng Fei

Fuente: (Elaboración Propia)

“Molino de bolas Humboldt, tiene una capacidad de producción de 60 TM/h y una dimensión de 16 m. de longitud x 4 m. de diámetro.” (Proceso Línea 3 Cementos Yura, 2018)

Este molino es sobre el cual se desarrollara el presente proyecto.



Figura 21 Molino de Bolas Humboldt Vista Frontal

Fuente: (Elaboración Propia)



Figura 22 Molino de Bolas Humboldt Vista Posterior

Fuente: (Elaboración Propia)

2.1.6.4. Almacenamiento de Cemento

El cemento que sale de los molinos, ya listo para su utilización se transporta a silos en los cuales no debe experimentar cambios subsiguientes durante su ensilado. Sin embargo, pueden tener lugar ciertas influencias que ejercen efectos negativos sobre el cemento. (Labahn, 1985, pág. 199)

En la planta cementera en la que se desarrolló el presente proyecto, se cuenta con 7 silos de almacenamiento, con lo que se tiene una capacidad de almacenamiento de 28500 TN/día.



Figura 23 Silo de Almacenamiento

Fuente: (Elaboración Propia)

2.1.7. Ensacado y Despacho

El material desde los silos de almacenamiento es transportado hasta la zona de ensacado, en la planta cementera se cuenta con 5 máquinas de marca Haver que se encargan del ensacado en bolsas de 42.5 kg y 25 kg; también existen el despacho de cemento a granel mediante bombonas. En promedio se despacha en bolsas alrededor de 10000 Tn/día. (Proceso Línea 3 Cementos Yura, 2018)

2.2. Molinos de Bolas Tubulares

El principal objetivo de los molinos tubulares es la reducción del tamaño del mineral con el fin de obtener el producto final o separar el cuerpo del mineral de interés.

En los molinos tubulares, un medio de molienda como bolas de acero, varillas o piedras duras imparte las fuerzas necesarias para la reducción del tamaño. Al girar un molino cargado de rocas y medios de molienda, la carga completa se eleva contra el perímetro del molino en dirección del movimiento. Al alcanzar una cierta altura, parte de la carga cae en cascada y cae al fondo del molino; la otra parte tiende a deslizarse hacia abajo pero pronto viaja en la dirección del movimiento del molino. También se produce cierta reducción de tamaño debido a las fuerzas abrasivas. Como resultado de la acción combinada del impacto y la abrasión repetidos a lo largo del tiempo, se produce una reducción de tamaño y, dado el tiempo suficiente, se libera el mineral de interés o se logra la reducción requerida del producto final.

El medio utilizado en la carga generalmente describe un molino tubular. Por lo tanto, el medio podría ser bolas de acero o de hierro fundido cuando el molino se designa como molino de bolas. (Gupta & Yan , 2016, pág. 161)

Este tipo de molinos se usan en distintos tamaños que pueden variar molinos de laboratorio hasta molinos muy grandes como por ejemplo un molino para la molienda de mineral de oro de 6.2 metros de diámetro y 22.5 metros de largura. Estos se basan en diferentes parámetros básicos de diseño los cuales son:

1. Tamaño; diámetro X longitud
2. Sistema de alimentación
3. Alimentador
4. Sistema de descarga

2.2.1. Tipos de Molinos Tubulares de Bolas

Este tipo de molinos ha venido siendo utilizados durante mucho tiempo principalmente en el campo del cemento y a continuación enumeraremos algunas características basándonos en estos.

Se pueden clasificar de la siguiente manera:

a) Tipo de material a moler

La mayoría de las instalaciones actuales es usada en las plantas de cemento para la molienda de materias crudas, produciendo harina para cocimiento en el horno, molienda de combustibles sólidos para quema en el soplete del horno (o reactor calcinador) y la molienda del Clinker con yeso y aditivos para la producción del cemento.

b) Número de cámaras

Un molino moderno de cemento consta de solamente una o dos cámaras. Los molinos de crudo, casi siempre son equipados con un compartimiento de secado para evaporar la humedad contenida en las materias crudas y con una o dos cámaras de molienda. El compartimiento de secado es provisto con elementos levantadores para obtener una dispersión del material a ser secado a través de un flujo de gases calientes. Los molinos de bolas, con solamente un compartimiento, son usados principalmente en la molienda de combustibles sólidos (molinos barridos a aire) o en circuitos de molienda donde el material alimentado es previamente molido, por ejemplo, en una prensa de rodillos.

c) Método de transporte de salida

Existen dos tipos de transporte del material hasta el clasificador y son el mecánico y neumático. El más utilizado y de menor costo es el mecánico y se realiza mediando elevadores de cangilones y el neumático se utiliza principalmente cuando se necesite un fuerte flujo de gases para el secado.

d) Punto de descarga

El punto de descarga del material molido puede ser localizado en la extremidad de salida del molino o en su centro, en el diafragma central. Con excepción de la molienda por vía húmeda, donde no acontece flujo de gases, el material y los gases pueden dejar el molino tanto por su extremidad final, como por su centro (ver Figura 24).

e) Proceso de molienda

Se utilizan dos tipos de molienda en la molienda de crudos para el cemento y son: molienda seca y molienda húmeda (Molinos tubulares de bolas, 2016).

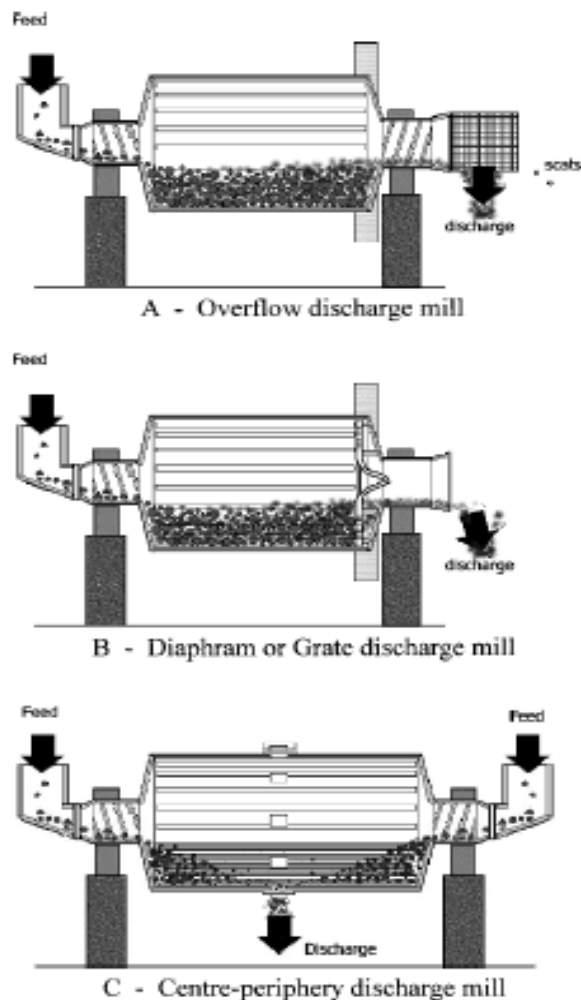


Figura 24 Tipos de Molienda Basada en la Descarga

Fuente: (Gupta & Yan , 2016, pág. 163)

2.2.2. Funcionamiento de los Molinos Tubulares de Bolas

Los molinos de bolas tubulares se montan sobre neumáticos de acero o están soportados en ambos extremos por muñones. Los engranajes circunferenciales atornillados a la carcasa conducen el molino a través de un eje de piñón desde una unidad motriz principal.

Los motores primarios suelen ser motores síncronos que trabajan a través de un embrague de aire o un sistema de engranajes.

El engranaje de la circunferencia generalmente se ubica en un extremo del molino, pero dependiendo del fabricante, podría ubicarse en otros lugares. Durante la rotación, una parte de la carga, (el mineral más el medio de molienda) se levanta a lo largo del perímetro de la carcasa y, después de exceder el ángulo de reposo, parte de ella se desliza hacia abajo mientras otra parte cae en cascada hacia abajo y cae hasta la punta de la carcasa. De este modo imparten las acciones de molienda y trituración.

La energía del impacto de las bolas de acero sobre las partículas de roca dependerá de la altura a través de la cual caigan y el ángulo en que se produce el impacto. La reducción de tamaño que sigue dependerá de:

- a) Las características de carga (masa, volumen, dureza, densidad, distribución de tamaño).
- b) Las características del medio de molienda (masa, densidad, número, distribución del tamaño de la bola)
- c) La velocidad de rotación del molino
- d) La densidad de suspensión cuando se adopta la molienda húmeda. (Gupta & Yan , 2016, págs. 164, 165)

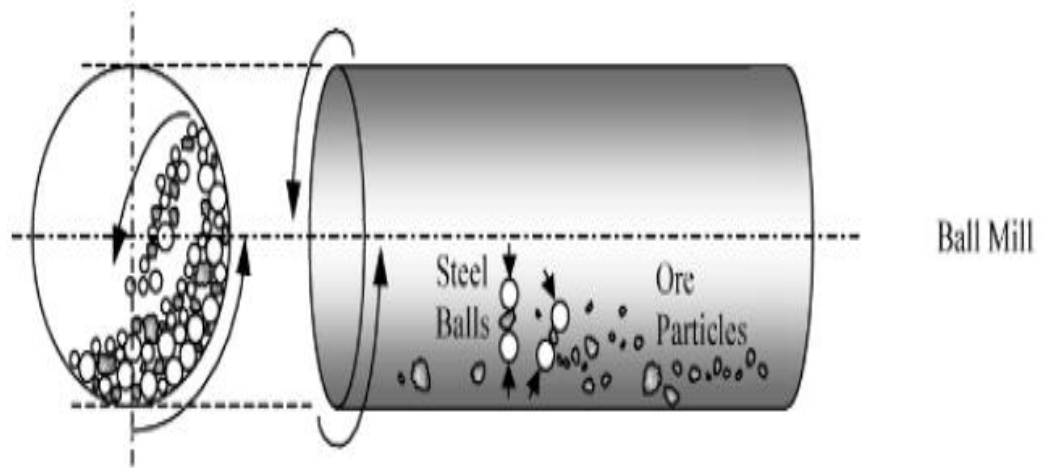


Figura 25 Esquema de Funcionamiento Molino de Bolas

Fuente: (Gupta & Yan , 2016, pág. 161)

2.3. Sistemas de Control

El bucle de control típico está formado por el proceso (sistema desarrollado para llevar a cabo un objetivo determinado), el transmisor, el controlador (estabiliza el comportamiento dinámico del bucle para reducir o eliminar el error) y el elemento final de control (Creus A. 2005). Se clasifican en:

2.3.1. Según el lazo o bucle

a) Lazo abierto

Un lazo abierto de regulación carece de detector de señal de error, da como resultado una señal de salida en base solo a una consigna o señal de referencia, es decir, no hay retroalimentación, son inestables ante las perturbaciones.

b) Lazo cerrado

Existe retroalimentación, se realizan operaciones de medida, comparación, cálculo y corrección una y otra vez, hasta que la señal de salida alcance el valor de referencia, son más estables antes perturbaciones y variaciones internas. (Creus Solé, 2011)

2.3.2. Según el control

En los sistemas industriales se emplea, básicamente, uno o una combinación de los siguientes sistemas de control:

a) Control Todo-Nada

“El actuador adopta únicamente dos posiciones, para un valor único de la variable controlada. Este tipo de control se caracteriza por un ciclo continuo de variación de la variable controlada.

El control todo-nada funciona satisfactoriamente si el proceso tiene una velocidad de reacción lenta y posee un tiempo de retardo mínimo.” (Creus Solé, 2011, pág. 504)

b) Control Flotante

“Este tipo de control mueve el elemento final de control a una velocidad única independiente de la desviación.

El control flotante de velocidad constante se obtiene al acoplar un control todo-nada con una zona neutra con una zona neutra.” (Creus Solé, 2011, pág. 506)

c) Control Proporcional de tiempo variable

“En este sistema de regulación existe una relación predeterminada entre el valor de la variable controlada y la posición media en tiempo del elemento final de control de dos posiciones. Es decir, la relación del tiempo de conexión al de desconexión final es proporcional al valor de la variable controlada.” (Creus Solé, 2011, pág. 506).

d) Control Proporcional

“En el sistema de posición proporcional existe una relación lineal continua entre el valor de la variable controlada y la posición del elemento final de control. Es decir,

la válvula se mueve el mismo valor por cada unidad de desviación.” (Creus Solé, 2011, pág. 507)

e) Control Proporcional + Integral

El control integral actúa cuando existe una desviación entre la variable y el punto de consigna, integrando dicha desviación en el tiempo y sumándola a la acción de la proporcional.

Se caracteriza por el llamado tiempo de acción integral en minutos por repetición (o su inversa repeticiones por minuto) que es el tiempo en que, ante una señal en escalón, el elemento final de control repite el mismo movimiento correspondiente a la acción proporcional. (Creus Solé, 2011, págs. 510, 511)

f) Control Proporcional + Derivado

En la regulación derivada existe una relación lineal continua entre la velocidad de variación de la variable controlada y la posición del elemento final de control. Es decir, el control derivativo actúa cuando existen cambios en la variable.

La acción derivada se caracteriza por el llamado tiempo de acción derivada en minutos de anticipo que es el intervalo durante el cual, la variación de la señal de salida del controlador, debida a la acción proporcional, iguala a la parte de variación de la señal debida a la acción derivativa cuando se aplica una señal en rampa al instrumento. (Creus Solé, 2011, pág. 512)

e) Control proporcional + Integral + Derivado

“La unión en un controlador de las tres acciones proporcional, integral y derivativa (PID) forma un instrumento controlador” (Creus Solé, 2011, pág. 514) y presenta las características antes mencionadas.

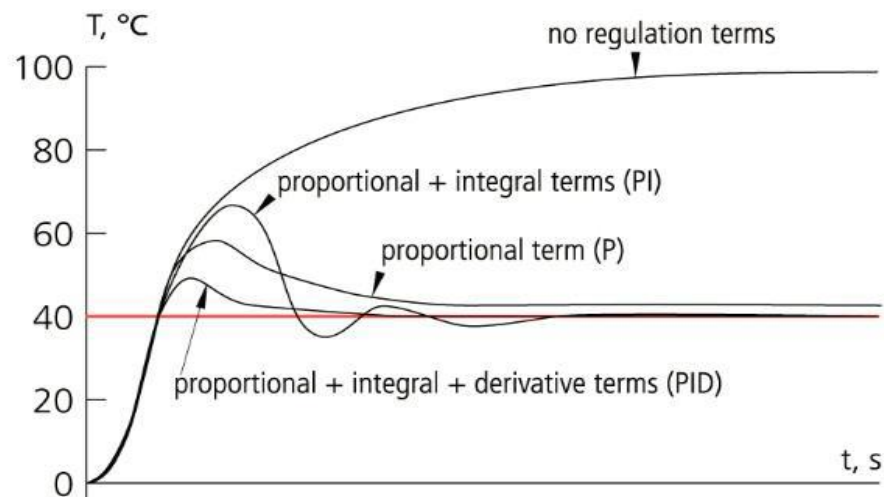


Figura 26 Control PID

Fuente: (Creus Solé, 2011)

f) Control Difuso

La lógica difusa o borrosa utiliza operadores para describir un sistema mediante reglas. La lógica difusa hace mucho más humano el control, pues tiene muchos más puntos en contacto con el lenguaje corriente.

Existen dos tipos de controladores en lógica difusa, los basados e reglas estáticas y los adaptativos. (Creus Solé, 2011, págs. 619, 621)

2.3.3. Según el ordenador

Con el aumento del tamaño del proceso y el crecimiento de su complejidad, llega a ser necesario obtener su óptimo control para conseguir una marcha más perfecta de la planta y lograr los beneficios adicionales que ello comporta.

Existen dos tipos de computadores, el analógico y el digital, es más ventajoso usar el segundo para los procesos industriales al tratar exclusivamente con números puros y ser ideal para la soluciones de problemas numéricos.

El ordenador digital está basado en microprocesadores y es ideal para la solución de los problemas numéricos, y su alta velocidad permite realizar el control de forma prácticamente continua, a pesar de que las variables de proceso son muestreadas

con un tiempo de 2 a 120 segundos, a través de algoritmos PID y de control avanzado.

Presenta las siguientes ventajas:

- Mayor rendimiento del proceso, por lo tanto una gran producción con menores costes gracias a la utilización eficiente del material y del equipo.
- Mayor calidad en los productos fabricados.
- Mayor seguridad, ya que la acción de corrección y la activación de alarmas es inmediata
- Proporciona una gran cantidad de información a la dirección. (Creus Solé, 2011, págs. 576, 577)

a) **Control Directo Digital (DDC)**

El computador lleva a cabo todos los cálculos que realizaban individualmente los controladores P, PI y PID generando directamente las señales al elemento final de control y realiza las siguientes funciones:

- Explora las variables de entradas analógicas y digitales.
- Compara los puntos de consigna e introduce el error en el algoritmo.
- Envía las señales de salida a los elementos de control del proceso.
- Se disponen instrumentos analógicos en paralelo con el computador en los puntos y actúan como reserva en caso de fallo.

El computador esta enlazado con el proceso, las señales procedentes de los transmisores de campo se reúnen en un terminal y pasan a una unidad de filtrado y acondicionamiento donde son convertidas en señales digitales, para ser usadas en los cálculos posteriores de control.

Estas señales de entrada pueden ser:

- Señal de tensión, procedentes de termopares, reóstatos, tacómetros, ph y conductividad.

- Señal de corriente, procedente de transmisores.
- Variaciones de resistencia de sondas que se caracterizan por una relación no lineal con relación a la temperatura.

A continuación se conectan a un multiplexor donde, de forma aleatoria o secuencial, pasan al computador para comprobar cada señal de entrada y compararla con límites prefijados para detectar si sale fuera de estas magnitudes y determinar así, a través de la lógica del computador, las causas de la desviación iniciando una alarma o bien imprimiendo instrucciones para la operación de la planta.

El sistema DDC compara la señal enviada a la válvula de control con la entrada y determina la aceptabilidad de la información para la acción del control. Si esta no es aceptable se retiene la última posición de la válvula y el operador es prevenido, tomando el computador una acción de emergencia.

De este modo, los límites de operación del proceso pueden estrecharse con seguridad de manera que este puede llevarse a un punto de operación crítico sin problemas.

El DDC permite una transferencia automática-manual sin perturbaciones y admite una fácil modificación de las acciones y de las configuraciones de los sistemas de control, lo cual es muy importante en la puesta en marcha de la planta.

Entre las ventajas de este sistema figuran:

- Flexibilidad en el diseño del sistema de control, pudiéndose pasar fácilmente de una acción de control a otra, diseñar la ecuación de control que más convenga al proceso y añadir cómodamente acciones de control en adelanto o en cascada.
- Rendimiento del control al trabajar muy próximamente al punto óptimo de operación.
- Seguridad al poder comprobar cada variable entre unos límites prefijados.
(Creus Solé, 2011, págs. 579, 580, 581)

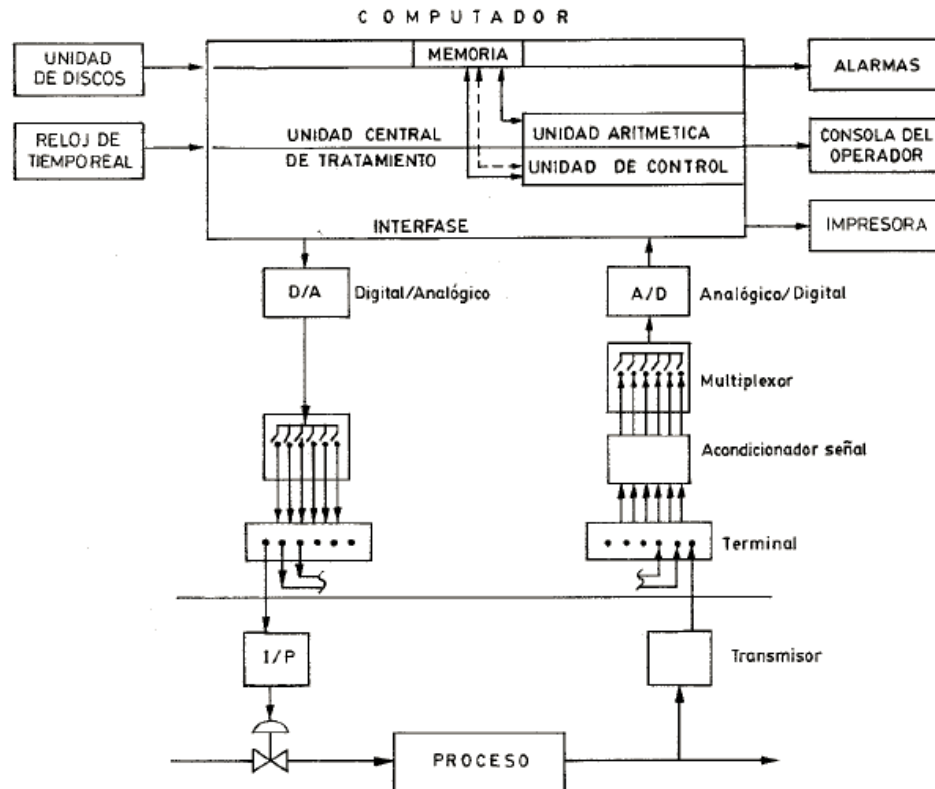


Figura 27 Control DDC

Fuente: (Creus Solé, 2011)

b) Control Supervisor (SPC)

A pesar de las ventajas del DDC, el gran problema que presenta es, como todo sistema electrónico, los posibles fallos de sus componentes a pesar de los avances de la tecnología de los circuitos integrados y la simplificación creciente lograda en el diseño de los computadores.

Para alcanzar la máxima seguridad de funcionamiento y lograr la optimización idónea del proceso, el computador podría determinar los puntos de consigna más convenientes en cada instante, aplicarlos a los lazos de control situados dentro del propio computador o bien en el exterior en controladores individuales.

El controlador principal usa los datos transmitidos desde el campo y presenta los resultados al operador para que actúe como supervisor e inicie alguna acción de control y utiliza unidades remotas de transmisión situadas a largas distancias del ordenador, suelen ser inteligentes, por lo menos en lazos críticos.

Poco a poco las funciones aportadas por los sistemas SCADA se han hecho semejantes al control distribuido y la única diferencia reside en el tipo de circuito. SCADA transmite las señales a través de circuitos de baja velocidad y pocos fiables para la integridad de los datos (líneas telefónicas y radio), mientras que el control distribuido lo hace mediante circuitos locales de alta velocidad y seguridad de transmisión. (Creus Solé, 2011, págs. 581, 582)

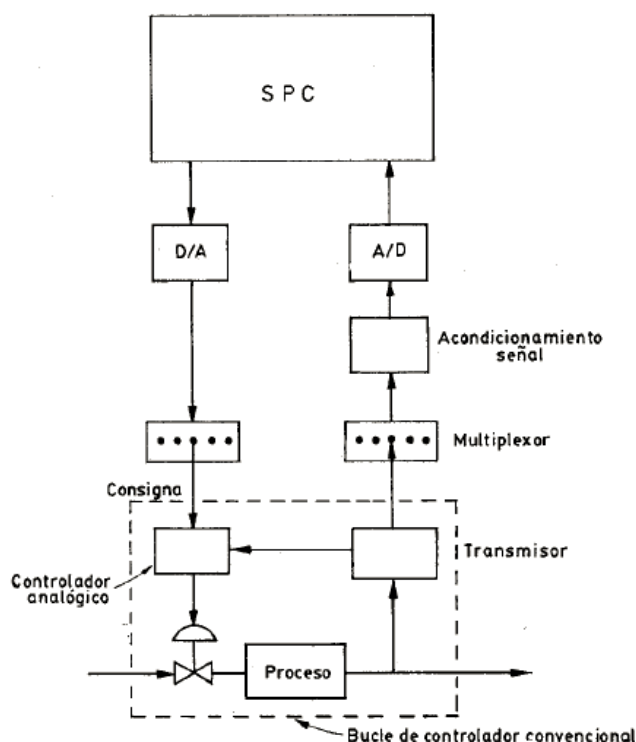


Figura 28 Control SPC

Fuente: (Creus Solé, 2011)

c) Control Distribuido (DCS)

El control distribuido es un sistema jerarquizado en varios niveles con uno o varios microprocesadores controlando las variables que están repartidas por la planta. La filosofía de este control es distribuir el riesgo de fallo (limitando sus consecuencias) agrupando los instrumentos de tal forma que los diversos estados de operación, reserva y espera que puedan adoptar los microprocesadores de control disminuyan la probabilidad de la ocurrencia de dos o más fallos simultáneos.

El controlador básico del sistema, que es un microprocesador que proporciona los clásicos controles PID y otros algoritmos de control.

Los controladores programables (PLC = Programable Logical Control) sustituyen a los relés convencionales utilizados en la industria. En lugar de disponer de pulsadores y relés para los circuitos de enclavamiento y para el accionamiento de los motores de la planta, con el correspondiente panel o cuadro de mandos y con los consiguientes cables de conexión, voluminosos y caros, el controlador programable aporta una solución versátil, práctica y elegante de software en un lenguaje especial, basado en lógica de relés, llamado “Ladder Logic” (Lógica de escalera), pensado más para el control digital que para el analógico, si bien, actualmente, dispone de todas las funciones analógicas imaginables.

El teclado del controlador dispone de símbolos que representan la lógica de los contactos; NA, NC, temporización ON u OFF, contador, constante, etc. De este modo, pueden desarrollarse programas que representen cualquier circuito de enclavamiento, y comprobarlos con un simulador de contactos, antes de acoplar el controlador programable a la planta

El control secuencial enlaza el control analógico con el control lógico. Se realiza con un conjunto de instrucciones o sentencias, parecidas o programas de ordenador, que establecen, en el tiempo, los puntos de ajuste de cada elemento para que tenga lugar la secuencia deseada. El lenguaje empleado es de alto nivel, parecido al BASIC, y orientado al usuario del ordenador personal, por lo que es fácil de escribir e interpretar.

Vía de comunicaciones por la que circulan mensajes controlados mediante varios mecanismos de comprobación de errores y que es redundante para que, de este modo, una avería en un cable por cualquier motivo transfiera automáticamente las comunicaciones al otro cable, sin que el otro se interrumpa. Los mensajes que circulan por la vía de comunicaciones son controlados mediante varios mecanismos de comprobación de errores:

- Comprobación bit por bit
- Función de conmutación entre cables de la vía redundante

Existen varios esquemas arquitectónicos de la vía de comunicaciones:

- El **sistema en anillo** consiste en un lazo cerrado en el cual están conectados los microprocesadores locales a través de elementos de interfase que insertan mensajes y repiten los emitidos que pasan a su través; otras interfaces se limitan a copiar los mensajes a medida que estos circula por el anillo. Los métodos de emisión de mensajes consiguen que, dentro de un periodo dado, se transmitan mensajes libres de interferencia. La ventaja principal que ofrece el sistema en anillo es su sencillez, lo cual dé lugar a una buena fiabilidad.
- La **vía interrumpida** incorporan un “interruptor” que intercepta los mensajes y los envía al lugar adecuado. Es usual enviar los mensajes con la técnica de multiplexión por división de frecuencia.
- La **vía bidireccional** se diferencia del sistema en anillo en que no es una vía cerrada; de aquí que, en comparación, permite transmitir los mensajes en dos direcciones, ganado así rapidez y repuesta. Los microprocesadores y las interfaces están conectados de forma parecida al anillo.

La estación del operador proporciona la comunicación con todas las señales de la planta para el operador de proceso, el ingeniero de proceso y el técnico de mantenimiento. La presentación de la información a cada uno de ellos se realiza mediante programas de operación. (Creus Solé, 2011, págs. 583-587)

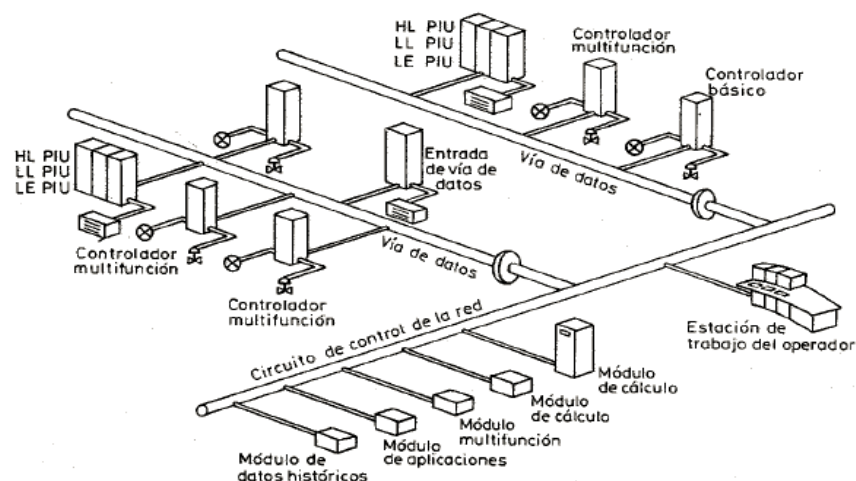


Figura 29 Control Distribuido

Fuente: (Creus Solé, 2011)



CAPITULO III
INGENIERÍA DEL PROYECTO

3. Desarrollo del proyecto

3.1. Planificación

Para el desarrollo del siguiente proyecto debemos cumplir con los siguientes pasos en el orden descrito a continuación, y con esto obtener el entregable para el desarrollo del sistema SCADA.

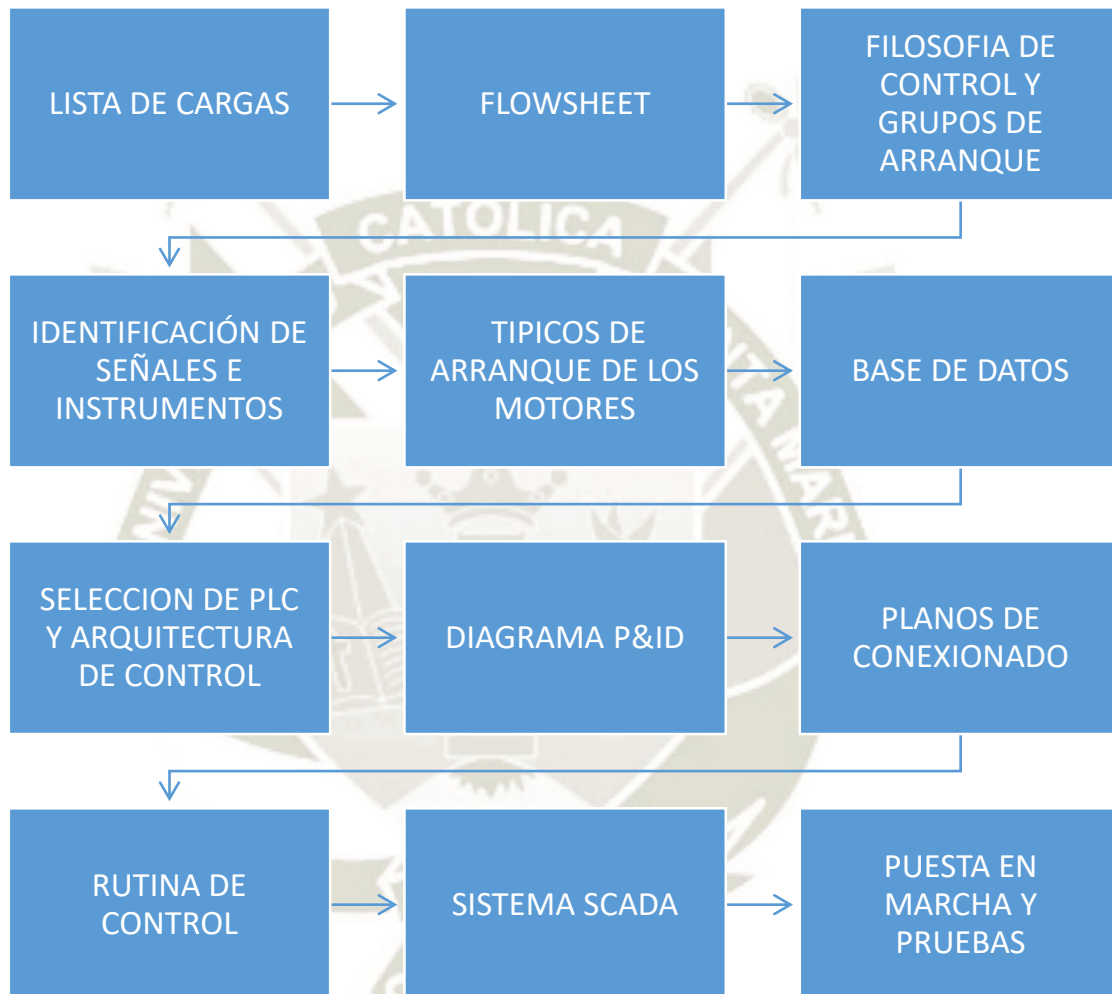


Figura 30 Planificación del Proyecto

Fuente: (Elaboración Propia)

3.2. Ejecución

3.2.1. Elaboración de Lista de Cargas

Para tener conocimiento de la magnitud del proyecto, se realizó un levantamiento de todas las cargas que se encuentran en el proceso para poder realizar el Flowsheet de la línea. Estas cargas se ordenan de acuerdo a las áreas establecidas en el proyecto.

En esta lista, observaremos las cargas del sistema de transporte de la materia prima hasta las balanzas de dosificación de material al molino.

Tabla 2 Área 700, Listado de Cargas

Fuente: (Documentación Yura S.A.)

	Codigo	Equipo	Potencia(KW)	Voltaje(V)	Amperaje (A)
1	311A-1	Carro Reclamador, Motor Brazos	10	440	17.6
2	311A-2	Carro Reclamador, Motor Traslacion	2.24	380	6.3
3	312-1	Faja Transportadora 1, Motor	9.13	440	12
4	701A-1	Compuerta de Desarga Clinker, Motor	2.2	440	4.5
5	704B-1	Filtro Compacto 1 Faja 3, Motor	3.73	460	6.6
6	704A-1	Filtro Compacto 2 Faja 3, Motor	7.46	460	12.2
7	704-1	Faja Transportadora 3, Motor	7.5	460	12.5
8	705I-1	Alimentador Vibratorio Yeso, Motor	1.12	460	2.4
9	705H-1	Alimentador Vibratorio Auxiliar, Motor	1.12	460	2.4
10	707A-1	Filtro Compacto 3 Faja 2, Motor	5.59	460	9.5
11	707B-1	Filtro Compacto 2 Faja 2, Motor	5.59	460	9.5
12	707C-1	Filtro Compacto 1 Faja 2, Motor	7.46	460	12.2
13	707-1	Faja Transportadora 2, Motor	7.46	440	13.5
14	708B-1	Filtro Compacto Faja 4, Motor	3.73	460	6.6
15	708-1	Faja Transportadora 4, Motor	7.46	460	13.5
16	708A-1	Compuerta Desviadora, Motor	-	-	-
17	709-1	Elevador de Canguilones 1, Motor	35.0152	440	46
18	710-1	Elevador de Canguilones 2, Motor	30	440	53
19	710A-1	Compuerta Desviadora, Motor	0.5	440	1.29
20	711-1	Faja Transportadora Reversible a C1, Motor	3.0448	440	4
21	711-2	Carro Movil de Faja C1, Motor Traslación	2.2	440	4.6
22	712-1	Faja Transportadora 5, Motor	4.9478	440	6.5
23	712A-1	Compuerta Desviadora, Motor	1.21792	440	1.6
24	713-1	Faja Transportadora Reversible a C2, Motor	2.24	460	4.13
25	714A-1	Ventilador de Filtro, Motor	63.9408	440	84
26	714B-1	Valvula Rotativa, Motor	1.17986	440	1.55
27	716A-1	Ventilador de Filtro, Motor	11.19	460	17.8
28	716B-1	Valvula Rotativa, Motor	0.75	460	1.5
29	811A-1	Ventilador de Filtro, Motor	110	440	175
30	801-1	Balanaza Dosificadora Clinker, Motor	2.24	180	14.5
31	802-1	Balanaza Dosificadora Yeso, Motor	0.75	180	5.46
32	803-1	Balanaza Dosificadora Puzolana, Motor	1.12	180	5.2

En la siguiente lista se observará el área de molienda hasta el transporte del cemento a sus silos de almacenamiento.

Tabla 3 Área 800, Listado de Cargas

Fuente: (Documentación Yura S.A.)

	Codigo	Equipo	Potencia(KW)	Voltaje(V)	Amperaje (A)
1	804-1	Faja Transportadora Yeso, Motor	2.24	460	4.4
2	805-1	Faja Transportadora Puzolana, Motor	2.24	460	4.4
3	806A	Motor Principal de Molino	2400	6000	285
4	806-1	Ventilador 1 de Motor Principal, Motor	2.2	440	4.2
5	806-2	Ventilador 2 de Motor Principal, Motor	5.5	440	10
6	806-3	Ventilador 3 de Motor Principal, Motor	4	460	8
7	806C-1	Motor Auxiliar de Molino	25	460	32.5
8	806E-1	Bomba de Aceite de Lubricacion Reductor, Motor	3.73	460	8
9	806F-1	Bomba de Aceite Chumaceras Piñon de Ataque, Motor	0.56	460	1.75
10	806G-1	Bomba de Aceite de Alta Chumacera de Entrada, Motor	0.75	460	2.1
11	806H-1	Bomba de Aceite de Baja Chumacera de Salida, Motor	1.5	460	2.7
12	806I-1	Bomba de Aceite de Baja Chumacera de Entrada, Motor	1.5	440	2.7
13	806J-1	Bomba de Aceite de Alta Chumacera de Salida, Motor	0.75	460	2.1
14	806L-1	Bomba de Aditivo Molienda, Motor	0.3	440	0.8
15	807-1	Elevador de Canguilones 1, Motor Principal	55	440	87.9
16	807-2	Elevador de Canguilones 1, Motor Auxiliar	6	440	10.8
17	808A-1	Soplador de Canaleta Ingreso Clasificador, Motor	4.64	440	6.1
18	809-1A	Clasificador, Motor	295	6000	35
19	809X	Arrancador del Clasificador, Motor	-	-	-
20	809-1	Ventilador de Motor Clasificador, Motor	1.8	440	3.8
21	809A	Alabe Regulable 1 Clasificador, Motor	0.25	440	0.98
22	809B	Alabe Regulable 2 Clasificador, Motor	0.25	440	0.98
23	809C	Alabe Regulable 3 Clasificador, Motor	0.25	440	0.98
24	809D	Alabe Regulable 4 Clasificador, Motor	0.25	440	0.98
25	809E	Alabe Regulable 5 Clasificador, Motor	0.25	440	0.98
26	809F	Alabe Regulable 6 Clasificador, Motor	0.25	440	0.98
27	809G	Alabe Regulable 7 Clasificador, Motor	0.25	440	0.98
28	809H	Alabe Regulable 8 Clasificador, Motor	0.25	440	0.98
29	810A-1	Soplador de Canaleta Salida Clasificador, Motor	2.24	460	4.9
30	811B-1	Transportador Helicoidal 1 Filtro Principal, Motor	2.24	460	4.6
31	811C-1	Compuerta Reguladora de Ventilador de FP, Motor	0.37	460	1.9
32	812A-1	Ventilador de Filtro Auxiliar, Motor	52	460	81
33	812B-1	Transportador Helicoidal Filtro Auxiliar, Motor	1.4	460	3.1
34	813-1	Transportador Helicoidal 2 Filtro Principal, Motor	4.49	440	6
35	814-1	Faja Transportadora de Cemento, Motor	10.35	460	13
36	815-1	Elevador de Canguilones 2, Motor Principal	18.5	440	32.2
37	815-2	Elevador de Canguilones 2, Motor Auxiliar	1.49	460	3.2
38	816A-1	Soplador de Canaleta a Silos, Motor	4.7	440	10
39	816G-1	Soplador de Canaleta a S5, Motor	11	440	18.5
40	816E-1	Soplador de Canaleta a Estacionaria, Motor	3.66	440	5.5
41	816C-1	Soplador de Canaleta a S2/E, Motor	4.49	440	6
42	816F-1	Soplador de Canaleta a S3/S4, Motor	11	440	18.5

3.2.2. Elaboración de Diagrama del Flujo (Flowsheet)

Teniendo identificado todas las cargas presentes procedemos a la elaboración del diagrama de flujo, para este caso que implica la modernización del proceso es necesario conocer cómo va el flujo del material a través del mismo.

Se toma en cuenta desde cómo es trasladado el material desde las canchas hasta su llegada al molino y después todo el proceso de molienda hasta el almacenamiento del cemento (Ver Anexo 13).

3.2.2.1. Transporte de Materias Primas

El material que se encuentra ubicado en las canchas de almacenamiento de materias primas es llevado hacia las fajas transportadoras por dos rutas dependiendo del material que en un inicio son diferentes y luego van a unificarse hasta la llegada a sus respectivas tolvas.

Para la Puzolana se utiliza un carro reclamador el cual tiene un Motor de Traslación (311A-2) y un Motor de Brazos (311A-1) que jala el material de la pirámide de Puzolana y dosifica el material llevándolo hacia la Faja Transportadora 1 (312), el material es llevado hacia la Faja Transportadora 2 (707), durante su paso por esta faja pasa por los Filtros Compactos 1,2 y 3 de la Faja 2 (707C, 707B y 707A) respectivamente. Luego el material es descargado por un chute hasta la Faja Transportadora 4 (708).

Para el Yeso la secuencia del flujo de material empieza en la Faja Transportadora 2 (707), es descargado hacia la faja por el Alimentador Vibratorio de Yeso (705I), el material pasa por los Filtros Compactos 2 y 3 (707B y 707C) respectivamente para luego ser descargado por el chute hasta la Faja Transportadora 4 (708).

Para el Clinker se utiliza la compuerta de descarga motorizada (701A), que descarga el material a la Faja Transportadora 3 (704) y pasa por los Filtros Compactos 1 y 2 de la Faja 3 (704B y 704A) respectivamente para luego ser descargado hasta la Faja Transportadora 4 (708) por un chute.

A partir de la Faja Transportadora 4 (708) se sigue una sola ruta para los tres materiales hasta sus respectivas tolvas, esto nos obliga a que lleve un solo material a la vez hacia las tolvas.

El material a partir de la Faja 708 pasa el Filtro Compacto 4 ubicado en la Faja 708, luego el material es llevado hasta los Elevadores de Cangilones 1 y 2 (709 y 710) respectivamente y es dirigido hacia estos por medio de la Compuerta Desviadora 708A, que actualmente es manual (sin motor), luego de pasar por alguno de los elevadores el material puede ser llevado hasta las tolvas de almacenamiento de los molinos de Cemento 1 y Cemento 2, son dirigidos hacia cualquiera de los dos lados mediante las Compuertas Desviadoras de los Elevadores, 709A y 710A.

Si es dirigido hacia las tovas del Cemento 1, el material es descargado sobre la Faja Transportadora Reversible a C1 (711-1), que puede hacer la descarga hacia las tolvas de Clinker, Yeso y Puzolana, gracias al Carro Móvil de Faja a C1 (711-2).

Si es dirigido hacia las tovas de Cemento 2, el material es descargado sobre la Faja Transportadora 5 (712), luego es dirigido por la Compuerta Desviadora 712A, en caso sea Clinker lo que se transporta, el material pasa directo hacia su tolva de almacenamiento, caso contrario el Yeso o Puzolana son descargados hacia la Faja Transportadora Reversible a C2 (713) que los dirigirá girando en un sentido de acuerdo a la posición de sus respectivas Tolvas de Almacenamiento.

Se cuenta con el Filtro de Despolvorización 716, el cual actúa directamente sobre los Elevadores de Cangilones y en sus salidas; y también se tiene el Filtro de Despolvorización 714, que actúa en la zona de descarga a los silos de almacenamiento del molino de cemento 2, evitando la fuerte polución que se produce en estas zonas, así como lo hacen los Filtros Compactos.

3.2.2.2. Alimentación al Molino

El material almacenado en las tolvas de materia primas es dosificado hacia el molino mediante balanzas.

Se cuenta con tres balanzas de marca Merrick:

- Balanza Dosificadora de Clinker (801)
Capacidad: 9 – 91 TMPH
- Balanza Dosificadora de Yeso (802)
Capacidad: 0.6 – 6 TMPH
- Balanza Dosificadora de Puzolana (803)
Capacidad: 0.6 – 6 TMPH

El material puede ser llevado hacia el molino o puede ser llevado hasta una salida a camión para un pesaje físico, para eso cuenta con tres Compuertas Desviadoras (801A, 802A y 803A) para el Clinker, Yeso y Puzolana respectivamente.

Cuando las compuertas se encuentran en posición hacia el Molino, el Clinker pasa directamente, mientras que el Yeso tiene que ser llevado mediante la Faja Transportadora 804 y la Puzolana mediante la Faja Transportadora 805, hacia la entrada del molino, mezclándose en el ingreso.

Al momento de ingresar el material al molino se añade un aditivo que tiene como función una mayor fluidificación de la mezcla, se añade mediante la Bomba de Aditivo Molienda (806L).

3.2.2.3. Molienda y Recirculación del material

El material llega al Molino Principal (806) y después del proceso de molienda es transportado por el Elevador de Cangilones 1 (807) y luego por la Canaleta Aerodeslizante (808) para luego llegar al Clasificador (809), este tiene como función separar el material que cumple con la fineza requerida para ser transportado a los silos de almacenamiento de lo que no cumplen, los cuales son recirculados e ingresan nuevamente al molino.

El material muy fino es llevado hacia el Filtro Principal (811) y este es descargado ya sobre el sistema de transporte hacia los silos, también existe otra ruta donde el material puede ser llevado hasta el Clasificador (809), para ser recirculado hacia el molino.

También se cuenta con el Filtro Auxiliar (812), que lleva todo el material fino que se encuentra suspendido de todo el proceso de molienda hasta el sistema de transporte a silos, existe también para este Filtro una ruta para la recirculación del material, llevándolo hasta el Clasificador (809).

El molino cuenta con un sistema de Lubricación para la chumacera de entrada y salida del molino, chumacera piñón de ataque y el reductor.

Para la chumacera de entrada se tiene la Bomba de Lubricación Alta (806G) y la Bomba de Lubricación Baja (806I); para la chumacera de salida se tiene la Bomba de Lubricación Alta (806H) y la Bomba de Lubricación Baja (806J). La chumacera de piñón de ataque cuenta con la Bomba de Lubricación Piñón de Ataque (806F) y la Unidad de Lubricación con Spray de Grasa (806K). En la zona del reductor del motor se tiene la Bomba de Lubricación Reductor (806E).

3.2.2.4. Transporte de Cemento a Silos

El material que cumple con la fineza requerida que sale del Clasificador (809), se descarga sobre la Canaleta Aerodeslizante (810) para luego ser llevado hasta la Faja Transportadora de Cemento (814), sobre esta faja también se descarga el material fino que pasa por los Filtros.

Desde el Filtro Principal (811) se lleva el material hasta la Faja Transportadora de Cemento (814) a través del Transportador Helicoidal Filtro Principal 1 (811B) y el Transportador Helicoidal Filtro Principal 2 (813), mientras que desde el Filtro Auxiliar (812) se lleva el material por medio del Transportador Helicoidal 812B y luego la Canaleta Aerodeslizante (813-1).

Todo el material que es descargado a lo largo de la Faja Transportadora de Cemento (814), se lleva mediante el Elevador de Cangilones 2 (815) hasta la Canaleta Aerodeslizante (816A), dependiendo del Silo al que se descargue el material, se usa una ruta específica utilizando compuertas y canaletas aerodeslizantes.

Existen 7 Silos en la planta cementera, pero son solo 5 Silos de Almacenamiento de Cemento a los que se puede descargar el material desde el Molino de Cemento 2.

3.2.3. Filosofía de Control y Elaboración de Grupos de Arranque

Para la elaboración de los grupos de arranque es necesario separar todo en subprocesos ya que se utilizará un sistema de control secuencial, esta separación depende del orden en que deben de arrancar los equipos y se realiza con el fin de que un subproceso no pueda afectar a otro.

Todos los equipos identificados, que se encuentran en nuestra lista de cargas y que han sido plasmados en el Flowsheet deben estar presentes en los grupos de arranque, también incluyen los instrumentos que tiene cada equipo.

Ejemplo

Elevador de Cangilones 1 (807)

Este elevador gira gracias a un motor de 55 KW. Para identificar este motor se le añadirá el número 1, y así diferenciarlo del equipo.

Elevador de Cangilones 1, Motor Principal (807-1)

Cada carga tiene sus respectivas señales, para este caso serán las siguientes:

807-1_AUTO	Automático
807-1_RDY	Ready
807-1_HS	Parada de Emergencia
807-1_RUN	Run Status
807-1_CMD	Comando
807-1_II	Corriente

También se toman en cuenta las señales de los instrumentos con los que cuenta este equipo, son las siguientes:

807_MD1	Detector de Movimiento
807_LSH	Switch de Nivel de Bota
807_TS	Switch Térmico de Sobreacoplamiento
807_DEV1	Switch de Desalineamiento 1
807_DEV2	Switch de Desalineamiento 2

Estas señales se encontrarán en el grupo 3 “Recirculación de Material”.

Para poder ordenar se debe evaluar la importancia y cómo afecta un equipo respecto a otro.

Se ha separado todo el proceso en 6 grupos, el orden de los grupos se da en orden descendente de cómo deben arrancar, la importancia de que uno arranque antes que otro se explicara a detalle más adelante.

Los grupos son:

1. Lubricación del Molino
2. Transporte a Silos
3. Recirculación de Material
4. Molino 2
5. Alimentación de Molino
6. Transporte de Materias Primas

3.2.3.1. Grupo 1 – Lubricación del Molino

Intervienen los siguientes equipos:

- 806E-1 Bomba de aceite Lubricación Reductor
- 806F-1 Bomba de aceite chumaceras piñón de ataque
- 806I-1 Bomba de aceite de Baja Chumacera de Entrada
- 806H-1 Bomba de aceite de Baja Chumacera de Salida
- 806G-1 Bomba de aceite de Alta Chumacera de Entrada
- 806J-1 Bomba de aceite de Alta Chumacera de Salida

La bomba 806E-1 no requiere interlock de arranque por lo que debe arrancar directamente con la orden de arranque del grupo. Luego del arranque de la bomba se debe arrancar la válvula de enfriamiento respectiva (806E_CMD).

La bomba 806F-1 no requiere interlock de arranque, pero si luego de 10 segundos no ha alcanzado el flujo mínimo (806F_FS) la bomba debe parar. Si se encuentra en trabajo el molino (806A) y baja el flujo de aceite por debajo del mínimo, solo debe parar el molino y no la bomba.

Luego del arranque de la bomba se debe arrancar la válvula de enfriamiento respectiva (806F_CMD).

La bomba 806I-1 no requiere interlock de arranque, pero si luego de 10 segundos no han alcanzado el flujo mínimo (806I_FS ó 806I_FI) la bomba debe parar. Si se encuentra en trabajo el molino (806A) y baja el flujo de aceite por debajo del mínimo, solo debe parar el molino y no la bomba. Luego del arranque de la bomba se debe arrancar la válvula de enfriamiento respectiva (806I_CMD)

La bomba 806H-1 no requiere interlock de arranque, pero si luego de 10 segundos no han alcanzado el flujo mínimo (806H_FS ó 806H_FI) la bomba debe parar. Si se encuentra en trabajo el molino (806A) y baja el flujo de aceite por debajo del mínimo, solo debe parar el molino y no la bomba. Luego del arranque de la bomba se debe arrancar la válvula de enfriamiento respectiva (806H_CMD)

La bomba 806G-1 requiere para su arranque la confirmación de arranque de la bomba 806I y la señal de flujo mínimo ok, pero si luego de 10 segundos no alcanza la presión mínima (806G_PI) la bomba debe parar.

La bomba 806J-1 requiere para su arranque la confirmación de arranque de la bomba 806H y la señal de flujo mínimo ok, pero si luego de 10 segundos no alcanza la presión mínima (806J_PI) la bomba debe parar.

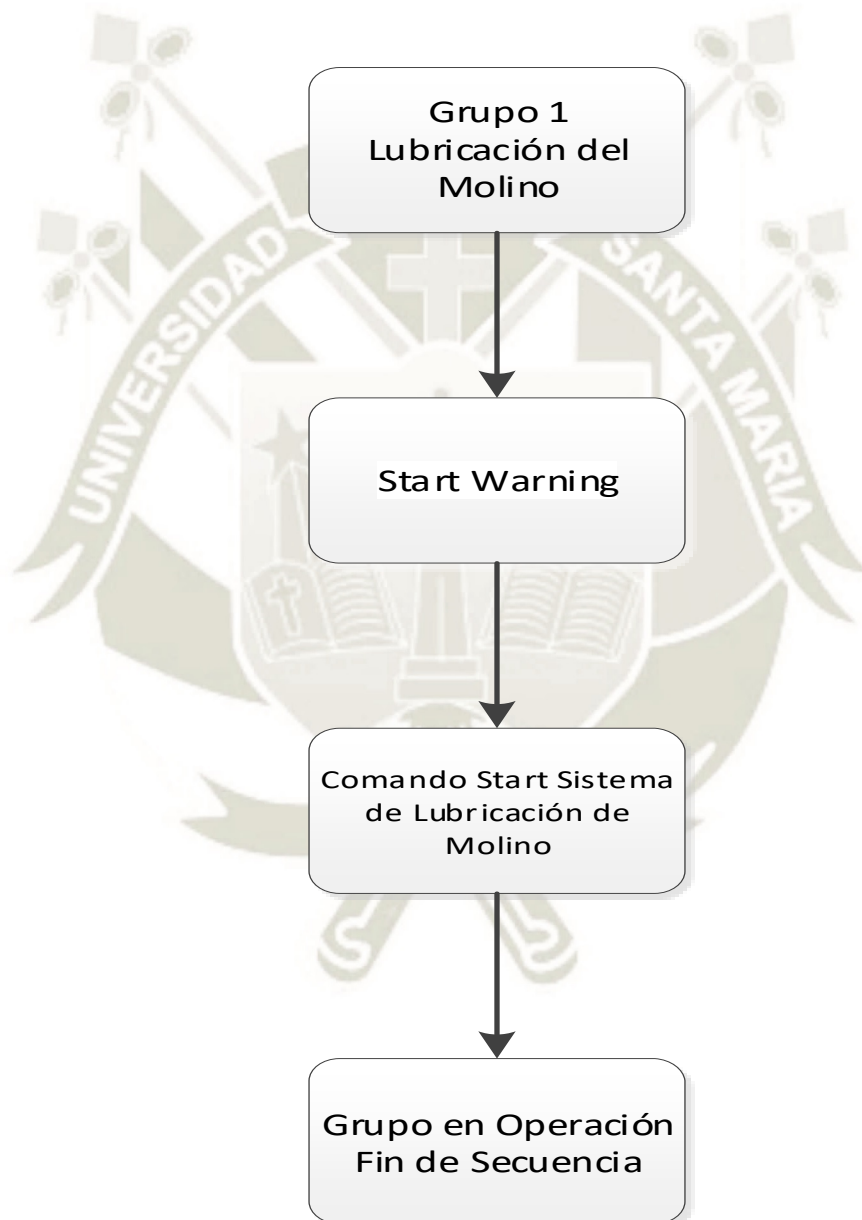


Figura 31 Secuencia de arranque, Lubricación del Molino

(Fuente: Documentación Yura S.A.)

3.2.3.2. Grupo 2 – Transporte a Silos

Intervienen los siguientes equipos:

- 816E-1 Soplador de Canaleta a Estacionaria
- 816G-1 Soplador de Canaleta a S5
- 816F-1 Soplador de Canaleta a S3/S4
- 816C-1 Soplador de Canaleta a S2/E
- 816A-1 Soplador de Canaleta a Silos
- 815-1 Elevador de Cangilones 2 Principal
- 815-2 Elevador de Cangilones 2 Auxiliar
- 814-1 Faja Transportadora de Cemento
- 810A-1 Soplador de Canaleta Salida Clasificador
- 813-1 Transportador Helicoidal 2 Filtro Principal
- 811B-1 Transportador Helicoidal 1 Filtro Principal
- 812E Compuerta Desviadora de Flujo
- 812B-1 Transportador Helicoidal Filtro Auxiliar

El funcionamiento de este grupo es secuencial y dependerá de la selección del silo, se cuenta con 5 silos y una tolva estacionaria (Ver Flow sheet para mayor detalle). El motor auxiliar del elevador 815 no debe arrancar dentro de la secuencia del grupo. La elección del silo es manual, el operador de molinos de cemento seleccionará a que silo se llenará el material.

Cabe mencionar que la secuencia de arranque de cada equipo será con un intervalo de 5 segundos entre equipo arrancado y el siguiente, el funcionamiento y arranque del grupo dependerá de las condiciones iniciales de posición de compuertas, fajas transportadoras, filtros de despolvORIZACIÓN, así como del nivel máximo de material del silo.

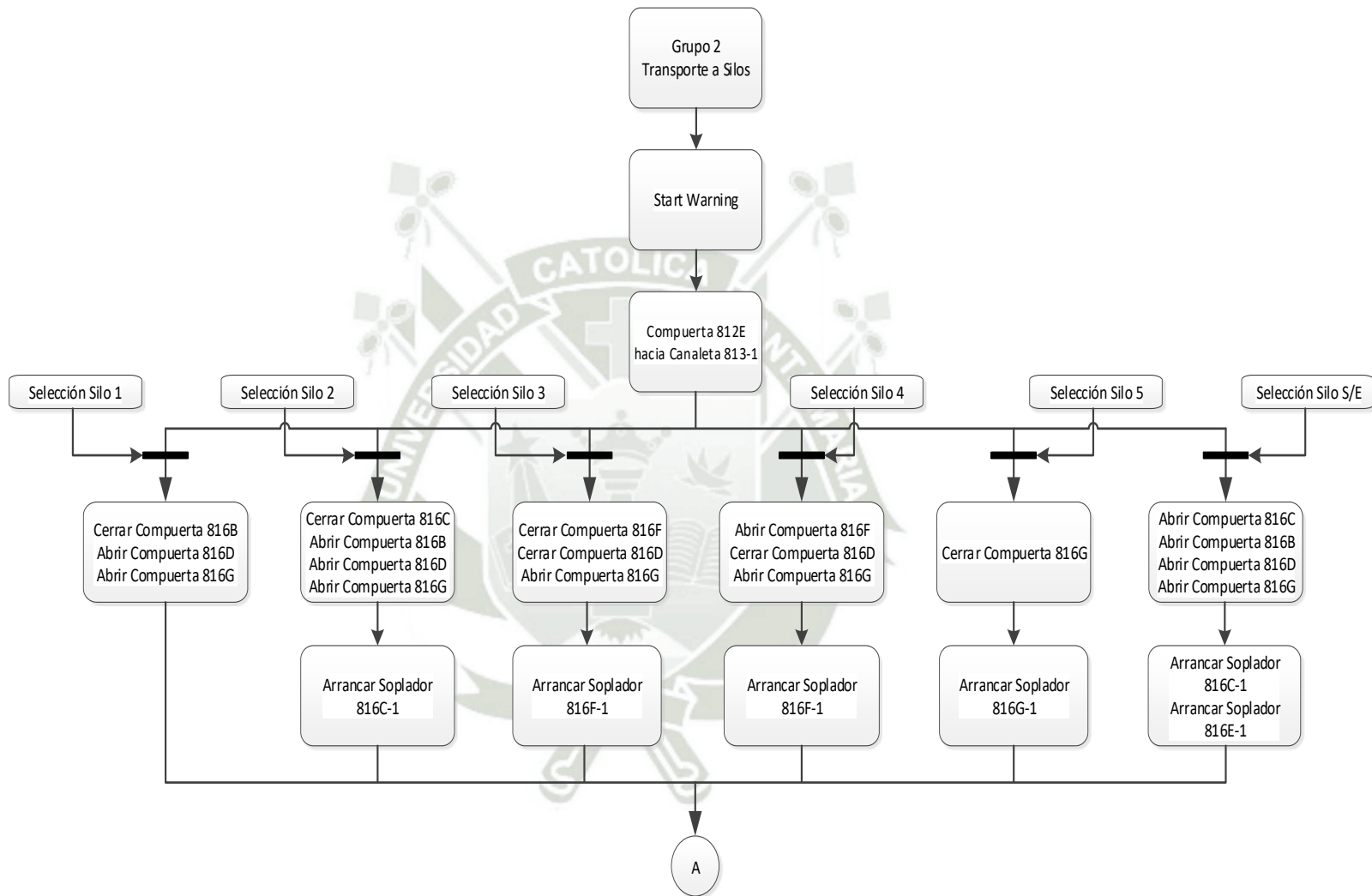


Figura 32 Secuencia de arranque, Transporte a Silos Parte 1

(Fuente: Documentación Yura S.A.)

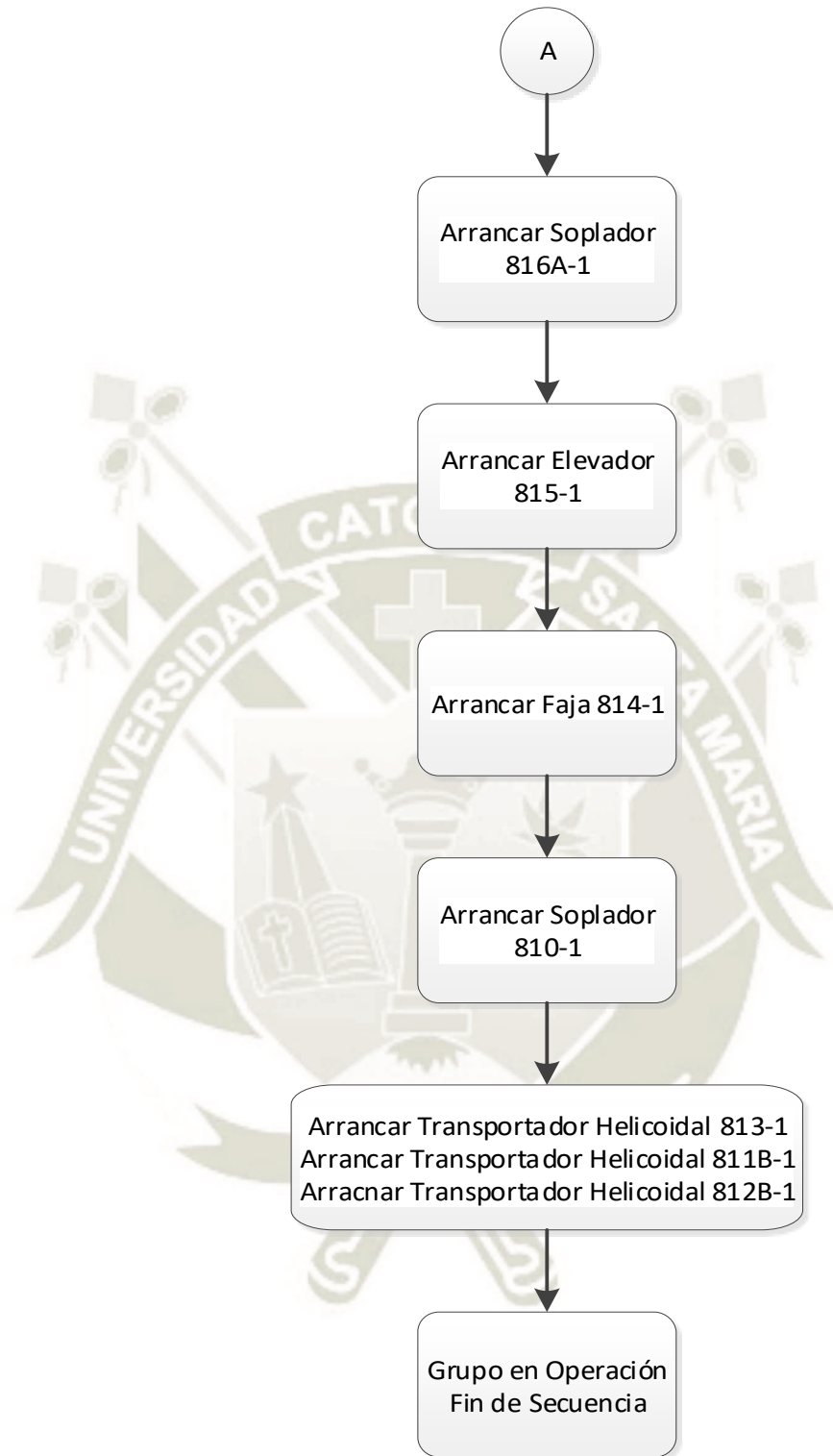


Figura 33 Secuencia de arranque, Transporte a Silos parte 2

(Fuente: Documentación Yura S.A.)

3.2.3.3. Grupo 3 – Recirculación de Material

Intervienen los siguientes equipos:

- 811A-1 Ventilador de Filtro
- 811C-1 Compuerta Reguladora de Ventilador
- 812A-1 Ventilador de Filtro auxiliar
- 809-1A Celda AD12 de Motor de Clasificador
- 809X Arrancador de Motor Clasificador
- 809-1 Ventilador de Motor Clasificador
- 808A-1 Soplador de Canaleta Ingreso Clasificador
- 807-1 Elevador de Cangilones 1 Principal
- 807-2 Elevador de Cangilones 1 Auxiliar
- 809A Alabe Regulable 1 Clasificador
- 809B Alabe Regulable 2 Clasificador
- 809C Alabe Regulable 3 Clasificador
- 809D Alabe Regulable 4 Clasificador
- 809E Alabe Regulable 5 Clasificador
- 809F Alabe Regulable 6 Clasificador
- 809G Alabe Regulable 7 Clasificador
- 809H Alabe Regulable 8 Clasificador

El funcionamiento de este grupo es secuencial y comprende desde la descarga del molino, pasando por un elevador, canaleta y clasificador (Ver Flow sheet para mayor detalle). El arranque de este grupo implica que el Grupo 2 “Transporte a Silos”, esté en trabajo.

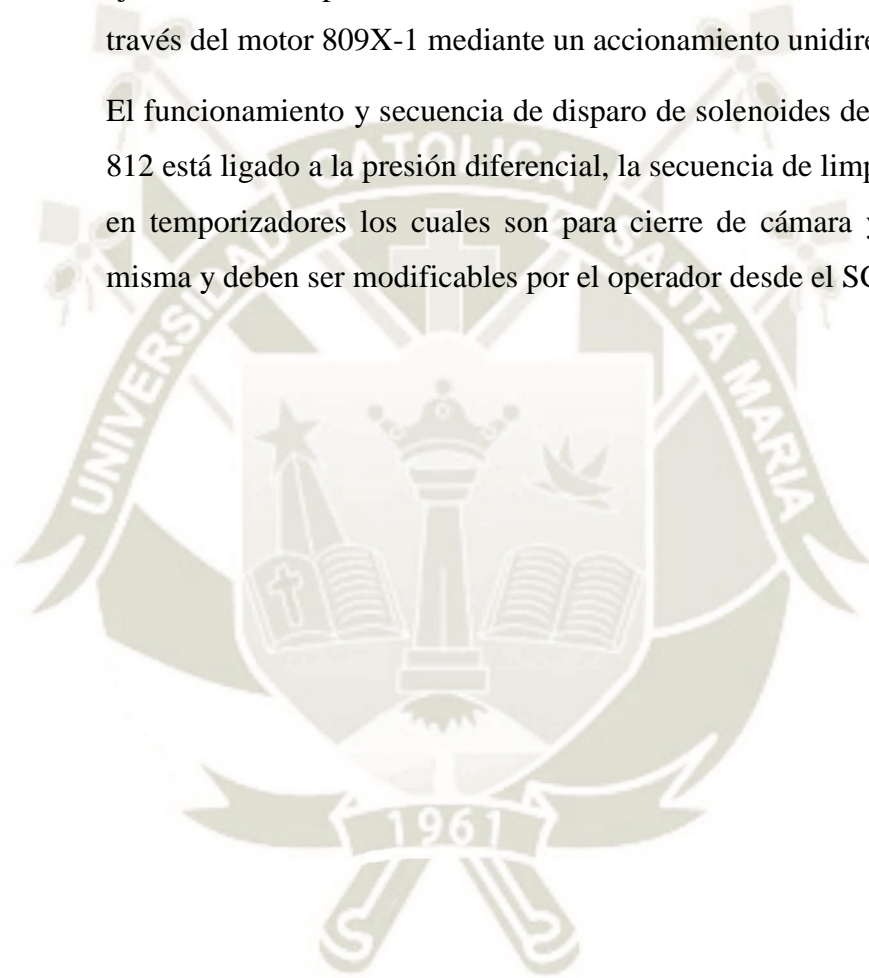
El primer equipo en arrancar será el ventilador 811A-1 y luego el ventilador 812A_1. Los ventiladores deben arrancar con compuerta cerrada. El motor auxiliar del elevador 807 no debe arrancar dentro de la secuencia del grupo.

El clasificador 809 cuenta con un sistema de regulación de alabes accionado por 8 actuadores motorizados reversibles. Este control se debe realizar mediante un control PID para cada actuador comandado en modo SCADA

desde un controlador PID primario. La señal de proceso será la señal de posición de cada uno de los 8 álabes.

El arranque del motor del clasificador 809A implica el accionamiento de cierre/apertura de la celda en media tensión (AD12), para completar el arranque del motor debido al alto consumo de amperaje se utiliza el arrancador electrolítico durante un periodo de tiempo igual a 40 segundos ejecutado en 12 pasos. El accionamiento del arrancador electrolítico será a través del motor 809X-1 mediante un accionamiento unidireccional.

El funcionamiento y secuencia de disparo de solenoides de los filtros 811 y 812 está ligado a la presión diferencial, la secuencia de limpieza está basado en temporizadores los cuales son para cierre de cámara y limpieza de la misma y deben ser modificables por el operador desde el SCADA.



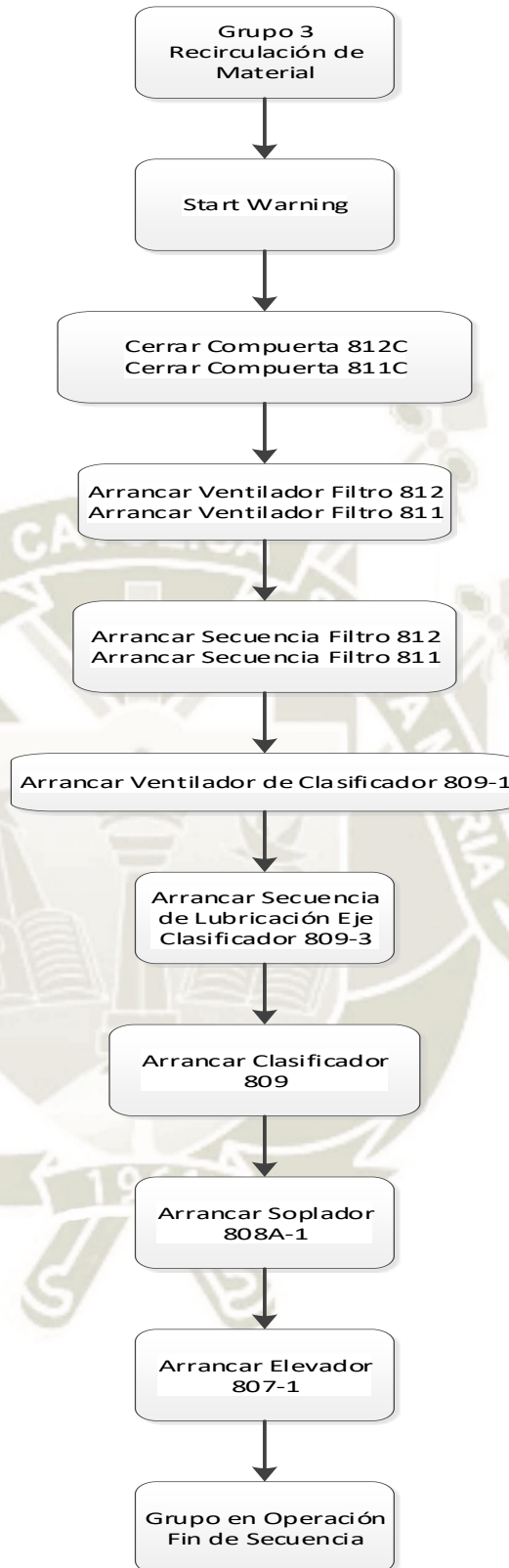


Figura 34 Secuencia de arranque, Recirculación de Material

(Fuente: Documentación Yura S.A.)

3.2.3.4. Grupo 4 – Molino 2

Intervienen los siguientes equipos:

- 806A Celda AD11 de Motor Principal
- 806X Arrancador de Motor Principal
- 806-1 Ventilador 1 de Motor Principal
- 806-2 Ventilador 2 de Motor Principal
- 806-3 Ventilador 3 de Motor Principal
- 806C-1 Motor Auxiliar de Molino
- 806K Unidad de Lubricación Spray de Grasa

El arranque de este grupo implica que los demás grupos tales como; Grupo 1 “Lubricación del molino”, Grupo 2 “Transporte a silo”, Grupo 3 “Recirculación de material” estén en funcionamiento.

El arranque del motor principal 806A implica el accionamiento de cierre/apertura de la celda en media tensión (AD11), para completar el arranque del motor principal debido al alto consumo de amperaje se utiliza el arrancador electrolítico durante un periodo de tiempo igual a 60 segundos, tiempo en el cual se logra alcanzar la velocidad de placa del motor.

Luego de completar el arranque el motor principal, se arrancarán los 3 ventiladores de refrigeración 806_1, 806_2 y 806_3.

El motor auxiliar del molino 806C_1 no debe arrancar dentro de la secuencia del grupo.

El sistema de Lubricación de catalina entrará en operación al tener la confirmación de que el molino este en operación continua.

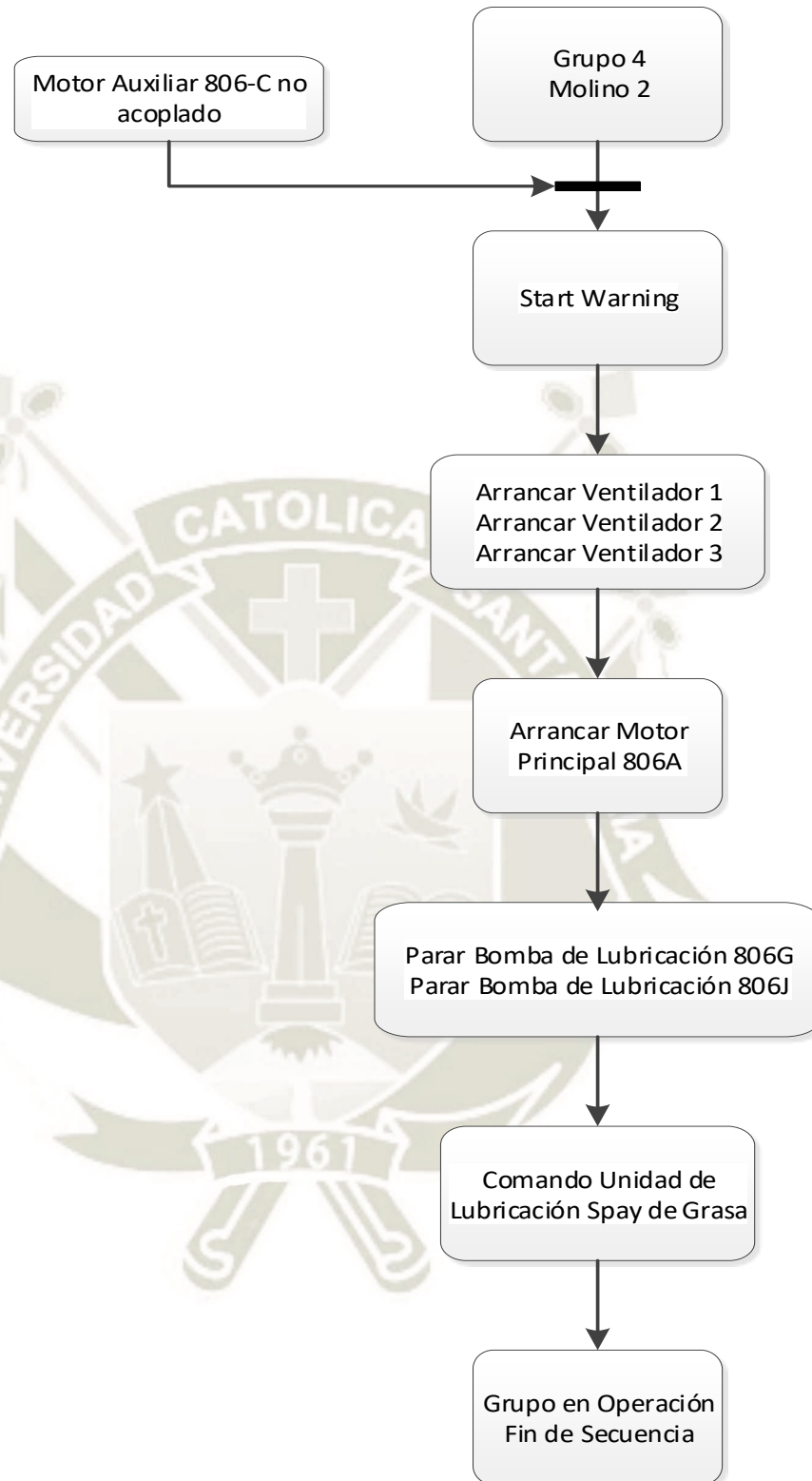


Figura 35 Secuencia de arranque Molino 2

(Fuente: Documentación Yura S.A.)

3.2.3.5. Grupo 5 – Alimentación de Molino

Intervienen los siguientes equipos:

- 804-1 Faja Transportadora Yeso
- 805-1 Faja Transportadora Puzolana
- 801 Balanza dosificadora de Clinker
- 802 Balanza dosificadora de Yeso
- 803 Balanza dosificadora de Puzolana
- 806L-1 Bomba de Aditivo Molienda

El funcionamiento de este grupo involucra el estado de las condiciones iniciales de todos los equipos pertenecientes a este grupo.

Una vez arrancado el molino y las condiciones se encuentren dentro los parámetros normales de operación, se arranca la alimentación al molino a un 50% de la capacidad total del molino y luego se incrementará hasta llegar al 100%. El arranque del grupo se inicia con las fajas 804_1 y 805_1 y luego las balanzas dosificadoras 801, 802 y 803.

La dosificación del aditivo con la bomba 806L_1 será a través de un control PID con un setpoint de flujo ingresado por el operador desde el SCADA. La salida será una señal analógica de corriente de 4-20 mA.

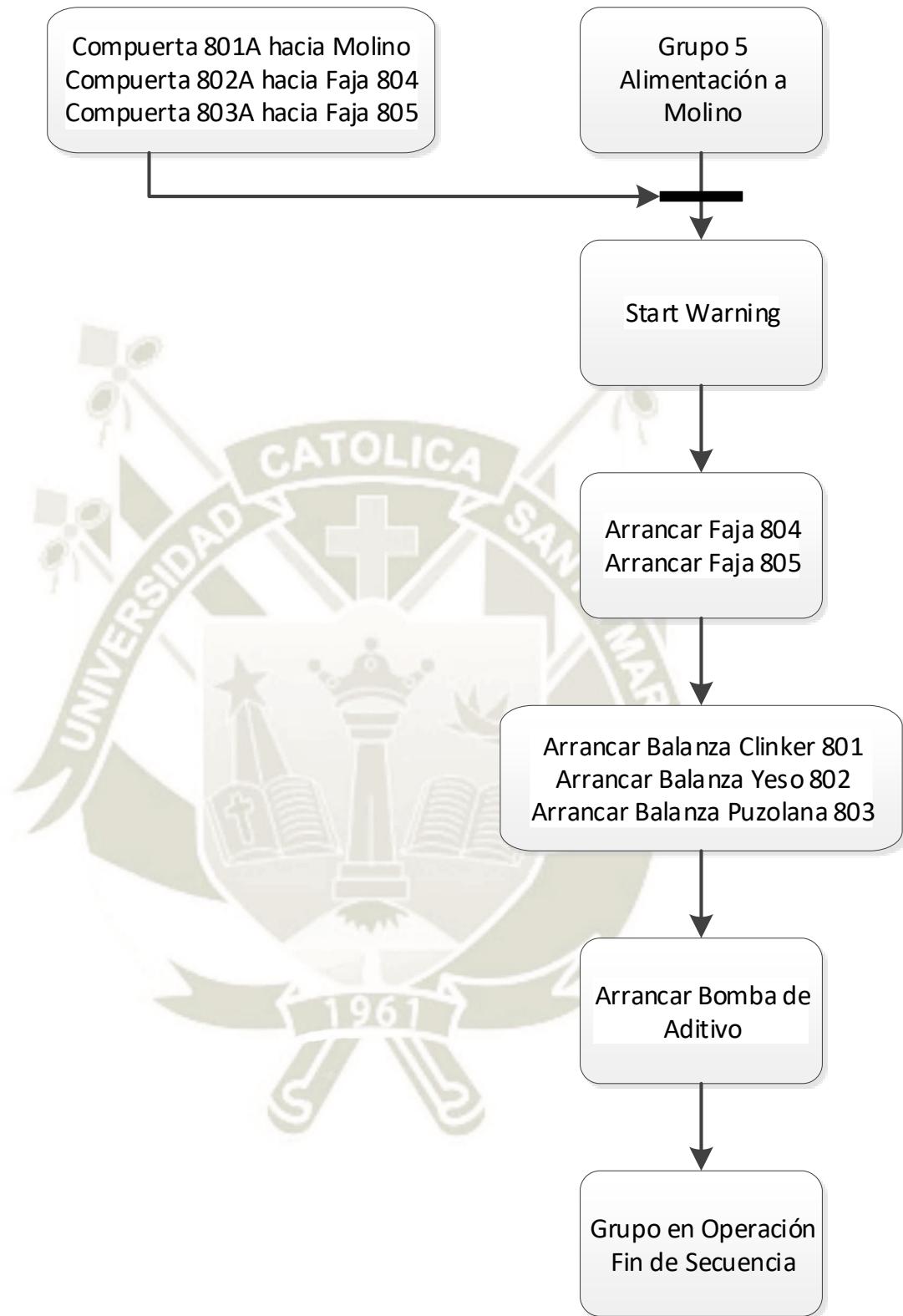


Figura 36 Secuencia de arranque, Alimentación a Molino

(Fuente: Documentación Yura S.A.)

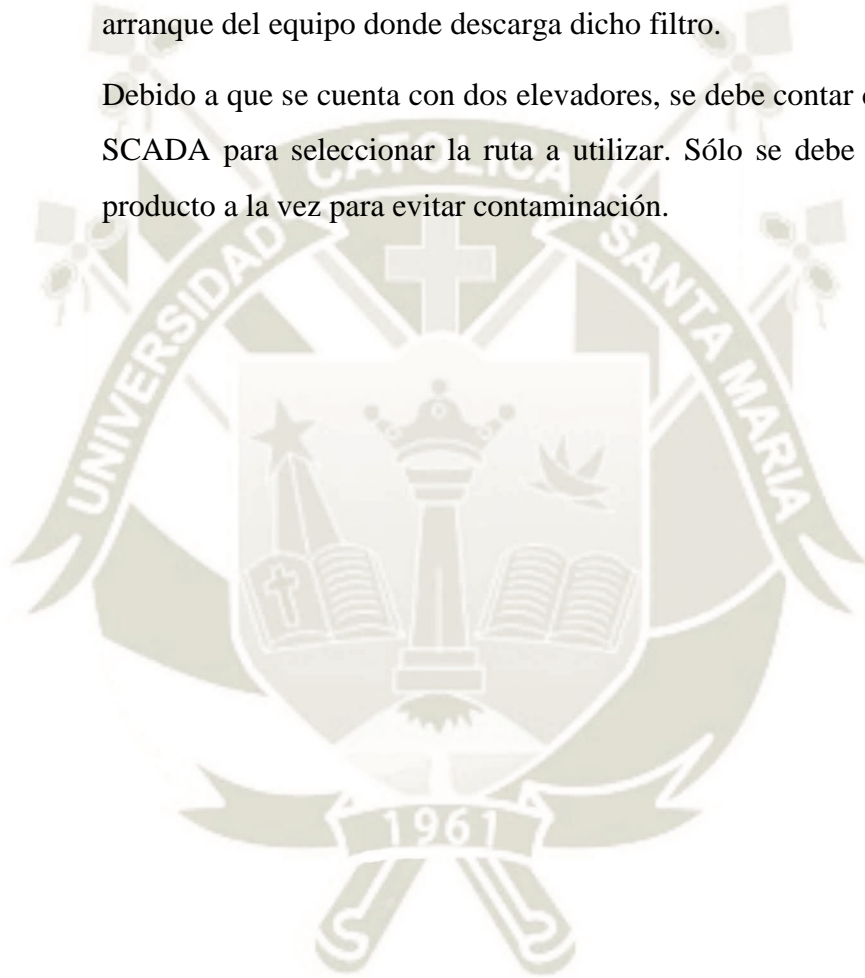
3.2.3.6. Grupo 6 – Transporte de Materias Primas

Intervienen los siguientes equipos:

- 714B-1 Válvula Rotativa
- 714A-1 Ventilador de Filtro
- 713-1 Faja Transportadora Reversible a C2
- 712A Compuerta Desviadora
- 712-1 Faja Transportadora 5
- 711-1 Faja Transportadora Reversible a C1
- 711-2 Carro móvil de Faja C1
- 716B-1 Válvula Rotativa
- 716A-1 Ventilador de Filtro
- 710A Compuerta Desviadora
- 710_1 Elevador de Cangilones 2
- 709A Compuerta Desviadora
- 709-1 Elevador de Cangilones 1
- 708A Compuerta Desviadora
- 708-1 Faja Transportadora 4
- 708B-1 Filtro Compacto Faja 4
- 704-1 Faja Transportadora 3
- 704A-1 Filtro Compacto 2 Faja 3
- 704B-1 Filtro Compacto 1 Faja 3
- 701A-1 Compuerta Descarga Clinker
- 707-1 Faja Transportadora 2
- 707A-1 Filtro Compacto 3 Faja 2
- 707B-1 Filtro Compacto 2 Faja 2
- 707C-1 Filtro Compacto 1 Faja 2
- 312-1 Faja Transportadora 1
- 311A-2 Traslación de Carro Reclamador
- 311A-1 Brazos de Carro Reclamador

El funcionamiento de este grupo involucra el estado de las condiciones iniciales de todos los equipos pertenecientes a este grupo. El funcionamiento de este grupo es secuencial y comprende desde la descarga de clinker, yeso y puzolana desde las canchas de almacenamiento hasta las tolvas de cemento 1 y cemento 2 (Ver Flow sheet para mayor detalle). La ruta está compuesta de fajas, elevadores y compuertas diversoras. Además, se cuenta con filtros para la extracción de polvo los cuales deben de arrancar luego que confirmar el arranque del equipo donde descarga dicho filtro.

Debido a que se cuenta con dos elevadores, se debe contar con selectores en SCADA para seleccionar la ruta a utilizar. Sólo se debe subir un tipo de producto a la vez para evitar contaminación.



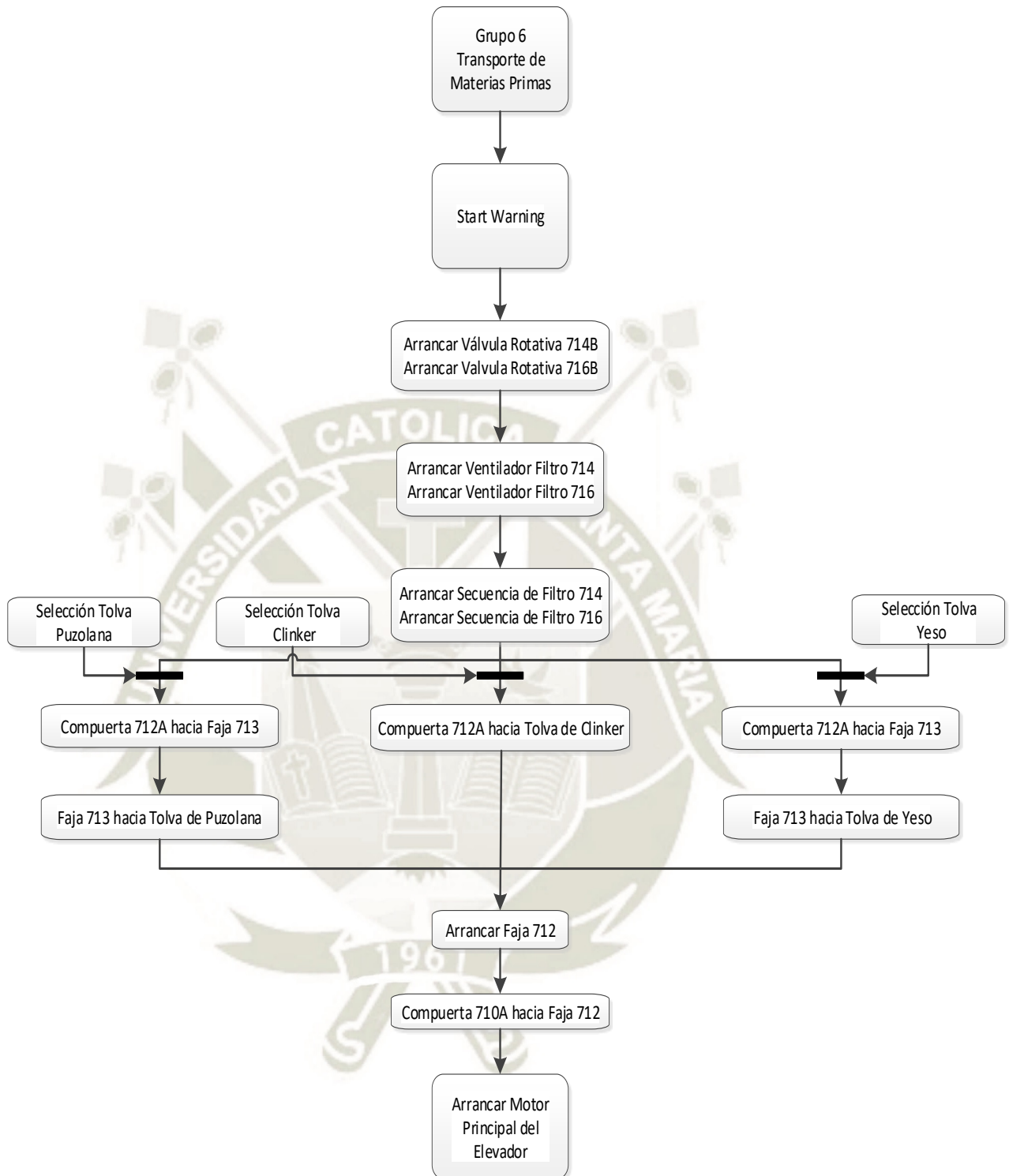


Figura 37 Secuencia de arranque, Transporte de Materias Primas

(Fuente: Documentación Yura S.A.)

3.2.4. Elaboración de Típicos de Arranque de Motores

Se hizo un estudio de todos los típicos de arranque existentes en todo el proceso, tanto en materias primas como en molienda (Ver Anexo 02).

Tabla 4 Matriz de Típicos Eléctricos

Fuente: (Elaboración Propia)

MATRIZ TÍPICOS ELECTRICOS							
Sala Eléctrica	T. de Control	Proceso	Típico	Tipo Arranque	Dispositivo Comunicación	Cantidad	Observación Atípicos
Transporte de MP	TC-700	Transporte de MP	1	FVNR	AB-E300	8	
			2	FVR	AB-E300	3	
			3	FVNR	AB-E3+	6	
			4	FVNR	-	5	
			5	FVR	-	5	
			6	SS	AB-SMC FLEX	1	Ventilador 811
			7	SS	ABB-PST	1	Ventilador 714
Molino de Cemento 2	TC-800	Molienda de Cemento 2	1	FVNR	AB-E300	9	
			4	FVNR	-	17	
			5	FVR	-	1	Compuerta filtro
			6	SS	AB-SMC FLEX	2	
			8	FVR / CELDA	-	2	
			9	FVNR ESP2	-	1	Arrancador M Principal
			10	FVNR ESP3	-	1	Arrancador M Clasificador
			11	FVR ESP	-	8	Alabes del Clasificador
12	PS	ETH	3	Balanza alimentación			
13	VFD-NR	-	1	Bomba aditivo			

A partir de esto se pudo identificar los equipos que presentarían alguna modificación en su arranque y así elaborar los típicos de arranque.

Se elaboraron los siguientes 7 típicos de arranque:

- FVNR E300 (Ver Anexo 01 – Típico 1)
- FVR E300 (Ver Anexo 01 – Típico 2)
- FVNR E3+ (Ver Anexo 01 – Típico 3)
- FVNR (Ver Anexo 01 – Típico 4)
- FVR (Ver Anexo 01 – Típico 5)
- SS (Ver Anexo 01 – Típico 6)
- FVR ESP (Ver Anexo 01 – Típico 11)

3.2.4.1. Full Voltage No Reversible con E300 (FVNR E300)

Es un arranque directo, el motor gira en un solo sentido y se utiliza un relé de Sobrecarga E300. Se utiliza en equipos como ventiladores, válvulas rotativas, elevadores de cangilones, etc.

La llave de mando nos indica la forma de trabajo, puede ser manual y arrancarse in situ o automático y arrancarse de forma remota.

El Relé de sobrecarga E300 utiliza un protocolo de comunicación Ethernet, el cual nos permitirá para este arranque enviar y recibir las siguientes señales:

- **Automático (Auto):** Nos indica que la llave de mando se encuentra en esta posición y el arranque se puede hacer desde sala de control. Va conectado a la entrada 3 del E300 (in3).
- **Listo (RDY):** Nos indica que el equipo se encuentra sin problemas para ser arrancado en cualquier momento. Va conectado a la entrada 1 del E300 (in1).
- **Parada de Emergencia (HS):** Indica que la parada de emergencia en campo esta activada, por lo tanto, no se podrá realizar el arranque en manual o automático hasta su desactivación. Va conectado a la entrada 2 del E300 (in2).
- **Run Status (RUN):** Indica que el equipo esta arrancado. Va conectado a la entrada 0 del E300 (in0).
- **Comando (CMD):** Señal de salida enviada para dar arranque al equipo. Va conectado al contacto R13-R14 del E300 (Relay 1).
- **Corriente (II):** Indica la corriente de trabajo a la que se encuentra el equipo.

3.2.4.2. Full Voltage Reversible con E300 (FVR E300)

Arranque reversible donde se utiliza una inversión de giro, el motor gira tanto en sentido horario como antihorario y se utiliza un relé de Sobrecarga E300. Se utiliza en equipos como fajas reversibles, compuertas, etc.

La llave de mando nos indica la forma de trabajo, puede ser manual y arrancarse in situ o automático y arrancarse de forma remota.

El Relé de sobrecarga E300 utiliza un protocolo de comunicación Ethernet, el cual nos permitirá para este arranque enviar y recibir las siguientes señales:

- **Automático (Auto):** Indica que la llave de mando se encuentra en esta posición y el arranque se puede hacer desde sala de control.
Va conectado a la entrada 3 del E300 (in3).
- **Listo (RDY):** Indica que el equipo se encuentra sin problemas para ser arrancado en cualquier momento.
Va conectado a la entrada 1 del E300 (in1).
- **Parada de Emergencia (HS):** Indica que la parada de emergencia en campo esta activada, por lo tanto, no se podrá realizar el arranque en manual o automático hasta su desactivación. Va conectado a la entrada 2 del E300 (in2).
- **Sobrecarga (OVL):** Indica que existe una sobrecarga en el actuador.
- **Run Fwd (RUN1):** Indica que el equipo esta arrancado en el sentido 1.
- **Run Rev (RUN2):** Indica que el equipo esta arrancado en el sentido 2.
- **Comando Fwd (CMD1):** Señal de salida enviada para dar arranque al equipo en el sentido 1. Va conectado al contacto R13-R14 del E300 (Relay 1).
- **Comando Rev (CMD2):** Señal de salida enviada para dar arranque al equipo en el sentido 2. Va conectado al contacto R23-R24 del E300 (Relay 2).
- **Corriente (II):** Indica la corriente de trabajo a la que se encuentra el equipo.

3.2.4.3. Full Voltage No Reversible con E3+ (FVNR E3+)

Es un arranque directo, el motor gira en un solo sentido y se utiliza un relé de Sobrecarga E3+. Se utiliza en equipos como ventiladores, filtros, etc.

La llave de mando nos indica la forma de trabajo, puede ser manual y arrancarse in situ o automático y arrancarse de forma remota.

El Relé de sobrecarga E3+ utiliza un protocolo de comunicación DeviceNet, el cual nos permitirá para este arranque enviar y recibir las siguientes señales:

- **Automático (Auto):** Nos indica que la llave de mando se encuentra en esta posición y el arranque se puede hacer desde sala de control. Va conectado a la entrada 4 del E3+ (in4).
- **Listo (RDY):** Nos indica que el equipo se encuentra sin problemas para ser arrancado en cualquier momento. Va conectado a la entrada 2 del E3+ (in2).
- **Parada de Emergencia (HS):** Indica que la parada de emergencia en campo esta activada, por lo tanto, no se podrá realizar el arranque en manual o automático hasta su desactivación. Va conectado a la entrada 3 del E3+ (in3).
- **Run Status (RUN):** Indica que el equipo esta arrancado. Va conectado a la entrada 1 del E3+ (in1).
- **Comando (CMD):** Señal de salida enviada para dar arranque al equipo. Va conectado a la salida A del E3+ (Out A).
- **Corriente (II):** Indica la corriente de trabajo a la que se encuentra el equipo.

3.2.4.4. Full Voltage No Reversible (FVNR)

Es un arranque directo, el motor gira en un solo sentido. Se utilizó para equipos que no tienen un trabajo constante y equipos donde el esfuerzo del motor no tendrá grandes variaciones como por ejemplo un alimentador vibratorio.

La llave de mando nos indica la forma de trabajo, puede ser manual y arrancarse in situ o automático y arrancarse de forma remota.

Las señales de entrada vienen desde el tablero de control, son transmitidas a través del PLC, y son las siguientes:

- **Automático (Auto):** Nos indica que la llave de mando se encuentra en esta posición y el arranque se puede hacer desde sala de control.
- **Listo (RDY):** Nos indica que el equipo se encuentra sin problemas para ser arrancado en cualquier momento.
- **Run Status (RUN):** Indica que el equipo esta arrancado.
- **Comando (CMD):** Señal de salida enviada para dar arranque al equipo.

3.2.4.5. Full Voltage Reversible (FVR)

Arranque reversible donde se utiliza una inversión de giro, el motor gira tanto en sentido horario como antihorario. Se utilizó para equipos que no tienen un trabajo constante como por ejemplo compuertas.

La llave de mando nos indica la forma de trabajo, puede ser manual y arrancarse in situ o automático y arrancarse de forma remota.

Las señales de entrada vienen desde el tablero de control, son transmitidas a través del PLC, y son las siguientes:

- **Automático (Auto):** Indica que la llave de mando se encuentra en esta posición y el arranque se puede hacer desde sala de control.
- **Listo (RDY):** Indica que el equipo se encuentra sin problemas para ser arrancado en cualquier momento.
- **Sobrecarga (OVL):** Indica que existe una sobrecarga en el actuador.
- **Run Fwd (RUN1):** Indica que el equipo esta arrancado en el sentido 1.
- **Run Rev (RUN2):** Indica que el equipo esta arrancado en el sentido 2.
- **Comando Fwd (CMD1):** Señal de salida enviada para dar arranque al equipo en el sentido 1.
- **Comando Rev (CMD2):** Señal de salida enviada para dar arranque al equipo en el sentido 2.

3.2.4.6. Soft Starter (SS)

Arrancador suave, se utiliza en equipos que tienen un pico de arranque muy elevado. Se utilizará un Soft Starter SMC Flex de Allen Bradley y la comunicación será con protocolo de comunicación Ethernet.

La llave de mando nos indica la forma de trabajo, puede ser manual y arrancarse in situ o automático y arrancarse de forma remota.

Se tendrán las siguientes señales:

- **Automático (Auto):** Nos indica que la llave de mando se encuentra en esta posición y el arranque se puede hacer desde sala de control. Va conectado a la entrada 15 del SMC Flex.

- **Parada de Emergencia (HS):** Indica que la parada de emergencia en campo esta activada, por lo tanto, no se podrá realizar el arranque en manual o automático hasta su desactivación. Va conectado a la entrada 18 del SMC Flex.
- **Falla (FLT):** El Soft starter está reportando algún tipo de desperfecto.
- **Run Status (RUN):** Indica que el equipo esta arrancado.
- **Listo (RDY):** Nos indica que el equipo se encuentra sin problemas para ser arrancado en cualquier momento. Va conectado a la entrada 17 del SMC Flex.
- **Comando 1 (CMD1):** Señal de salida enviada para dar arranque al equipo. Conectado a la salida 4 del SMC Flex. (Aux 4)
- **Comando 2 (CMD2):** Reserva
- **Comando 3 (CMD3):** Reserva
- **Corriente (II):** Indica la corriente de trabajo a la que se encuentra el equipo.

3.2.4.7. FVR ESP

Arranque reversible donde se utiliza una inversión de giro, el motor gira tanto en sentido horario, como antihorario. Se utilizó específicamente para los alabes del clasificador.

Las señales de entrada vienen desde el tablero de control, son transmitidas a través del PLC, y son las siguientes:

- **Listo (RDY):** Indica que el equipo se encuentra sin problemas para ser arrancado en cualquier momento.
- **Sobrecarga (OVL):** Indica que existe una sobrecarga en el actuador.
- **Comando Fwd (CMD1):** Señal de salida enviada para dar arranque al equipo en el sentido 1.
- **Comando Rev (CMD2):** Señal de salida enviada para dar arranque al equipo en el sentido 2.

3.2.5. Elaboración de Base de Datos

Habiendo identificado las señales e instrumentos, procedemos con la elaboración de la base de datos, que es donde se incluye todo lo trabajado previamente.

La base de datos se divide por equipos y están identificadas las señales que cada uno involucra, el grupo de arranque al que pertenecen, el tipo de señal y el típico de arranque con el que se trabajara.

La base de datos se dividirá de acuerdo al gabinete en que se encuentren los equipos e instrumentos y a su vez estos se dividirán de acuerdo al tipo de señal, tenemos señales en Ethernet, DeviceNet, entradas y salidas digitales, entradas y salidas analógicas.

Se tendrá los siguientes gabinetes:

- Transporte de Materias Primas (Ver Anexo 02)
TC_700
- Molienda de Cemento (Ver Anexo 03)
TC_800_01
TC_800_02
- Clasificador (Ver Anexo 04)
TC_800_RIO01
- Filtro principal (Ver Anexo 05)
TC_800_RIO02

A continuación, mostrare los instrumentos más utilizados en el proceso para poder identificarlos en la base de datos que se encuentra anexada al presente proyecto.

- Monitor de Velocidad (MD)
- Switch de Desalineamiento (Dev)
- Nivel Alto de Chute (LSH)
- Sensor de Posición (ZS)
- Switch de Nivel Muy Alto (LSHH)
- Sensor de Temperatura (TI)
- Sensor de Flujo (FI)

- Sensor de Vibración (VI)
- Nivel Bajo (LS)
- Presión Diferencial Alta (PD)

Los equipos que van por comunicación Ethernet o DeviceNet irán acompañadas del nodo que se les designe y las señales digitales y analógicas que van conectadas al PLC irán con su respectiva dirección, estos últimos con la finalidad de dimensionar los tableros de control.

A continuación, se mostraran los resúmenes de entradas y salidas de las bases de datos. Para más detalle (Ver Anexos 02, 03, 04 y 05).

Tabla 5 Resumen de Entradas y Salidas Área 700

Fuente: (Documentación Yura S.A.)

LISTADO DE ENTRADAS y SALIDAS AREA 700- TRANSPORTE DE MATERIAS PRIMAS MOLINO DE CEMENTO		Código:	
		Revisión:	0
		Páginas:	1
		Fecha:	09/08/2018
Proyecto: AUTOMATIZACION CEMENTO 1 Y CEMENTO 2		Especialidad: Automatización	
Etapa: AREA 700			
RESUMEN			
RESUMEN DE RACK's	LEYENDA	CANTIDAD	TIPO DE MODULO
	DI	116	Entradas Digitales
	DO	30	Salidas Digitales
	AI	0	Entradas Analógicas
	AO	0	Salidas Analógicas
	RTD	0	Señales RTD
	ETHERNET	84	Señales Comunicación
	DEVICENET	69	Señales Comunicación
	CONTROLNET	0	Señales Comunicación
	PROFIBUS PA	0	Señales Comunicación

NOMBRE DE TABLERO		TC_700		
TIPO DE TABLERO		AUTOSOPORTADO (INGRESO DE CABLES PARTE INFERIOR)		
CONTROLLO CHASIS: GIX 16	TC_700	<u>Módulos</u>	<u>Señales</u>	<u>Señales Libres</u>
	Chasis 1	1		
	Fuente	1		
	Módulo Ethernet	2	84	
	Módulo Devicenet	2	69	
	Módulos de entradas digitales	8	116	12
	Módulos de salidas tipo relé	3	30	18
	Módulos de entradas analógicas	1	0	8

Tabla 6 Resumen de Entradas y Salidas Área 800

Fuente: (Documentación Yura S.A.)

Proyecto: AUTOMATIZACION DE CEMENTO 2 Etapa: AREA 800	LISTADO DE ENTRADAS y SALIDAS AREA 800- CEMENTO 2 MOLINO DE CEMENTO	Código:	
		Revisión: 0	
		Páginas: 1	
		Fecha: 09/08/2018	
		Especialidad: Automatización	
RESUMEN			
RESUMEN DE RACK's	LEYENDA	CANTIDAD	TIPO DE MODULO
	DI	163	Entradas Digitales
	DO	88	Salidas Digitales
	AI	50	Entradas Analógicas
	AO	1	Salidas Analógicas
	ETHERNET	87	Señales Comunicación
	DEVICENET	0	Señales Comunicación

NOMBRE DE TABLERO		TC_800_01/TC_800_02			
TIPO DE TABLERO		AUTOSOPORTADO (INGRESO DE CABLES PARTE INFERIOR)			
CONTROLLO CHASIS: 9	TC_800_01	<u>Módulos</u>	<u>Señales</u>	<u>Señales Libres</u>	
	Chasis 1	1			
	Fuente	1			
	Procesador	1			
	Módulo ethernet	1	69		
	Módulo ethernet - prosoft	1	18		
	Módulos de entradas analógicas	4	25	7	
	Módulos de salidas analógicas	1	1	5	
	CONTROLLO CHASIS: 14	TC_800_02	<u>Módulos</u>	<u>Señales</u>	<u>Señales Libres</u>
Chasis 1		1			
Fuente		1			
Módulo Ethernet		1	0		
Módulos de entradas digitales		9	135	9	
Módulos de salidas tipo relé		4	52	12	
NOMBRE DE TABLERO		TC_800_RIO01			
TIPO DE TABLERO		MURAL (INGRESO DE CABLES PARTE INFERIOR)			
CONTROLLO CHASIS: 9	TC_800_RIO01	<u>Módulos</u>	<u>Señales</u>	<u>Señales Libres</u>	
	Chasis 1	1			
	Fuente	1			
	Módulo Ethernet	1	0		
	Módulos de entradas digitales	7	26	2	
	Módulos de salidas tipo relé	5	16	4	
	Módulos de entradas analógicas	3	16	8	
NOMBRE DE TABLERO		TC_800_RIO02			
TIPO DE TABLERO		MURAL (INGRESO DE CABLES PARTE INFERIOR)			
CONTROLLO CHASIS: 9	TC_800_RIO02	<u>Módulos</u>	<u>Señales</u>	<u>Señales Libres</u>	
	Chasis 1	1			
	Fuente	1			
	Módulo Ethernet	1	0		
	Módulos de entradas digitales	1	2	2	
	Módulos de salidas tipo relé	6	20	4	
	Módulos de entradas analógicas	2	9	7	
	Módulos de salidas analógicas	1	0	4	

3.2.6. Controlador Lógico Programable (PLC)

De acuerdo a las estipulaciones de la empresa cementera se trabajó con un controlador de la familia de Rockwell Automation, por la constante actualización se utilizó el controlador ControlLogix 5580 de última gama, el cual presenta las siguientes características:

- Ofrecen 45 % más de capacidad que su antecesor.
- Incluye un puerto Ethernet incorporado de 1 gigabit (GB) que permite las comunicaciones de alta velocidad, las E/S y el control de movimiento.
- Ofrece funciones de controlador que maximizan el rendimiento del sistema.
- Incluye la detección y registro de cambio basado en controlador, el firmware del controlador firmado digitalmente y el control de acceso basado en roles para mayor seguridad.
- Proporciona una pantalla que permite diagnóstico y resolución de problemas mejorados
- Ofrece opciones de memoria que van de 3 MB a 40 MB
- Incluye una opción de fuente de alimentación eléctrica delgada 1756 para chasis estándar serie B y C y XT 1756, lo que ofrece una reducción del 29% en el ancho cuando el espacio es limitado.
- Ofrece chasis con hasta 17 ranuras en revestimientos de conformación y estándar.
- Cuenta con un módulo de almacenamiento de energía y nos evita la necesidad de utilizar una batería.
- Proporciona control de acceso basado en roles a rutinas e instrucciones Add-On.

El modelo del controlador que se utilizó es un 1756-L83E, es un modelo estándar con un tamaño de memoria de 10 MB y cuenta con número total de nodos Ethernet/IP del controlador de 250. (Rockwell Automation, 2019).

Para la conexión de señales se utilizaron diferentes módulos de E/S digitales y analógicos, los cuales fueron elegidos de acuerdo a la información recopilada en nuestra base de datos (Ver Tablas 04 y 05).

A continuación se mostrara cada una de las tarjetas utilizadas para cada uno de los tableros.

Tabla 7 Tablero TC_700

Fuente: (Documentación Yura S.A.)

TC_700	Módulos	Señales	Señales Libres	MODELO DE TARJETA
Chasis 1	1			1756-A17
Fuente	1			1756-PA75
Módulo Ethernet	2	84		1756-EN2T
Módulo Devicenet	2	69		1756-DNB
Módulos de entradas digitales	8	116	12	1756-IM16I
Módulos de salidas tipo relé	3	30	18	1756-OW16I
Módulos de entradas analógicas	1	0	8	1756-IF8I

Tabla 8 Tablero TC_800_1

Fuente: (Documentación Yura S.A.)

TC_800_01	Módulos	Señales	Señales Libres	MODELO DE TARJETA
Chasis 1	1			1756-A13
Fuente	1			1756-PA75
Procesador	1			1756-L83E
Módulo ethernet	1	69		1756-EN2T
Módulo ethernet - prosoft	1	18		MVI56E-MNETR
Módulos de entradas analógicas	4	25	7	1756-IF8I
Módulos de salidas analógicas	1	1	5	1756-OF8I

Tabla 9 Tablero TC_800_2

Fuente: (Documentación Yura S.A.)

TC_800_02	Módulos	Señales	Señales Libres	MODELO DE TARJETA
Chasis 1	1			1756-A17
Fuente	1			1756-PA75
Módulo Ethernet	1	0		1756-EN2T
Módulos de entradas digitales	9	135	9	1756-IM16I
Módulos de salidas tipo relé	4	52	12	1756-OW16I

Tabla 10 Tablero TC_800_RIO01

Fuente: (Documentación Yura S.A.)

TC_800_RIO01	Módulos	Señales	Señales Libres	MODELO DE TARJETA
Chasis 1	1			POINT IO
Fuente	1			1734-PS13
Módulo Ethernet	1	0		1734-AENT
Módulos de entradas digitales	7	26	2	1734-IM4
Módulos de salidas tipo relé	5	16	4	1734-OW4
Módulos de entradas analógicas	3	16	8	1734-IE8C

Tabla 11 Tablero TC_800_RIO02

Fuente: (Documentación Yura S.A.)

TC_800_RIO02	Módulos	Señales	Señales Libres	MODELO DE TARJETA
Chasis 1	1			POINT IO
Fuente	1			1734-PS13
Módulo Ethernet	1	0		1734-AENT
Módulos de entradas digitales	1	2	2	1734-IM4
Módulos de salidas tipo relé	6	20	4	1734-OW4
Módulos de entradas analógicas	2	9	7	1734-IE8C
Módulos de salidas analógicas	1	0	4	1734-OE4C

3.2.7. Arquitectura de Control

En el desarrollo de la arquitectura de control mostraremos esquemáticamente el controlador maestro y los esclavos, y la red empleada para comunicar estos con el sistema SCADA, siendo el caso a través de la sala de servidores.

Como protocolo de comunicación se utilizará Ethernet TCP/IP 10/100/1000 MBPS, sobre cobre y sobre fibra óptica.

Se cuenta con la sala principal (Grupo 800) donde se encuentra el controlador maestro, se utilizó un Controlador 5580 1756-L83E ControlLogix, y desde este punto se comunica con los controladores esclavos del Filtro Principal y el Separador de Alabes por Ethernet sobre cobre, para distancias mayores a los 90 metros hemos utilizado Ethernet sobre fibra óptica, con el fin de garantizar una buena comunicación, este tipo de comunicación hemos utilizado para comunicar el controlador maestro y la sala eléctrica de materias primas (Grupo 700) y para la sala de servidores ubicada en sala de control.

La topología de red utilizada para los centros de control de los motores (CCM) es de tipo anillo, todos los equipos con conexión ethernet están conectados desde el switch de comunicación del tablero de control y tienen un retorno a este mismo.

Se detallará los controladores y se mostraran las tarjetas con las que cuenta, también se tendrá en cuenta los switches y conversores a utilizados para poder poner en red todo el proceso (Ver Anexo 11)

3.2.8. Elaboración de Planos P&ID

Los planos P&ID se dividirán de acuerdo a los grupos de arranque y en ellos se mostrará los instrumentos con los que cuentan los equipos y las señales que van por comunicación y que se mostraran en el SCADA. Se explicara a continuación las señales más empleadas y de mayor importancia durante el desarrollo de los mismos (Ver Anexo 12).

a) P&ID del Grupo 1 - Lubricación del Molino

Se muestran las señales analógicas de Flujo de aceite FI, Presión de Aceite PI y Presión Diferencial PDS de las bombas.

b) P&ID del Grupo 2 – Transporte a Silos

Se muestran señales del Monitor de Velocidad MD de los transportadores helicoidales y las de Nivel de Bota LSH y Monitor de Velocidad MD en el elevador de cangilones.

c) P&ID del Grupo 3 – Recirculación de Material

Se muestra en el clasificador las señales analógicas de posición ZI, temperatura TI y vibración VI; para los filtros se tiene señales de presión de aire comprimido PI, presión diferencial PDS.

d) P&ID del Grupo 4 – Molino 2

Se muestran las señales analógicas de vibración VI, temperatura TI en diferentes puntos; del molino principal, motor principal del molino y reductor principal; además de señales de presión PS de los ventiladores del molino y de la salida del material.

e) P&ID del Grupo 5 – Alimentación a Molino

Se muestran las señales del monitor de velocidad MD y Falla FI de las balanzas dosificadoras que son procesadas por el controlador de las mismas; las señales del monitor de velocidad de las fajas transportadas.

f) P&ID del Grupo 6 – Transporte de Materias Primas

En esta zona se tienen gran cantidad de fajas transportadoras y de las que se muestra las señales del monitor de velocidad MD, Desalineamientos de cabeza y cola DEV, nivel alto de chute LSH y parada de emergencia HSS; en los filtros compactos se tiene sensores de presión diferencial que llegan hasta su controlador y estos envían señales de falla; en las compuertas se tiene señales de posición ZS1 Y ZS2 y en los silos de almacenamiento se tiene señales de nivel alto de tolva LAH.

Todos los motores cuentan con sus señales correspondientes, ya sea que vayan por comunicación, pudiendo ser Ethernet o Devicenet, o también por señales digitales directo al PLC. Las señales que se tienen son de Start/ Stop y Automático/Manual y las paradas de emergencia que van conectadas directo al motor.

3.2.9. Elaboración de la Rutina de Control

La rutina para el control de nuestro proceso se elaboró basándonos en todo lo que se desarrolló con anterioridad, poniendo énfasis en la elaboración de los grupos y secuencias de arranque, siendo esto lo que plasmaremos en nuestra rutina.

Todos los controladores de la familia ControlLogix de Rockwell Automation usan el entorno de diseño Studio 5000 y es por eso que se trabajó bajo este software de diseño y mantenimiento. Empleando este software se puede trabajar bajo 4 lenguajes de programación: Ladder o Escalera, Grafcet, Texto estructurado y Diagrama de bloques; pero el más común y con el que se viene trabajando en la planta cementera es el lenguaje Ladder.

Los diagramas de escalera son esquemas de uso común para representar la lógica de control de sistemas industriales.

Las principales características del lenguaje Ladder son:

- Instrucciones de entrada se introducen a la izquierda
- Instrucciones de salida se situarán en el derecho.
- Los carriles de alimentación son las líneas de suministro de energía L1 y L2 para los circuitos de corriente alterna y 24 V y tierra para los circuitos de CC
- La mayoría de los PLC permiten más de una salida por cada renglón (Rung).
- El controlador explora peldaños de la escalera de arriba a abajo y de izquierda a derecha.

Para facilitar el trabajo de la programación se tomó en cuenta el concepto de reutilización de código, es decir, hicimos uso de las instrucciones Add-On, las cuales nos permiten recopilar la lógica más utilizada en forma de conjunto de instrucciones reutilizables; habiéndose utilizado este tipo de programación tuvimos como resultado rutinas muy parecidas para los equipos con el mismo tipo de arranque.

Se utilizó los siguientes bloques Add-On para los motores: Motor (Unimotor y Bimotor), Valve (Equipos de acción neumática), MotorGate (Compuertas y equipos de dos posiciones).

También se hizo uso de estos para los equipos de protección como Relés de sobrecarga E300 y Soft Starter SMC Flex.

Debido a temas de confidencialidad para con la empresa, no fue posible mostrar la programación que se realizó en lenguaje Ladder, pero para un mayor entendimiento realice las mismas secuencias en lenguaje grafcet, este lenguaje es simple y entendible para cualquier persona con un conocimiento básico de programación, y ese es el motivo por el cual se escogió. Se realizó la programación de los 6 grupos de arranque. (Ver Anexo 10)

A continuación, se dará ejemplo de diferentes equipos utilizando los distintos bloques ya mencionados y cada uno con diferentes tipos de arranque

Ejemplo 1

Elevador de Cangilones 1, Motor Principal (Unimotor)

Arranque con Soft starter

Como condición previa se debe de cumplir la rutina de Interlock para dar inicio a la secuencia principal. Como inicio de la rutina, se mueve el dato analógico de corriente hacia el bloque del motor (AssysMotor), el cual es asociado al motor jalando el Tag del mismo. El bloque cuenta con todas las entradas y salidas necesarias para poder utilizar cualquier motor unidireccional.

Cuando el Comando 1 del bloque del motor manda un 1 digital, manda activar un temporizador que mantendrá la salida Comando Start durante un tiempo determinado y cuando se pierda el Comando 1, la desactivación manda activar un temporizador para activar la salida Comando Stop durante un tiempo establecido. Se usa temporizadores para evitar que los pulsos se pierdan.

Se evalúa la existencia de alguna alarma, de no cumplirse por un tiempo mínimo determinado mandara activar el NODESTATUS, que es una señal asociado al bloque IUSYS_SMC FLEX_ET_MOTOR, bloque del equipo de protección, que para este caso es un Soft Starter Rockwell SMC Flex.

Seguido de esto se copian los datos de entrada del equipo al Soft Starter SMC Flex.

Cuando el bloque adaptador mande las señales de Ready, Return Feedback Direction 1, Drive Ready, General Fault, General Warning, Bus Fault, Acknowledge, estas mandaran activar memorias que están asociadas al bloque del motor.

Por último, se mueve el dato de la entrada analógica 1 del bloque adaptador a la variable pública que a su vez es movida a la entrada analógica del bloque del motor. Los datos de corriente se obtienen del Soft Starter y el promedio que es el dato que se mueve hasta el bloque del motor es calculado utilizando una instrucción mediante una expresión matemática (Ver Anexo 06).

Pseudocódigo

INICIO

** Función que salta a una subrutina y la ejecuta

FUNC JSR (Routine Name: Interlock)

** No hacer nada

FUNC NOP

** Mueve el dato analógico de la corriente al bloque ADD-ON del motor

FUNC MOV (Source: _807_101, Dest: FB.AI1)

** Bloque ADD-ON del Motor del Elevador 807_1

Leer AsysMotor

** Mientras está activado el comando 1 del bloque AsysMotor activa un temporizador a la activación

MIENTRAS FB.CON1 = 1 ENTONCES

 ACTIVAR FUNC TON _807_1C31_TMR(Preset: 3000)

FIN MIENTRAS

** Se mantiene la señal start durante 3 seg

MIENTRAS _807_1C31_TMR.TT = 1 ENTONCES

 ACTIVAR SALIDA START

FIN MIENTRAS

** Mientras esta desactivado el Com1 del bloque AsysMotor activa un temporizador a la activación

MIENTRAS FB.CON1 = 0 ENTONCES

ACTIVAR FUNC TON _807_1C32_TMR(Preset: 10000)

FIN MIENTRAS

** Se mantiene la señal de stop durante 10 seg.

MIENTRAS _807_1C32_TMR.TT = 1 ENTONCES

ACTIVAR SALIDA STOP

FIN MIENTRAS

** Se evaluara que no se presente ningún error

FUNC GSV(Instance Name: _807_1, Dest: IOFaultStatus) AND

FUNC EQU(Source A:IOFaultStatus, Source B:16384) AND

FUNC TOF _807_1_ADPT_DiagTimer(Preset: 1000)

SI _807_1_ADPT_DiagTimer.DN = 1 ENTONCES

ACTIVAR _807_1_ADPT.NODESTATUS

FIN SI

** Copiar el dato de corriente en el bloque del soft starter

FUNC COP(Source: _807_1:I, Dest: SMCFLEX_INREF_807)

** Bloque ADD-ON del Soft Starter del Motor del Elevador 807_1

LEER IUSYS_SMCFLEX_ET_MOTOR

** Mientras este activo el Ready del SMCFLEX mandará activar la señal Ready del bloque del Motor

MIENTRAS _807_1_ADPT.RDY = 1 OR

_807_1c32_TMR.TT = 1 ENTONCES

ACTIVAR _807_1C41

FIN MIENTRAS

** Mientras este activo el Return del bloque del SMCFLEX mandará activar la señal Running del **bloque del Motor

MIENTRAS _807_1_ADPT.RET1 = 1 ENTONCES

ACTIVAR _807_1C61

FIN MIENTRAS

** Mientras este activo el Drive Ready del bloque del SMCFLEX mandará activar la señal Enabled **del bloque del Motor

MIENTRAS _807_1_ADPT.DRDY = 1 ENTONCES

ACTIVAR _807_1C42

FIN MIENTRAS

** Mientras este activo el General Fault del bloque del SMCFLEX mandará activar la señal Faulted **del bloque del Motor

MIENTRAS _807_1_ADPT.GFA = 1 ENTONCES

ACTIVAR _807_1U41

FIN MIENTRAS

** Mientras este activo el General Warming del bloque del SMCFLEX mandará activar la señal Alarm **del bloque del Motor

MIENTRAS _807_1_ADPT.GWA = 1 ENTONCES

ACTIVAR _807_1U42

FIN MIENTRAS

** Mientras este activo el Bus Fault del bloque del SMCFLEX mandará activar la señal Bus Fault del **bloque del Motor

MIENTRAS _807_1_ADPT.BUSF = 1 ENTONCES

ACTIVAR _807_1C46

FIN MIENTRAS

** Mientras este activo el Bus Fault del bloque del SMCFLEX mandará activar la señal Bus Fault del bloque del Motor

MIENTRAS _807_1_ADPT.BUSF = 1 ENTONCES

ACTIVAR _807_1U46

FIN MIENTRAS

** Mientras este activo el Acknowledge del bloque del SMCFLEX mandará activar la señal Acknowledge del bloque del Motor

MIENTRAS _807_1_ADPT.ACK = 1 ENTONCES

ACTIVAR _807_1C74

FIN MIENTRAS

** Mueve el dato de la corriente del SMCFLEX al bloque del Motor

FUNC MOV(Source: _807_1_ADPT.AI1, DEST: _807_1I01)

** calcula la expresión y la mueve a al bloque del Motor

FUNC CPT(Dest: _807_1I01, Expression:

(_807_1:I.PhaseACurrent+_807_1:I.CurrentPhaseB+_807_1:I.CurrentPhaseC)/30

FIN

Ejemplo 2

Faja Transportadora Reversible a C2, Motor (Bimotor)

Arranque con E300

Para dar inicio con la rutina principal se deben de ejecutar las subrutinas interlock y SimpleAI.

Esta es una faja reversible de descarga en una dirección para la puzolana y la otra para el yeso.

Primero para que se active la selección del programa se tiene que hacer la selección del transporte de yeso o de puzolana, esta selección del programa se enclavara hasta que el sistema este descargado; si la selección se encuentra desactivada entonces se activara la secuencia de parada.

El sistema por defecto se encuentra en posición hacia la puzolana, es decir que, si la dirección esta con 0 digital se encontrara en la dirección 2, pero si la selección se encuentra para el yeso o el sistema está cargado con yeso mandara activar la dirección y la faja se encontrara en dirección 1.

El valor de la corriente es movido desde la variable pública hacia la entrada analógica 1 del bloque.

El bloque del motor será el mismo que para un motor unidireccional, pero en este caso se usaran los dos comandos y las señales de run y ready 1 y 2.

Si se activa el comando de dirección 1 del bloque se activa la salida digital del Comando 1 y si se activa el comando de dirección 2 del bloque se debe de activar la salida digital del Comando 2.

Se evalúa la existencia de alguna alarma, de no cumplirse por un tiempo mínimo determinado mandara activar el NODESTATUS, que es una señal asociado al bloque IUSYS_E300_ET_MOTOR, bloque del equipo de protección, que para este caso es un relé de sobrecarga E300.

Cuando el bloque adaptador mande las señales de Overload, Thermisor FAlt, Drive ready, Motor stalled, Earth Fault, Unbalance, General fault, Gneral

warning, Bus Fault, Acknowledge estas mandaran activar memorias que están asociadas al bloque del motor.

Por último, se mueve el dato de la entrada analógica 1 del bloque adaptador a una variable pública (Ver Anexo 07).

Pseudocódigo

INICIO

** Salta a una subrutina y la ejecuta

FUNC JSR (Routine Name: Interlock)

FUNC JSR (Routine Name: SimpleAI)

** No hacer nada

FUNC NOP

** Si esta seleccionado o cargado para yeso o puzolana se seleccionara el programa

MIENTRAS $_800GRP06SEL01.FB.SEL = 1$ OR

$_800GRP06SEL03.FB.SEL = 1$ OR

$(FB.SEL=1$ NAND $_800GRP06SEL06.FB.SEL=0$ AND

$_800GRP06SEL04.FB.SEL=0$ AND $(_800_PUZOLANA=1$ OR $_800_YESO=1))$ ENTONCES

ACTIVA FB.SEL

FIN MIENTRAS

** Mientras el programa esta deseleccionado mandara señal Stop

MIENTRAS $FB.SEL = 0$ ENTONCES

ACTIVA $_713_1_STP_SEQ$

FIN MIENTRAS

** Mientras este activada la selección o cargado de yeso se activara el cambio de sentido

MIENTRAS $(_800GRP06SEL01.FB.SEL=1$ AND

$_800GRP06SEL03.FB.SEL=0$ AND $_800_PUZOLANA=0)$ OR

(FB.DIR=1 AND (_800_YESO OR FB.SEL=0) ENTONCES

ACTIVAR FB.DIR

FIN MIENTRAS

** Mueve el dato analógico de la corriente al bloque ADD-ON del motor

FUNC MOV (Source: _713_101, Dest: FB.AI1)

** Mientras este activada la señal Run y alguno de los comandos mandara su
retorno

MIENTRAS FB.CON1=1 AND _713_1_RUN ENTONCES

ACTIVA _713_RET1

FIN MIENTRAS

MIENTRAS FB.CON2=1 AND _713_1_RUN ENTONCES

ACTIVA _713_RET2

FIN MIENTRAS

** Bloque del motor de la faja reversible

LEER AsysMotor

** Si se activan los comandos de bloque del motor manda activar los Comandos
hacia **yeso o puzolana

MIENTRAS FB.CON1 = 1 ENTONCES

ACTIVAR _713_1_CMD1

FIN MIENTRAS

MIENTRAS FB.CON2 = 1 ENTONCES

ACTIVAR _713_1_CMD2

FIN MIENTRAS

** Se evaluara que no se presente ningún error

FUNC GSV(Instance Name: _713_1, Dest: IOFaultStatus) AND

FUNC EQU(Source A:IOFaultStatus, Source B:16384) AND

FUNC TOF _713_1_ADPT_DiagTimer(Preset: 1000)

MIENTRAS _713_1_ADPT_DiagTimer.DN = 1 ENTONCES

ACTIVAR _713_1_ADPT.NODESTATUS

FIN MIENTRAS

** Bloque ADD-ON del Relé inteligente del Motor de la faja reversible 713_1

LEER IUSYS_E300_ET_MOTOR

** Mientras este activo el Overload del bloque del E300 mandará activar la señal

**Overload del bloque del Motor

MIENTRAS _713_1_ADPT.OVL = 1 ENTONCES

ACTIVAR _713_1C44

FIN MIENTRAS

** Mientras este activo el Thermistor Fault del bloque del E300 mandará activar la señal **Thermistor del bloque del Motor

MIENTRAS _713_1_ADPT.TFA = 1 ENTONCES

ACTIVAR _713_1U43

FIN MIENTRAS

** Mientras este activo el Drive Ready del bloque del E300 mandará activar la señal **Ready del bloque del Motor

MIENTRAS _713_1_ADPT.DRDY = 1 ENTONCES

ACTIVAR _713_1C42

FIN MIENTRAS

** Mientras este activo el Motor Stalled del bloque del E300 mandará activar la señal **Stalled del bloque del Motor

MIENTRAS _713_1_ADPT.STALL = 1 ENTONCES

ACTIVAR _713_1C71

FIN MIENTRAS

** Mientras este activo el Earth Fault del bloque del E300 mandará activar la señal Earth **Fault del bloque del Motor

MIENTRAS _713_1_ADPT.EARTH = 1 ENTONCES

ACTIVAR _713_1C72

FIN MIENTRAS

** Mientras este activo el Unbalance del bloque del E300 mandará activar la señal **Unbalance del bloque del Motor

MIENTRAS _713_1_ADPT.UBAL = 1 ENTONCES

ACTIVAR _713_1C73

FIN MIENTRAS

** Mientras este activo el General Fault del bloque del E300 mandará activar la señal Trip **del bloque del Motor

MIENTRAS _713_1_ADPT.GFA = 1 ENTONCES

ACTIVAR _713_1U41

FIN MIENTRAS

** Mientras este activo el General Warning del bloque del E300 mandará activar la señal **Warning del bloque del Motor

MIENTRAS _713_1_ADPT.GWA = 1 ENTONCES

ACTIVAR _713_1U42

FIN MIENTRAS

** Mientras este activo el Bus Fault del bloque del E300 mandará activar la señal Bus **Fault del bloque del Motor

MIENTRAS _713_1_ADPT.BUSF = 1 ENTONCES

ACTIVAR _713_1C74

FIN MIENTRAS

** Mientras este activo el Acknowledge del bloque del E300 mandará activar la señal **Acknowledge del bloque del Motor

MIENTRAS _713_1_ADPT.ACK = 1 ENTONCES

ACTIVAR _713_1C74

FIN MIENTRAS

** Mueve el dato de la corriente del SMC FLEX al bloque del Motor

FUNC MOV(Source: _713_1_ADPT.AI1, DEST: _713_1I01)

FIN

Ejemplo 3

Accionamiento Enfriamiento de Babbit de Entrada, Válvula Solenoide (Valve)

Se debe cumplir la condición de que la Celda AD11 del motor principal del molino se debe encontrar cerrada en posición 2, por esto la condición nos dice que cuando la celda no se encuentre en posición 1 entonces se debe activar la condición previa de selección de la válvula.

Para este caso de la valvula solenoide se usa el bloque Add-On AssysValve, que cuenta con las señales necesarias para este tipo de equipos, es por eso a luego de la condición previa podemos observar el bloque asociado al tag del equipo.

Luego se tiene que si se activa el comando de dirección 1 del bloque AssysValve, se activara la salida digital del comando de enfriamiento Babbit Entrada (Ver Anexo 08).

Pseudocódigo

INICIO

FUNC NOP

MIENTRAS _806A.FB.POS1 = 0 ENTONCES

 ACTIVAR FB.PREQ1

FIN MIENTRAS

MIENTRAS _806A.FB.POS1 = 1 ENTONCES

 ACTIVAR FB.PREQ2

FIN MIENTRAS

**Bloque del accionamiento de la valvula babbit de entrada

LEER AsysValve

MIENTRAS FB.CON1 = 1 ENTONCES

ACTIVAR _806_CMD1_CMD

FIN MIENTRAS

FIN

Ejemplo 4

Celda AD11, Motor Principal Molino

Como condición inicial esta que si se activan los tres ventiladores del motor, entonces activa un Ton de 60 segundos, este luego cuando está activo y se cumplen las siguientes condiciones: start activada del grupo 4, stop desactivada del grupo 4 y todos los interlocks, los de la secuencia de Start 2 activado el interlock 0; se activara la selección de la dirección 2 del motor el cual a su vez se enclava con el start del grupo y el timer de 60 segundos y la desactivación del de la secuencia de start 1 enclava al Stop de la del grupo 4.

Luego se tiene que cuando la selección de la dirección 2 este desactivada, activara la selección de la dirección 1, o que quiere decir que por defecto se encontrara activada esta señal.

Si el interruptor se encuentra abierto en posición ZS3 y la entrada esta activada entonces se activa la señal del bloque del motor de posición 1 y la señal de la posición 2 se activa si la entrada de la posición cerrada ZS2 se encuentra activada pero después de activar un Ton de 200 ms.

Luego se tiene el bloque del motor, para este caso se utiliza el bloque AsysGate el cual es utilizado principalmente para compuertas pero en este caso es necesario porque se necesita tener señal de la posición en que se encuentra la celda de arranque.

Si la señal del bloque del comando de dirección 2 se encuentra activado, las señales del bloque de comando y de selección del comando 1 desactivadas, la señal de motor ok del bloque activada y también activados las señales de que se está cumpliendo los interlocks entonces y si es así se activara la salida digital del comando de dirección 2 para cerrar el interruptor de la celda; este se enclavara con la señal de comando dirección 2 del bloque y las señales de local

y manual del bloque se enclavaran con la señal de selección de la dirección 1 del bloque AsysGate (Ver Anexo 09).

Pseudocódigo

INICIO

** No hacer nada

FUNC NOP

**

MIENTRAS _806_1.FB.RD1=1 AND

_806_2.FB.RD1=1 AND

_806_3.FB.RD1=1 ENTONCES

ACTIVAR FUNC TON FB_TIMER (Preset: 60000)

FIN MIENTRAS

**Se deben cumplir estas condiciones previas para pasar cerrar la celda AD11

MIENTRAS ((_800GRP04.FB.GSTR=1 AND FB_TIMER.DN) OR
FB.PREQ2=0) AND

(_800GRP04.FB.GSTP=0 OR INTL_SEQ_STR1.0=0) AND

INTL_SEQ_STR2.0=1 AND

INTL.0 ENTONCES

ACTIVAR FB.PREQ2

FIN MIENTRAS

** Seguridad de cierre de la celda

MIENTRAS FB.PREQ2 = 0 ENTONCES

ACTIVAR FB.PREQ1

FIN MIENTRAS

**Si está marcando el sensor de posición abierto activara la siguiente memoria

**asociada al bloque del motor de la celda indicando posición 1

MIENTRAS _806A_ZS3 = 1 ENTONCES

ACTIVAR FB_LSP1

**Si está marcando el sensor de posición cerrado activara la siguiente memoria
**asociada al bloque del motor de la celda indicando posición 2 después de
**pasado el tiempo del timer

MIENTRAS _806A_ZS2 = 1 ENTONCES

ACTIVAR FUNC TON FB_LSP2_TIMER (Preset: 200)

FIN MIENTRAS

MIENTRAS _806A_ZS2 = 1 AND

FB_LSP2_TIMER.DN = 1 ENTONCES

ACTIVAR FB_LSP2

FIN MIENTRAS

** Bloque de la Celda AD11 del Motor Principal

Leer AsysGate

** Se deben de cumplir las siguientes condiciones para cerrar el interruptor de
la **celda AD11

MIENTRAS (FB.CON2=1 OR _806A_CMD2=1) AND

FB.CON1=0 AND

(FB.PREQ1=0 OR FB.MAN=1 OR FB.LOC=1) AND

FB.OK=1 AND

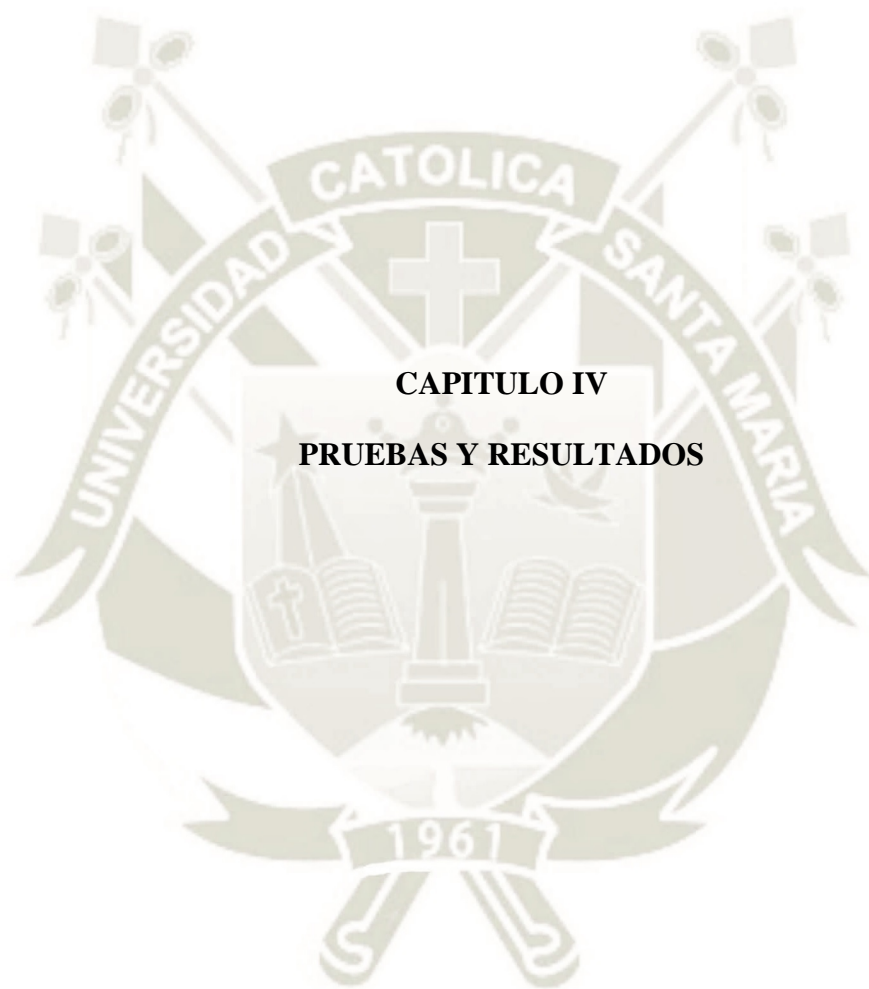
INTL.0=1 AND

INTL_SEQ_STR2.0 ENTONCES

ACTIVAR _806A_CMD2

FIN MIENTRAS

FIN



CAPITULO IV
PRUEBAS Y RESULTADOS

4. Operación Real del Sistema de Supervisión SCADA

El sistema de supervisión fue desarrollado bajo el software ECS. Esta es la plataforma de FLSmith para la automatización de procesos y está diseñado específicamente para las industrias del cemento y la minería. Este software de control permitió maximizar la eficiencia energética y la utilización de los equipos gracias a la obtención de datos en tiempo real y la rápida detección de fallas. A continuación, mostraremos cada una de las pantallas de supervisión que se desarrollaron para todo el proceso.

4.1. Pantalla Transporte de Materias Primas

Desde esta pantalla los operadores e ingenieros autorizados podrá tener control de todo el proceso de transporte de materias primas (Grupo 6), por ende, los equipos que este involucra, podrán dar arranque y parada basándose en la filosofía de control antes explicada y gobernar todo el proceso hasta que el material llegue a las tolvas de almacenamiento.

Al iniciar el proceso estarán en la posibilidad de seleccionar el material que se desea transportar y así el transporte se pondrá en posición para luego dar el arranque, como podrán apreciar en la *figura 38*, cuando los equipos estén arrancados cambiaran a color verde y cuando estén parados simplemente se mantendrán como en un inicio, sin color alguno; cuando exista algún problema y no cumplan con las condiciones de arranque (interlocks) sobre el tag cambiara a color rojo un circulo con un x indicando la existencia de una falla. De igual manera podremos visualizar el cambio de color con los sensores que se encuentren en el proceso, ya sean desalineamientos, niveles de bota, nivel de tolva lleno, etc. También estaremos en la posibilidad de tener el dato en tiempo real de la corriente y este se podrá visualizar en cada uno de los equipos.

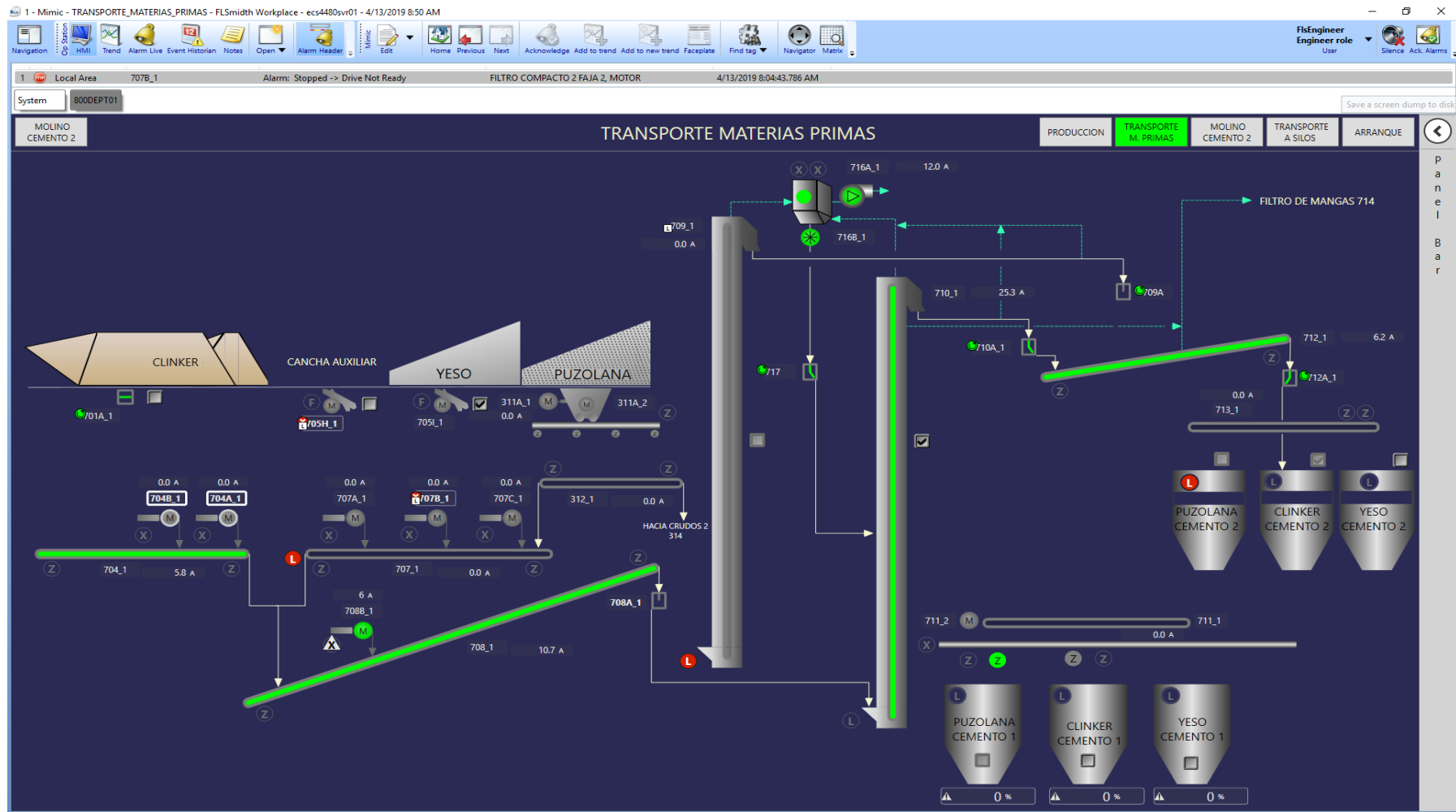


Figura 38 Pantalla SCADA Transporte de Materias Primas

Fuente: (Documentación Yura S.A.)

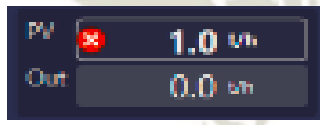
4.2. Pantalla Molino de Cemento 2

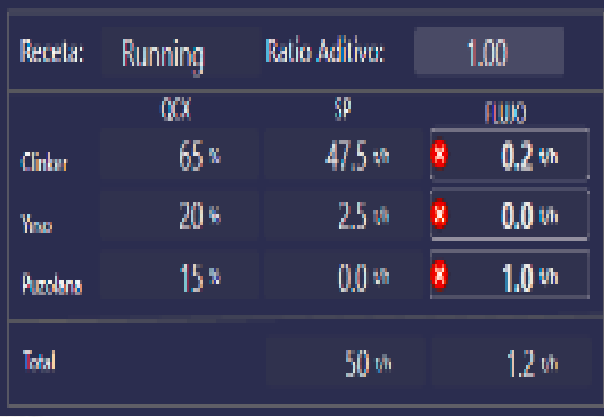
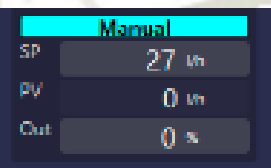

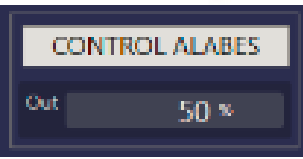
Desde esta pantalla los operadores e ingenieros autorizados podrán controlar la lubricación del molino, recirculación de material, el molino y la alimentación al molino que son los grupos 1, 3, 4, 5, respectivamente.

Como en la pantalla anterior podremos saber que un equipo se encuentra en funcionamiento o estén presentando alguna falla de la misma forma como se explicó anteriormente. Todos los sensores que se encuentran en esta área también podrán indicar que se encuentran o no en funcionamiento cuando estos cambien de color, ya sean de presión, flujo, temperatura, vibración, posición, etc., todos indicarán de la misma manera.

También podremos apreciar una subpantalla (panel bar) al lado de derecho de la *figura 39*, que puede ser jalada desde cualquier pantalla, y es aquí desde donde se puede dar arranque o parar a los diferentes grupos y apreciaremos por su cambio de color en el borde los que se encuentran o no en trabajo. En esta pantalla se apreciarán todos los grupos, pero en las otras se apreciará solo del mismo de la pantalla como por ejemplo si se encuentra en la pantalla de transporte a silos solo se podrá apreciar el grupo 2 transporte a silos.

En esta pantalla se tienen algunos datos de ingreso manual y otros de salida del estado de los equipos que se detallarán a continuación.

	<p>Este recuadro ubicado en la parte inferior de las balanzas nos indicará en primer lugar el PV (variable del proceso) que es lo que nos entrega el instrumento en campo y luego se muestra el Out (salida) que es la señal que recibiremos del controlador.</p>
---	---

 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Receta:</th> <th>Running</th> <th>Ratio Aditivo:</th> <th>1.00</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>CCX</td> <td>SP</td> <td>FLUJO</td> </tr> <tr> <td>Clinker</td> <td>65 %</td> <td>47.5 t/h</td> <td>0.2 t/h</td> </tr> <tr> <td>Yino</td> <td>20 %</td> <td>2.5 t/h</td> <td>0.0 t/h</td> </tr> <tr> <td>Pozolana</td> <td>15 %</td> <td>0.0 t/h</td> <td>1.0 t/h</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td></td> <td>50 t/h</td> <td>1.2 t/h</td> </tr> </tbody> </table>	Receta:	Running	Ratio Aditivo:	1.00		CCX	SP	FLUJO	Clinker	65 %	47.5 t/h	0.2 t/h	Yino	20 %	2.5 t/h	0.0 t/h	Pozolana	15 %	0.0 t/h	1.0 t/h	Total		50 t/h	1.2 t/h	<p>En este cuadro ubicado al ingreso del molino nos muestra la receta del cemento a producir, los valores del porcentaje estipulado son ingresados de forma manual y el set point es calculado de acuerdo al porcentaje ingresado, también se ve el flujo que será el PV de la balanza.</p>
Receta:	Running	Ratio Aditivo:	1.00																						
	CCX	SP	FLUJO																						
Clinker	65 %	47.5 t/h	0.2 t/h																						
Yino	20 %	2.5 t/h	0.0 t/h																						
Pozolana	15 %	0.0 t/h	1.0 t/h																						
Total		50 t/h	1.2 t/h																						
 <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Manual</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SP</td> <td>27 t/h</td> </tr> <tr> <td>PV</td> <td>0 t/h</td> </tr> <tr> <td>Out</td> <td>0 %</td> </tr> </tbody> </table>	Manual		SP	27 t/h	PV	0 t/h	Out	0 %	<p>Este recuadro es del ingreso de aditivo al molino, y en la primera fila tendremos el set point manual, en la segunda fila tendremos la variable del proceso expresada de igual manera que el set point en Tn/h y finalmente el Out que se recibe del variador de velocidad y es expresado en porcentaje.</p>																
Manual																									
SP	27 t/h																								
PV	0 t/h																								
Out	0 %																								
 <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Manual</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SP</td> <td>65.0 A</td> </tr> <tr> <td>PV</td> <td>6.1 A</td> </tr> <tr> <td>Out</td> <td>50 t/h</td> </tr> </tbody> </table>	Manual		SP	65.0 A	PV	6.1 A	Out	50 t/h	<p>Este recuadro es del ingreso de alimentación total del molino, y en la primera fila tendremos el set point manual, en la segunda fila tendremos la variable del proceso expresada de igual manera que el set point en variable de amperaje y finalmente el Out expresado en Tn/h.</p>																
Manual																									
SP	65.0 A																								
PV	6.1 A																								
Out	50 t/h																								
 <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CONTROL ALABES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Out</td> <td>50 %</td> </tr> </tbody> </table>	CONTROL ALABES		Out	50 %	<p>Esta salida es un promedio de las variables del proceso de los instrumentos de posición de todos los alabes.</p>																				
CONTROL ALABES																									
Out	50 %																								

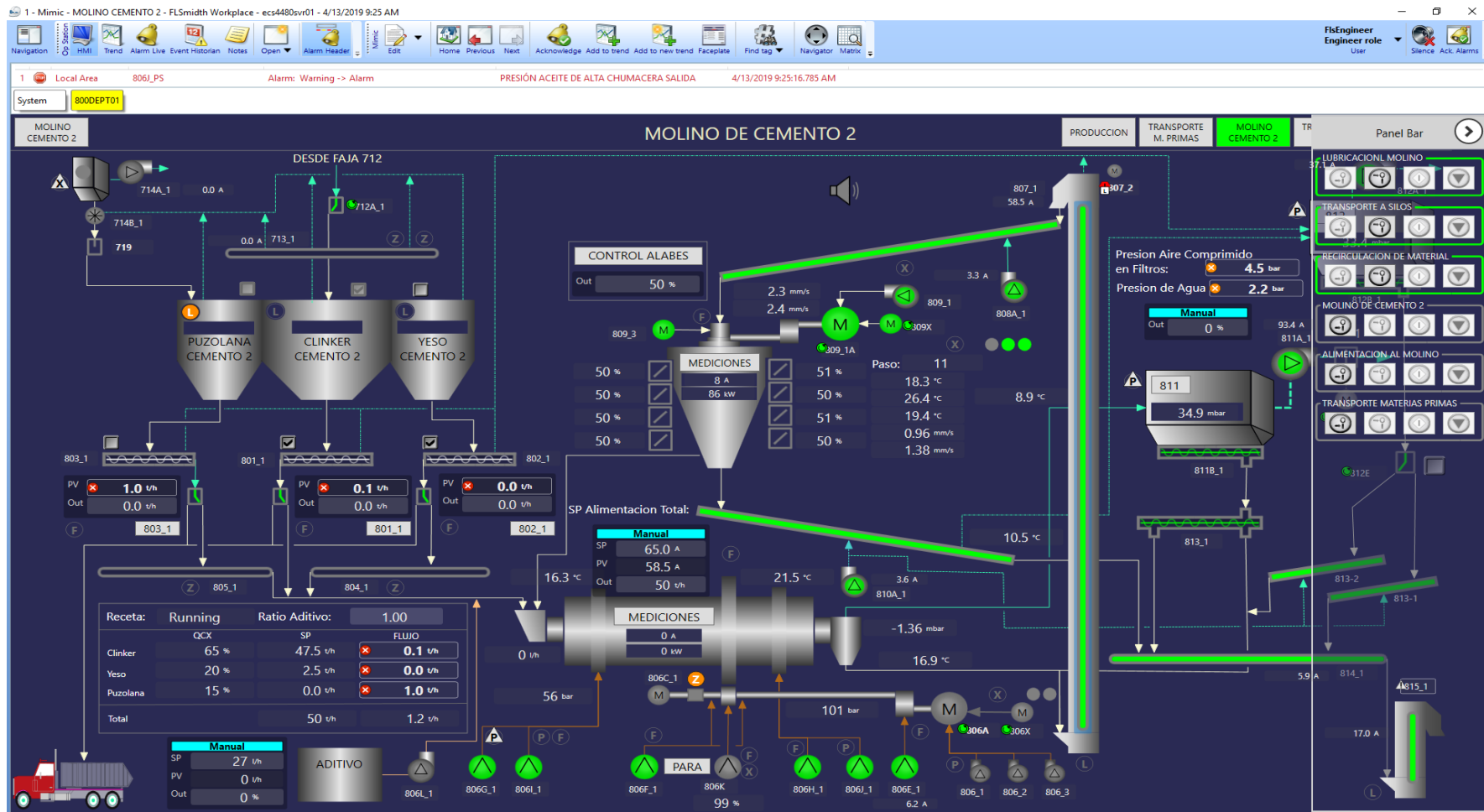


Figura 39 Pantalla SCADA Molino de Cemento 2

Fuente: (Documentación Yura S.A.)

4.3. Pantalla Transporte a Silos

En esta pantalla los operadores e ingenieros autorizados podrán controlar el transporte a silos que involucra todos los equipos del grupo 2 de arranque, siendo equipos como elevadores de cangilones, sopladores de canaleta y compuertas. Todos estos equipos como en las anteriores pantallas cambiarán de color como se ha indicado anteriormente en funcionamiento y paran a un color verde, al igual que el símbolo encima del tag del mismo, en caso de que algún equipo no haya podido arrancar de manera correcta, este símbolo tomara un color rojo y mostrara una “x” en medio del círculo.

Se podrá seleccionar cualquiera de los silos en la pantalla y en cuanto se haga esto el sistema cambiara en posición hacia el mismo, para este caso serán compuertas y válvulas las que se pondrán en funcionamiento.

Los sensores analógicos de los silos de almacenamiento de cemento nos darán una indicación del llenado que será indicada en porcentaje debajo de cada silo.

(Figura 40)

4.4. Pantalla Producción

En esta pantalla los operadores y los ingenieros autorizados tendrán acceso a información de la producción, con estos valores calculados es posible saber la producción total, producción total acumulada, consumo específico, horas de operación, rendimiento, etc., esta pantalla fue hecha con el fin de facilitar el trabajo de los ingenieros al manejar esta información que es requerida diariamente.

(Figura 41)

4.5. Pantalla Arranque

En esta pantalla los operadores y los ingenieros autorizados tendrán la información del detalle de todos los grupos y el estado en que se encuentran en ese momento. Al lado del tag del equipo mandara una señal que será del estado en el que se encuentra este pudiendo ser una señal de “running” si esta en trabajo el equipo o una falla como un “bus fault” en caso haya un problema de comunicación. También es posible dar arranque o parar cualquier grupo desde esta pantalla. *(Figura 42)*

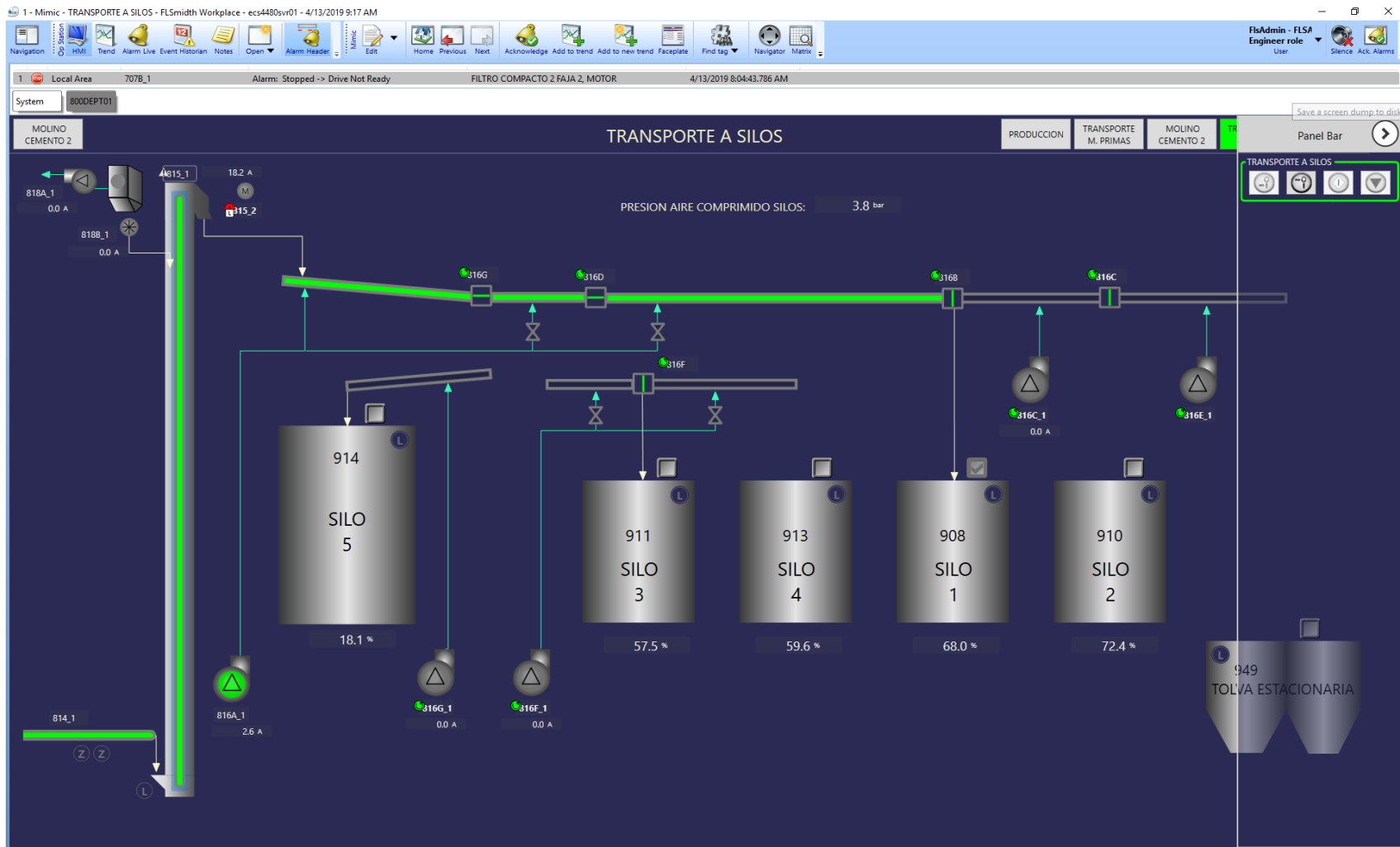


Figura 40 Pantalla SCADA Transporte a Silos

Fuente: (Documentación Yura S.A.)



Figura 41 Pantalla SCADA Producción

Fuente: (Documentación Yura S.A.)

1 - Mimic - 800_Arranque - FLSmith Workplace - ecs4480svr01 - 4/13/2019 9:35 AM

Navigation HMI Trend Alarm Live Event Historian Notes Open Alarm Header Mimic Edit Home Previous Next Acknowledge Add to trend Add to new trend Faceplate Find tag Navigator Matrix

System 800DEPT01 Alarm: Bus Fault -> Not Ready ELEVADOR DE CANGILONES 1, MOTOR PRINCIPAL 4/13/2019 9:33:30.788 AM

MOLINO CEMENTO 2

PRODUCCION TRANSPORTE M. PRIMAS MOLINO CEMENTO 2 TRANSPORTE A SILOS ARRANQUE

TRANSPORTE A SILOS	RECIRCULACION DE MATERIAL	MOLINO DE CEMENTO 2	TRANSPORTE MATERIAS PRIMAS
<p>800DEPT01 All Selected Run</p> <p>LUBRICACIONL MOLINO</p> <p>800GRP01 Running</p> <p>806E_1 Running</p> <p>806F_1 Running</p> <p>806L_1 Running</p> <p>806H_1 Running</p> <p>806G_1 Running</p> <p>806J_1 Running</p>	<p>800GRP02 Unit Alarm</p> <p>SELECCION SILO CEMENTO 1</p> <p>SELECCION SILO CEMENTO 2</p> <p>SELECCION SILO CEMENTO 3</p> <p>SELECCION SILO CEMENTO 4</p> <p>SELECCION SILO CEMENTO 5</p> <p>SELECCION TOLVA ESTACIONARIA</p> <p>COMPUERTA 812E HACIA 813-1</p> <p>816E_1 Interval Start</p> <p>816C Interval Start</p> <p>816C_1 Bus Fault</p> <p>816B Pos. Hacia Silo 1</p> <p>816F Pos. Hacia Silo 3</p> <p>816F_A Out Of Service</p> <p>816F_B Out Of Service</p> <p>816F_1 Start Selected</p> <p>816D Pos. Hacia Compu</p> <p>816G_1 Bus Fault</p> <p>816G Pos. Hacia Compu</p> <p>816A_A Out Of Service</p> <p>816A_B Out Of Service</p> <p>816A_1 Bus Fault</p> <p>815_1 Start Selected</p> <p>815_2 Stopped</p> <p>814_1 Start Selected</p> <p>810A_1 Start Selected</p> <p>813_1 Start Selected</p> <p>813B_1 Stopped</p> <p>811B_1 Start Selected</p> <p>812E Pos. Hacia 813-2</p> <p>812B_1 Start Selected</p>	<p>800GRP03 Unit Alarm</p> <p>SELECCION CONTROL MASTER DE AL</p> <p>811E_1 Interval Start</p> <p>811A_1 Start Selected</p> <p>811 -</p> <p>812A_1 Not Ready</p> <p>812 -</p> <p>809_1A Pos. Abrir</p> <p>809X Pos. Pos. Inicial</p> <p>809_1 Running</p> <p>809_3 Running</p> <p>808A_1 Start Selected</p> <p>807_1 Not Ready</p> <p>807_2 Stopped</p> <p>809A Interval Start</p> <p>809B Interval Start</p> <p>809C Interval Start</p> <p>809D Interval Start</p> <p>809E Interval Start</p> <p>809F Interval Start</p> <p>809G Interval Start</p> <p>809H Interval Start</p>	<p>800GRP04 Stopped</p> <p>806A Interlocked</p> <p>806X Pos. Pos. Inicial</p> <p>806_CMD1 Out Of Service</p> <p>806_CMD2 Out Of Service</p> <p>806_1 Stopped</p> <p>806_2 Stopped</p> <p>806_3 Stopped</p> <p>806C_1 Running</p> <p>806K Stopped</p> <p>ALIMENTACION AL MOLINO</p> <p>800GRP05 Stopped</p> <p>SELECCION BALANZA DOSIFICADORA</p> <p>SELECCION BALANZA DOSIFICADORA</p> <p>SELECCION BALANZA DOSIFICADORA</p> <p>804_1 Stopped</p> <p>805_1 Stopped</p> <p>801_1 Stopped</p> <p>802_1 Stopped</p> <p>803_1 Stopped</p> <p>806L_1 Stopped</p> <p>800_RECIP All Feeders not Ru</p>

704B_1 Stopped

701A_1 Pos. Cerrar

707_1 Stopped

707A_1 Stopped

707B_1 Drive Not Ready

707C_1 Stopped

705H_1 Not Ready

705I_1 Stopped

312_1 Stopped

311A_2 Stopped

311A_1 Stopped

719 No Type Selected

714B_1 Stopped

714A_1 Stopped

714 Pos. Direction 2

713_1 Stopped

712A_1 Pos. Hacia Tolva CI

712_1 Stopped

711_1 Stopped

711_2 Stopped

710A_1 Pos. Hacia Faja 712

709A Out Of Service

717 Pos. Hacia Elevado

709_1 Out Of Service

710_1 Stopped

716B_1 Stopped

716A_1 Stopped

716 Pos. Direction 2

708A_1 No Type Selected

708_1 Stopped

708B_1 Stopped

704_1 Stopped

704A_1 Stopped

PLC: - HLC: CCA Off IO Server Polling Net A: Active Communication Net B: Passive

Figura 42 Pantalla SCADA Arranque

Fuente: (Documentación Yura S.A.)

4.6. Subpantallas

Desde cualquier equipo accederemos a una subpantalla donde tendremos diferentes opciones, esta pantalla nos mostrara el estado del equipo por completo y podremos controlarlo individualmente del proceso, por ejemplo en la opción de control como se muestra en la *Figura 43*. Se nos permitirá arrancar o parar el equipo y ponerlo en modo de trabajo manual o automático, también se nos mostrará la señal del estado en el en que se encuentra; se tienen otras opciones las cuales son Interface, Input, Output, Timers, Analog, Point Para., Config, Info.

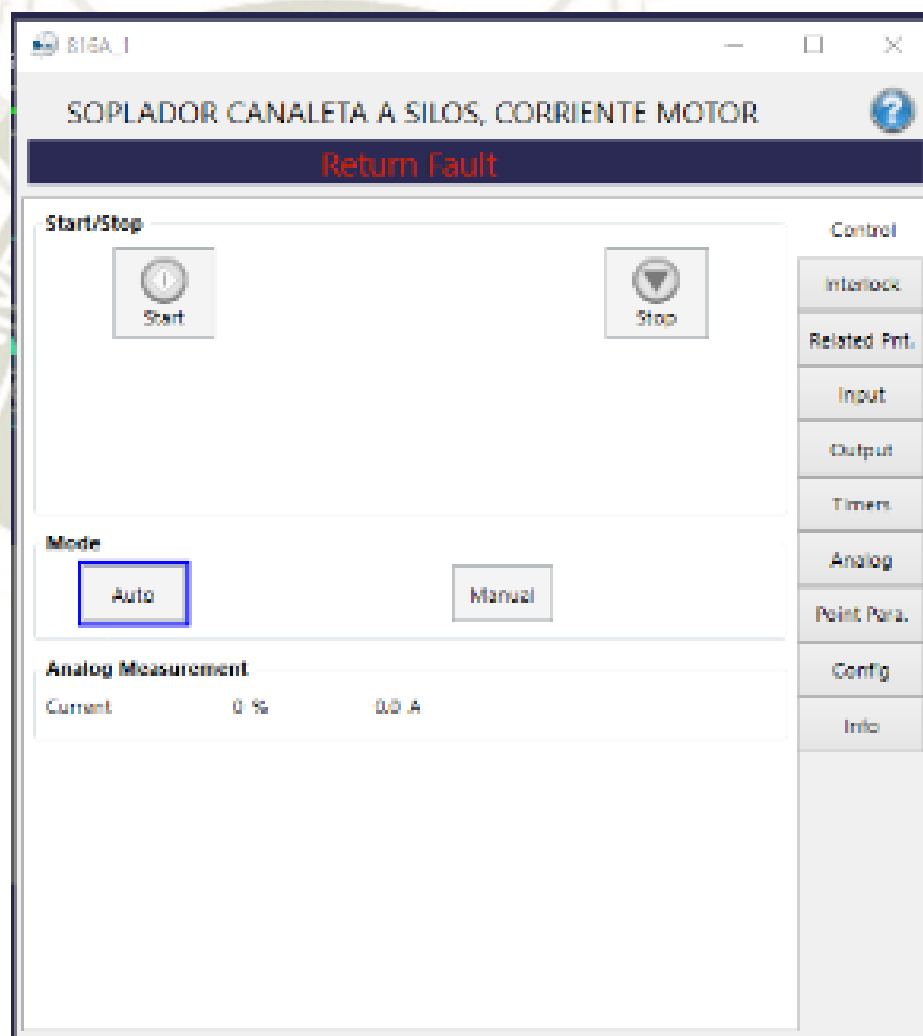


Figura 43 Subpantalla SCADA Equipos 816A_1

Fuente: (Documentación Yura S.A.)

CONCLUSIONES

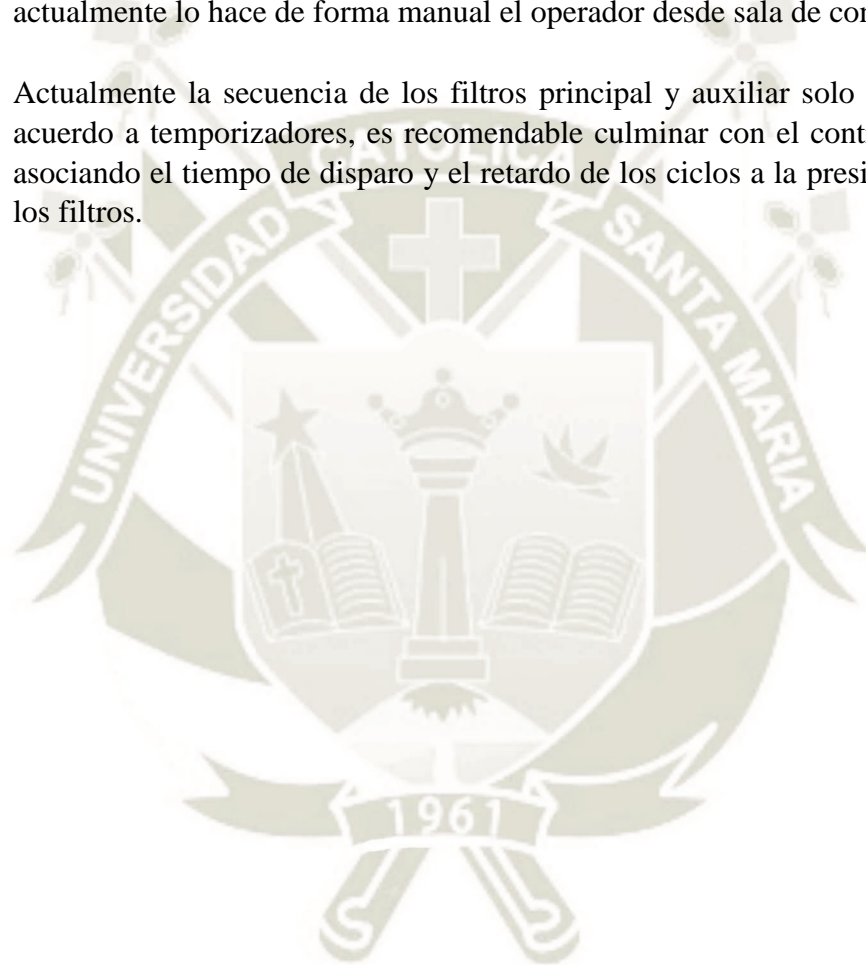
- Se recopiló información de las especificaciones de las cargas en campo, se evaluó el estado de las subestaciones eléctricas y se verificaron los equipos e instrumentos, se elaboraron planos FlowSheet y P&ID; con el fin de crear una base sólida para poder realizar la ingeniería de detalle del proyecto.

Con esto quedaron reflejado los requerimientos de la empresa, especificaciones básicas, cronograma de realización y valoración económica.

- Se desarrolló la ingeniería de detalle del proyecto, iniciando con la revisión de la ingeniería básica y luego se tuvo en cuenta y se hizo revisión de las especificaciones técnicas de los equipos a instalarse, como parte de la ingeniería de detalle se realizaron los planos eléctricos y se hizo la base de datos de todos los equipos, instrumentos y con esto se pudo dimensionar el PLC que se utilizó.
- Se diseñó la arquitectura de control que se emplearía, teniendo en cuenta los equipos y las distancias entre estos y las subestaciones eléctrica y esta a su vez de la sala de control. Se empleó un PLC 5580 1756-L83E ControlLogix y se utilizó comunicación Ethernet TCP/IP sobre cobre y sobre fibra óptica y DeviceNet en ciertos equipos que ya contaban con este tipo de red.
- Se logró disminuir considerablemente el consumo del proceso a plena producción, inicialmente cemento 2 tenía un promedio de consumo específico de 60 KW/TN, y desde el mes de octubre que se puso en marcha el molino hasta fin de año se tuvo un promedio de 56 KW/TN, y se espera que en los próximos meses que se encuentre a plena producción esto disminuya aún más como se tenía previsto desde el inicio del proyecto.
- Se aumentó el promedio de productividad del molino desde un 44.93 TN/Hr a un 49.06 TN/Hr, evitamos paradas imprevistas y se tiene un trabajo continuo en el molino de cemento 2.
- En el desarrollo del proyecto se usaron equipos que son compatibles con los equipos ya instalados en la planta, esto facilita la integración de todos los sistemas actualmente instalados, sin hacer inversiones significativas.

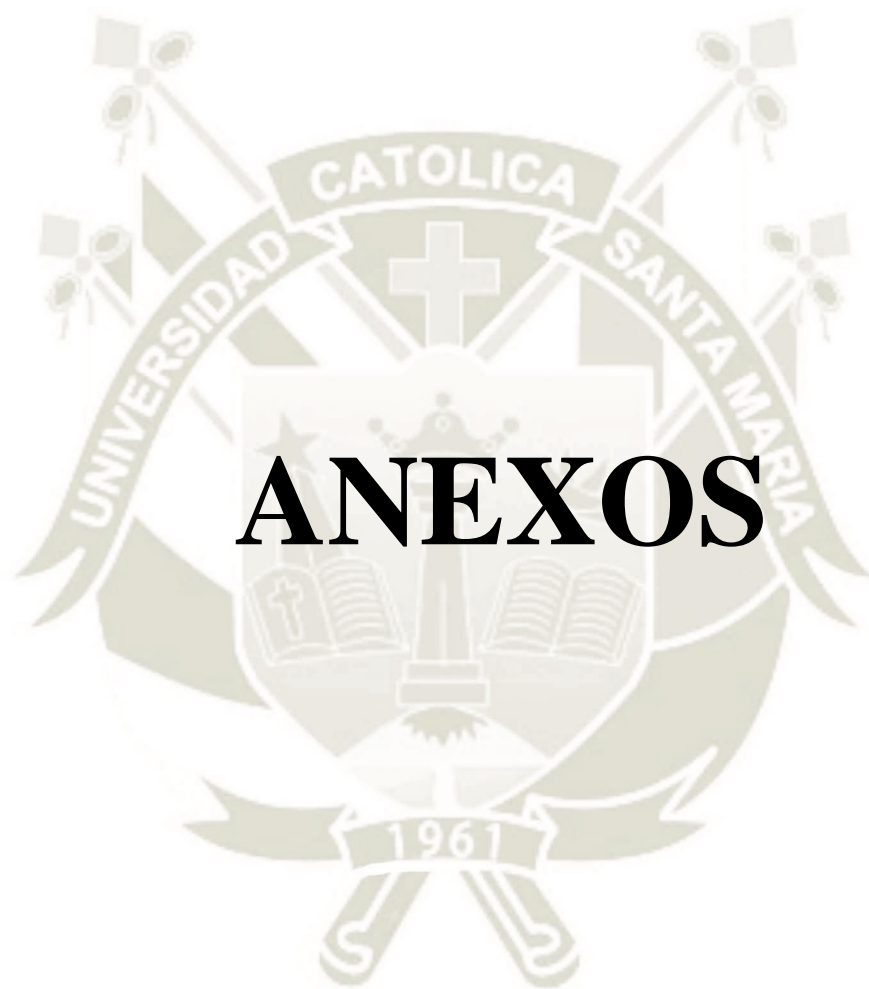
RECOMENDACIONES

- Se recomienda un control de alimentación, pudiendo hacerse un control teniendo como variable del proceso la potencia del motor principal del molino o también puede usarse un sensor de tipo oído electrónico, que lo que hace es que de acuerdo al sonido que presenta el molino puede identificar la cantidad del contenido.
- Hacer un control automático de llenado a los silos de almacenamiento de cemento, actualmente lo hace de forma manual el operador desde sala de control.
- Actualmente la secuencia de los filtros principal y auxiliar solo se está dando de acuerdo a temporizadores, es recomendable culminar con el control de los filtros, asociando el tiempo de disparo y el retardo de los ciclos a la presión diferencial de los filtros.



BIBLIOGRAFÍA

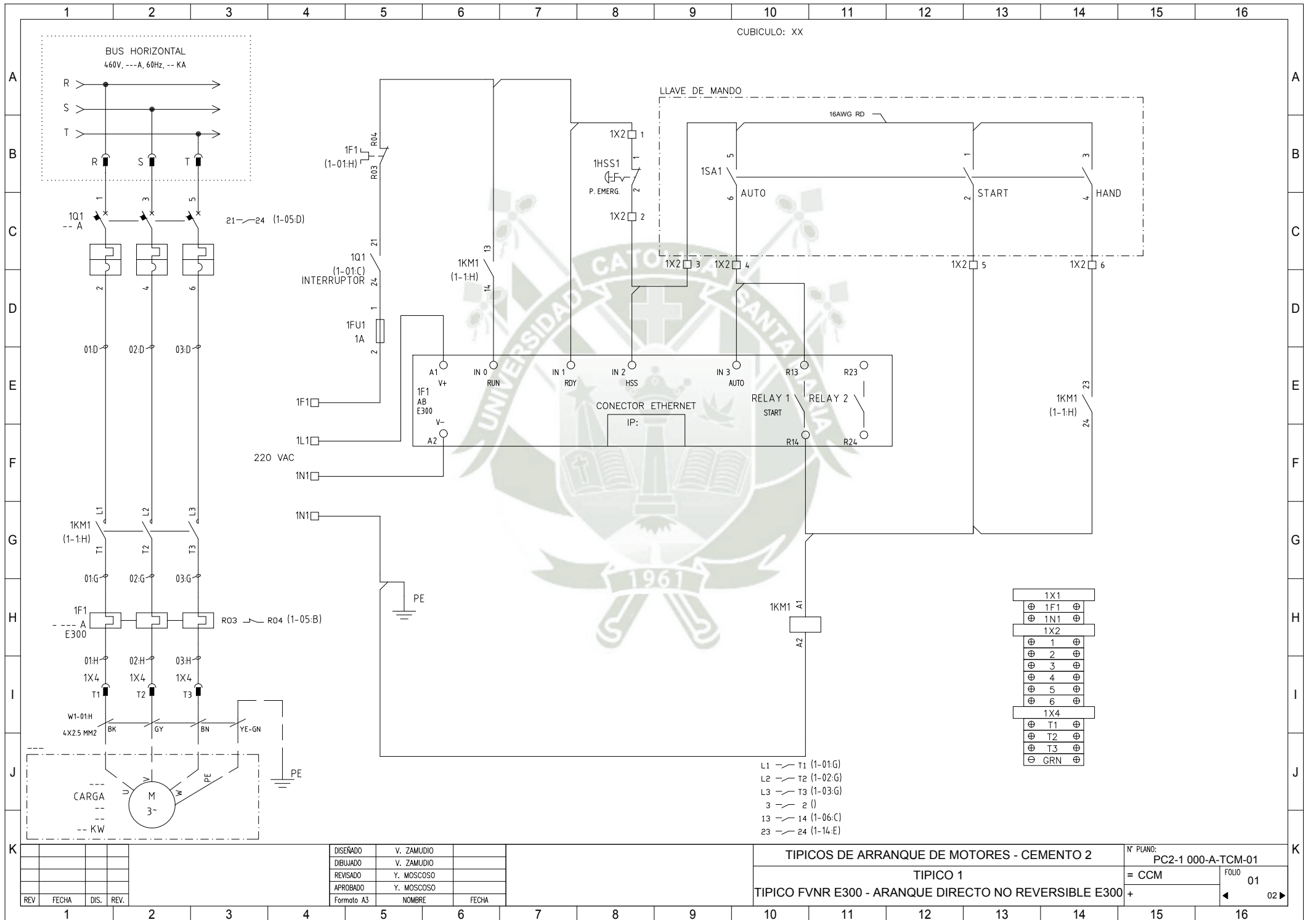
- Aedo Quivio, J. (2001). *Automatización De Un Molino De Bolas 9 ½" X 14" De 50 Toneladas En El Circuito De Molienda En La Compañía Minera Santa Luisa*.
- Aquino Aquino, M. A. (2012). *Modernización Del Sistema De Monitoreo Y Control De Faja Transportadora En Mina Marcona-Empresa Shougang Hierro Perú S.A.A.*
- Barrios Saira, M. G. (2015). *Optimización De Los Sistema De Control De Un Molino De Bolas*.
- Court, E. (2010). *Sector Cementero del Perú*.
- Creus Solé, A. (2011). *Instrumentación industrial*. México D.F.: Alfaomega.
- Duda, W. H. (1977). *Manual Tecnológico del Cemento*. Barcelona: Editores Tecnicos Asociados S.A.
- Gupta, A., & Yan , D. (2016). *Mineral Processing Design and Operations* (Segunda ed.). Elseiver.
- Labahn, O. (1985). *Prontuario del Cemento*. Barcelona: Editores Técnicos Asociados S.A.
- Martinez Huaira, A. A. (2017). *Desarrollo De Ingeniería Básica Y De Detalle En Instrumentación Y Automatización De Un Molino Vertical De Cementos*.
- Núñez Cornejo, J. O. (2010). *Diseño E Implantación De Un Sistema SCADA Para Un Molino De Cemento*.
- Proceso Línea 3 Cementos Yura*. (2018). Arequipa.
- Quispe Paredes, E. I. (2018). *Diseño Y Automatización De Un SCADA Para Una Planta De Cal En Rsvew32, Aplicando Una Red Industrial Ethernet TCP/IP*.
- Rockwell Automation, I. (2019). <https://ab.rockwellautomation.com/es/Programmable-Controllers/ControlLogix/5580-Controllers>.
- SCRIBD. (13 de Agosto de 2016). Obtenido de <https://es.scribd.com/document/321092730/Molinos-Tubulares>
- Yura S.A. (2019). <https://www.yura.com.pe>.

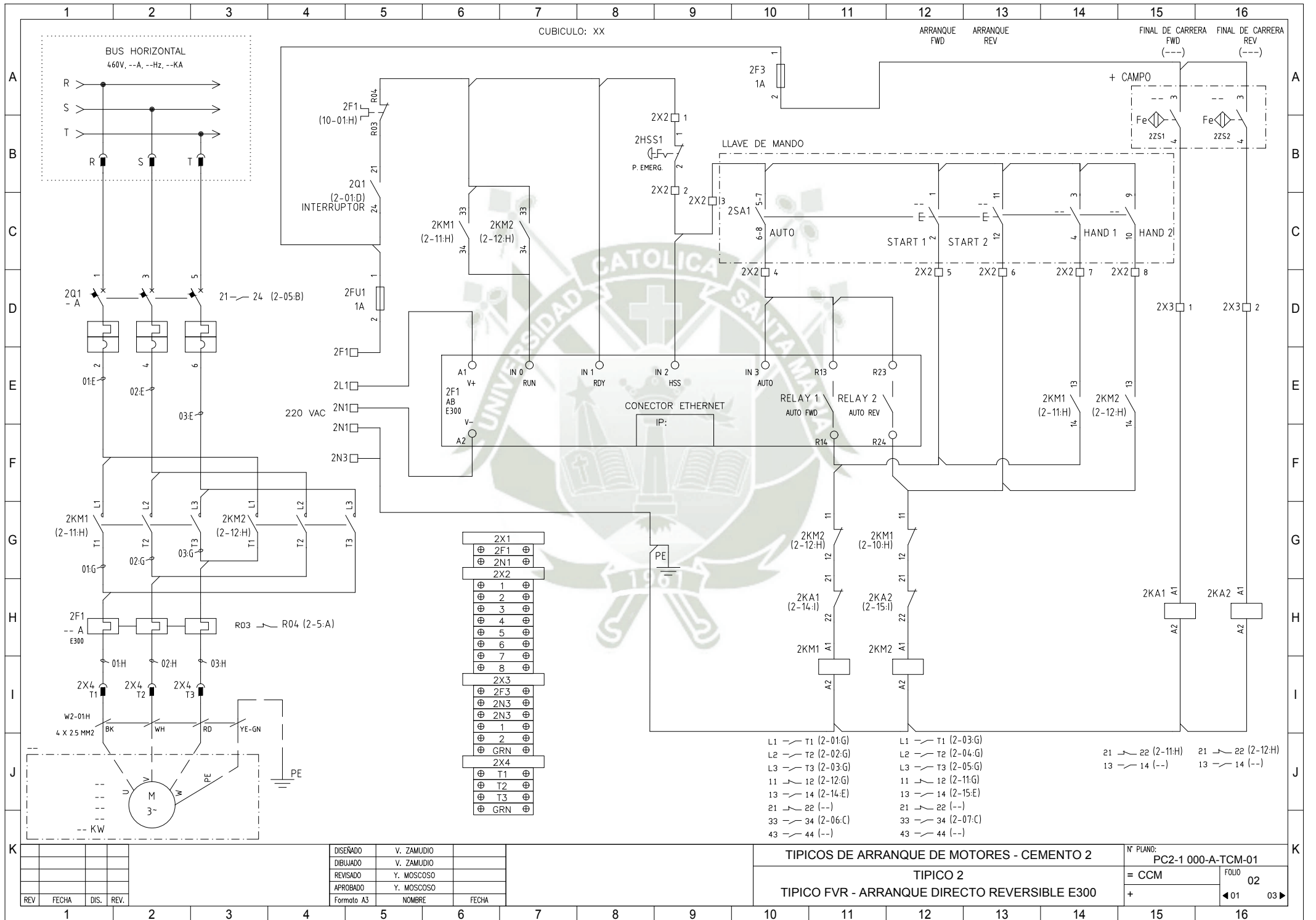


ANEXOS



ANEXO 01
PLANOS TÍPICOS DE ARRANQUE





DISEÑADO	V. ZAMUDIO	
DIBUJADO	V. ZAMUDIO	
REVISADO	Y. MOSCOSO	
APROBADO	Y. MOSCOSO	
Formato A3	NOMBRE	FECHA

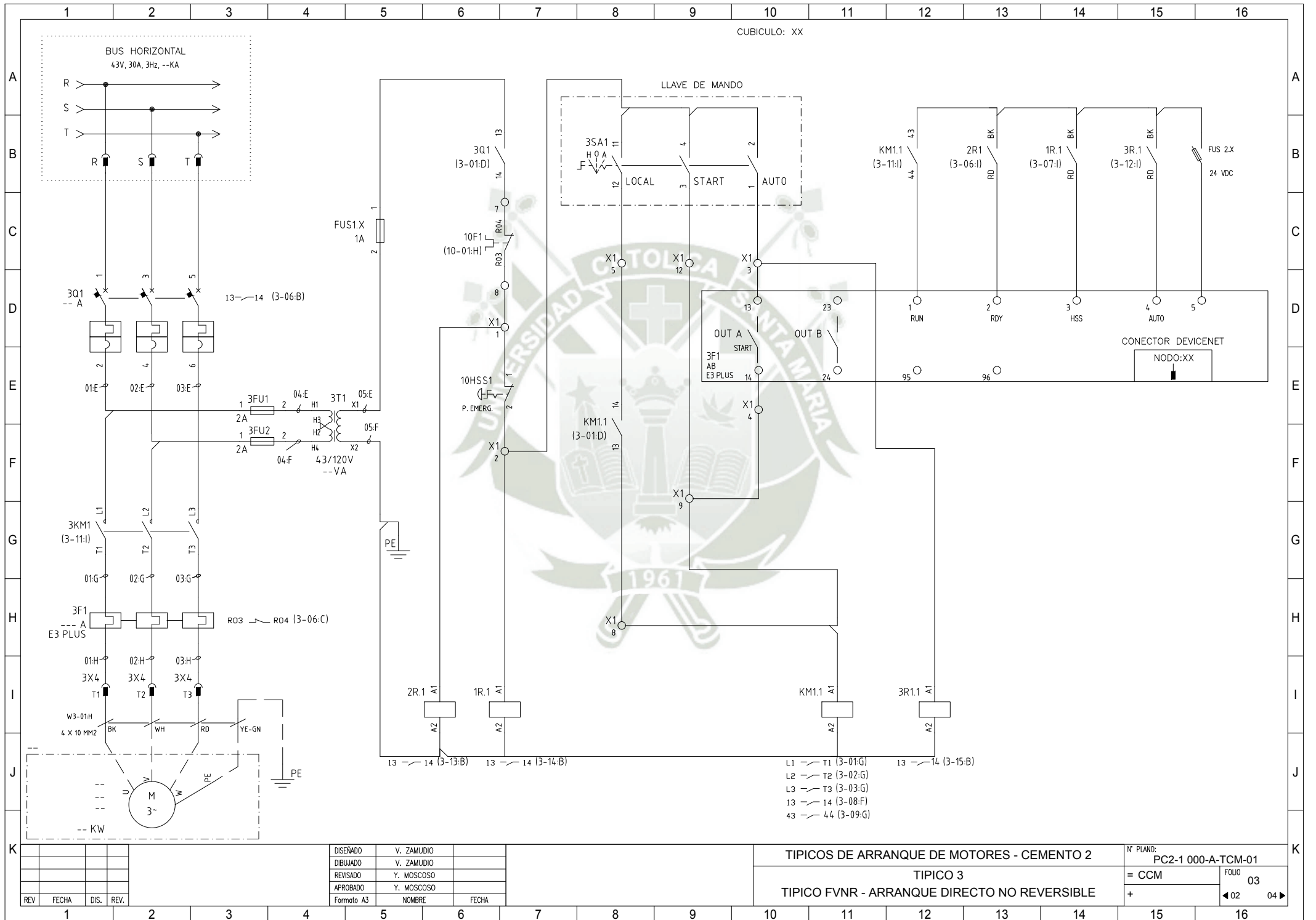
TIPICOS DE ARRANQUE DE MOTORES - CEMENTO 2

TIPICO 2

TIPICO FVR - ARRANQUE DIRECTO REVERSIBLE E300

N° PLANO:	PC2-1 000-A-TCM-01
= CCM	FOLO 02
+	◀01 03▶

REV	FECHA	DIS.	REV.



DISEÑADO	V. ZAMUDIO	
DIBUJADO	V. ZAMUDIO	
REVISADO	Y. MOSCOSO	
APROBADO	Y. MOSCOSO	
Formato A3	NOMBRE	FECHA

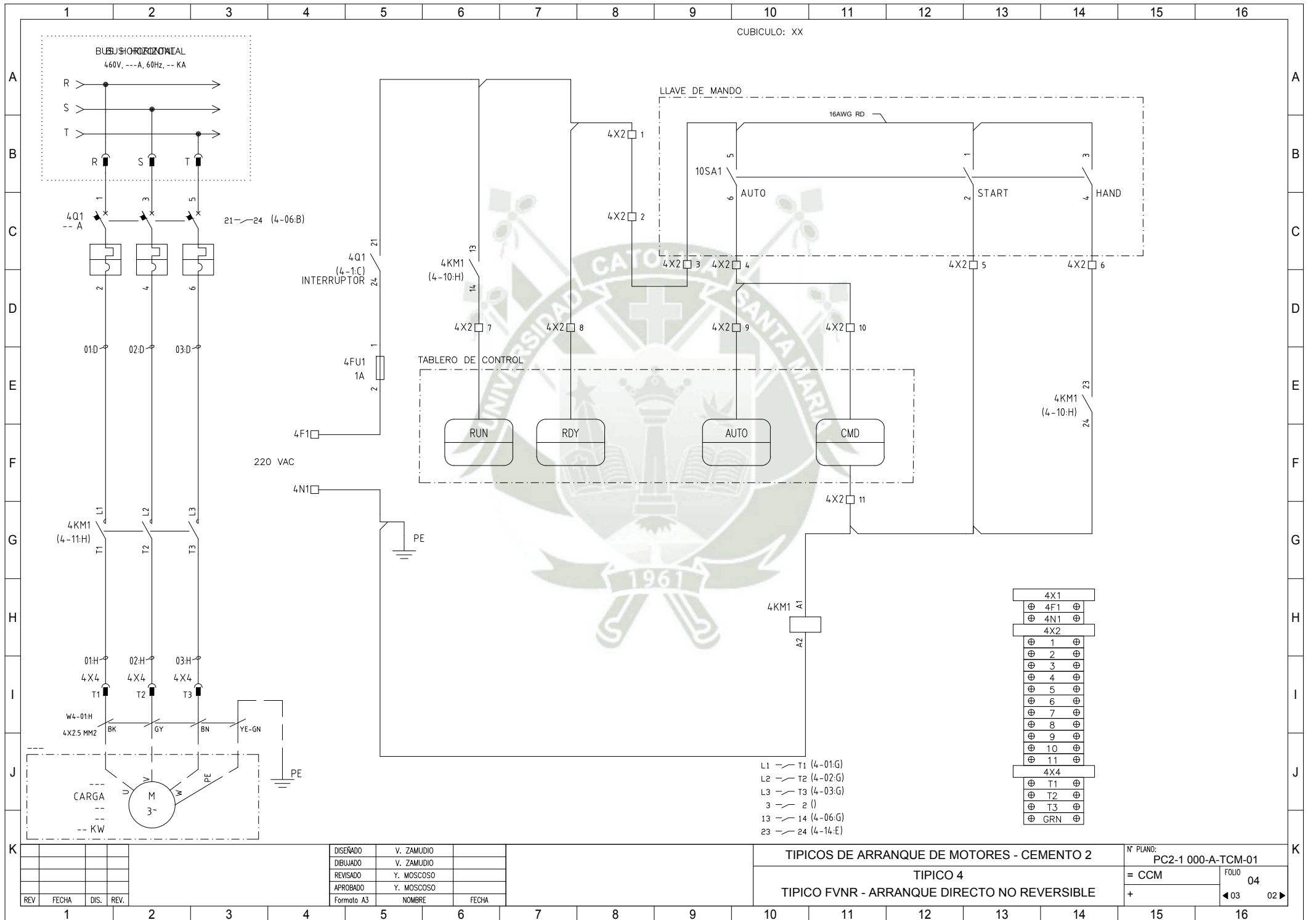
TIPOS DE ARRANQUE DE MOTORES - CEMENTO 2

TIPICO 3

TIPICO FVNR - ARRANQUE DIRECTO NO REVERSIBLE

N° PLANO:	PC2-1 000-A-TCM-01
= CCM	FOLO 03
+	◀ 02 04 ▶

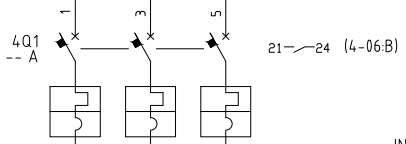
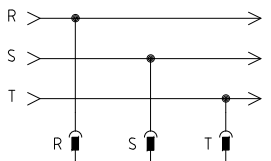
REV	FECHA	DIS.	REV.



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

CUBICULO: XX

BUSBARRIONAL
460V, ---A, 60Hz, -- KA



4Q1 (4-1:C)
INTERRUPTOR

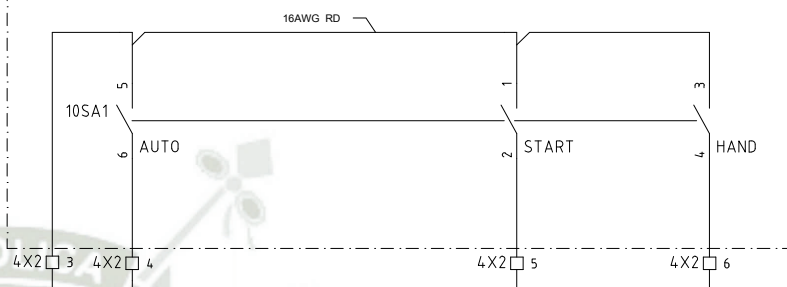
4FU1
1A

220 VAC

TABLERO DE CONTROL

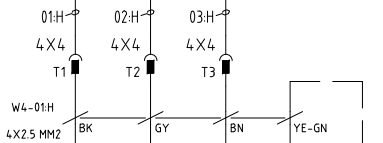


LLAVE DE MANDO



4KM1 (4-10:H)

4KM1 (4-11:H)
T1 T2 T3



CARGA
M
3~
KW

- L1 --- T1 (4-01:G)
- L2 --- T2 (4-02:G)
- L3 --- T3 (4-03:G)
- 3 --- 2 (I)
- 13 --- 14 (4-06:G)
- 23 --- 24 (4-14:E)

4X1		
⊕	4F1	⊕
⊕	4N1	⊕
4X2		
⊕	1	⊕
⊕	2	⊕
⊕	3	⊕
⊕	4	⊕
⊕	5	⊕
⊕	6	⊕
⊕	7	⊕
⊕	8	⊕
⊕	9	⊕
⊕	10	⊕
⊕	11	⊕
4X4		
⊕	T1	⊕
⊕	T2	⊕
⊕	T3	⊕
⊕	GRN	⊕

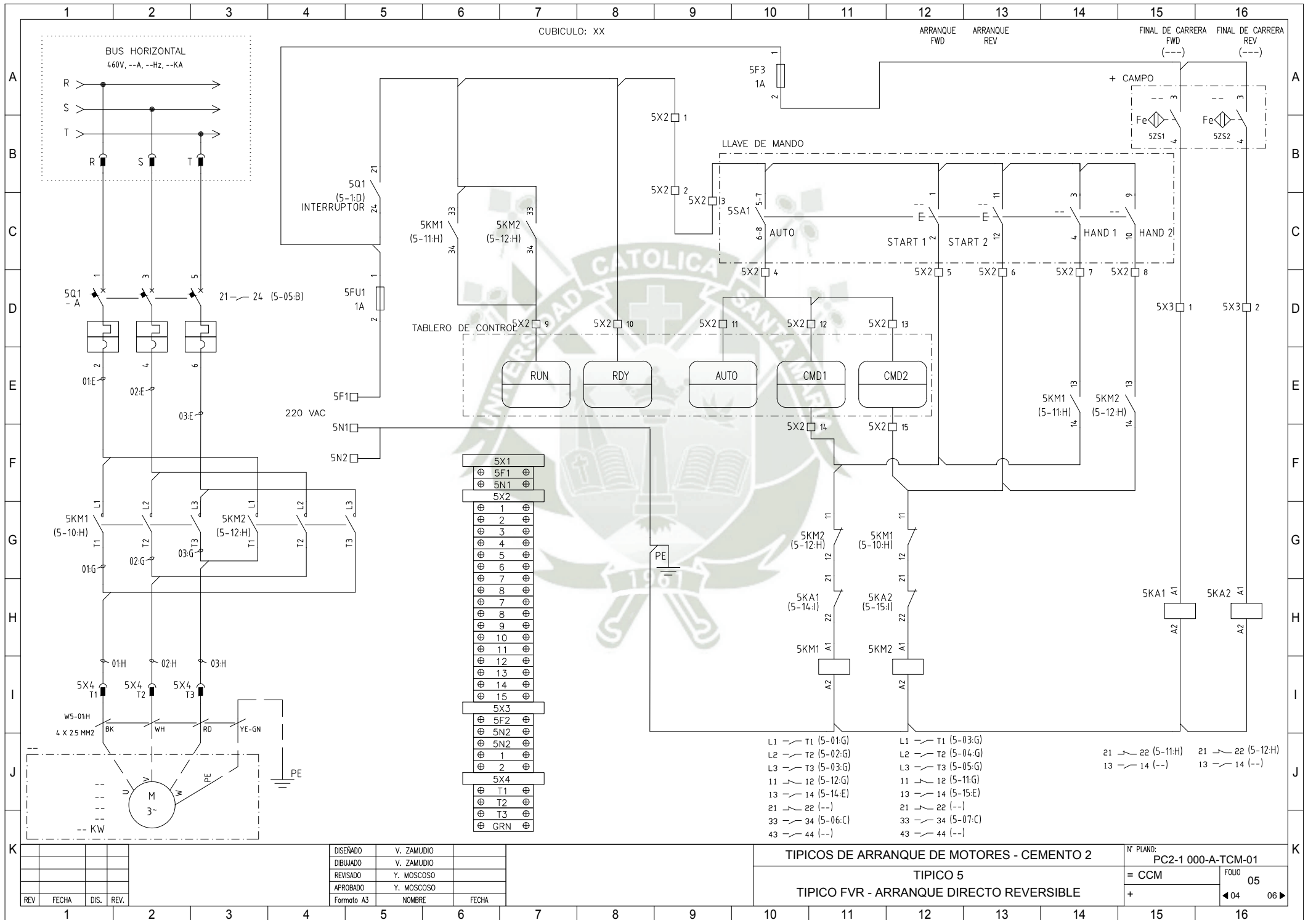
DISEÑADO	V. ZAMUDIO	
DIBUJADO	V. ZAMUDIO	
REVISADO	Y. MOSCOSO	
APROBADO	Y. MOSCOSO	
Formato A3	NOMBRE	FECHA

TIPICOS DE ARRANQUE DE MOTORES - CEMENTO 2
 TIPO 4
 TIPO FVNR - ARRANQUE DIRECTO NO REVERSIBLE

N° PLANO:	PC2-1 000-A-TCM-01
= CCM	FOLO 04
+	◀ 03 02 ▶

REV	FECHA	DIS.	REV.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16



DISEÑADO	V. ZAMUDIO	
DIBUJADO	V. ZAMUDIO	
REVISADO	Y. MOSCOSO	
APROBADO	Y. MOSCOSO	
Formato A3	NOMBRE	FECHA

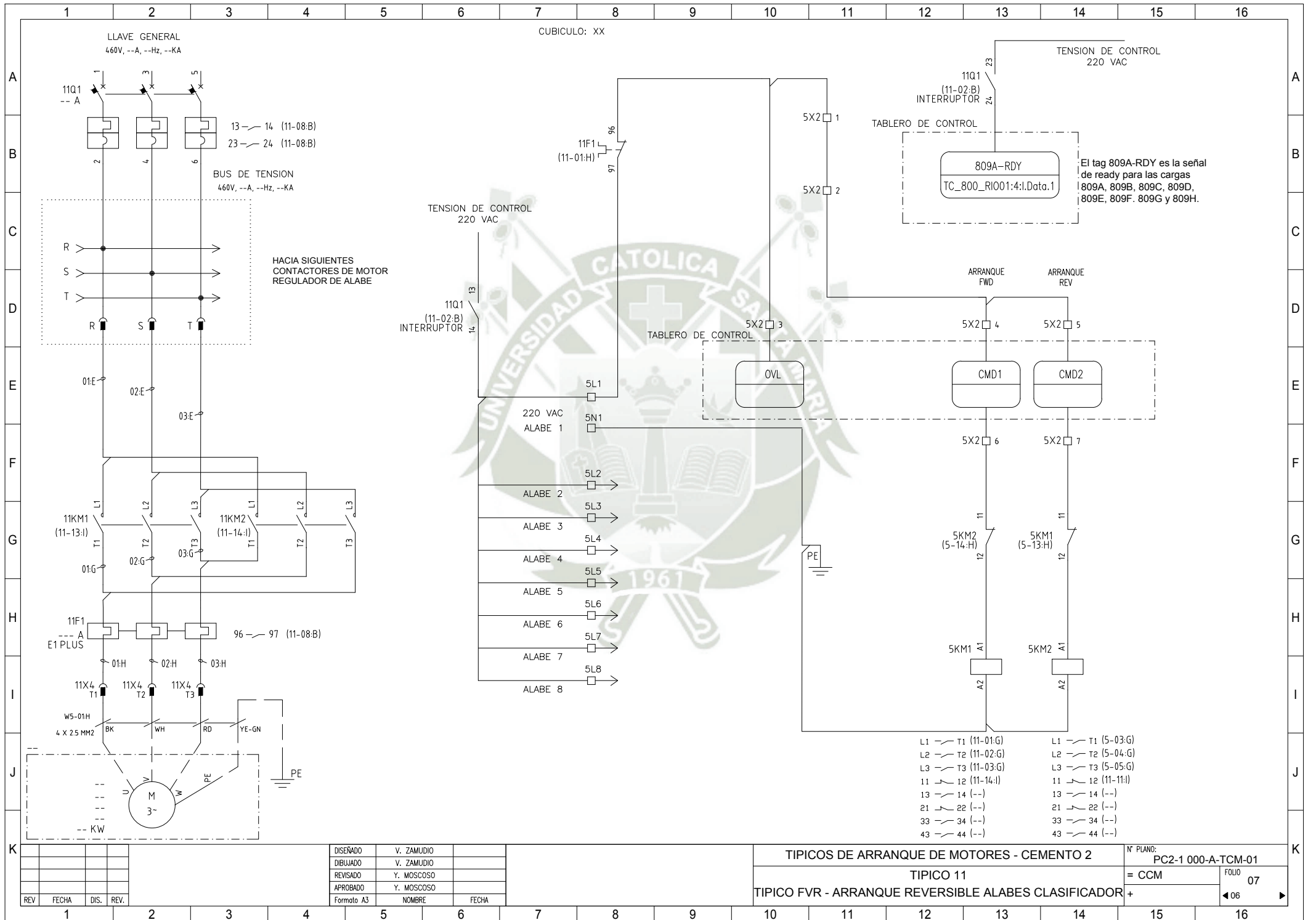
TÍPICOS DE ARRANQUE DE MOTORES - CEMENTO 2

TÍPICO 5

TÍPICO FVR - ARRANQUE DIRECTO REVERSIBLE

N° PLANO:	PC2-1 000-A-TCM-01
= CCM	FOLO 05
+ 04	06

REV	FECHA	DIS.	REV.



DISEÑADO	V. ZAMUDIO	
DIBUJADO	V. ZAMUDIO	
REVISADO	Y. MOSCOSO	
APROBADO	Y. MOSCOSO	
Formato A3	NOMBRE	FECHA

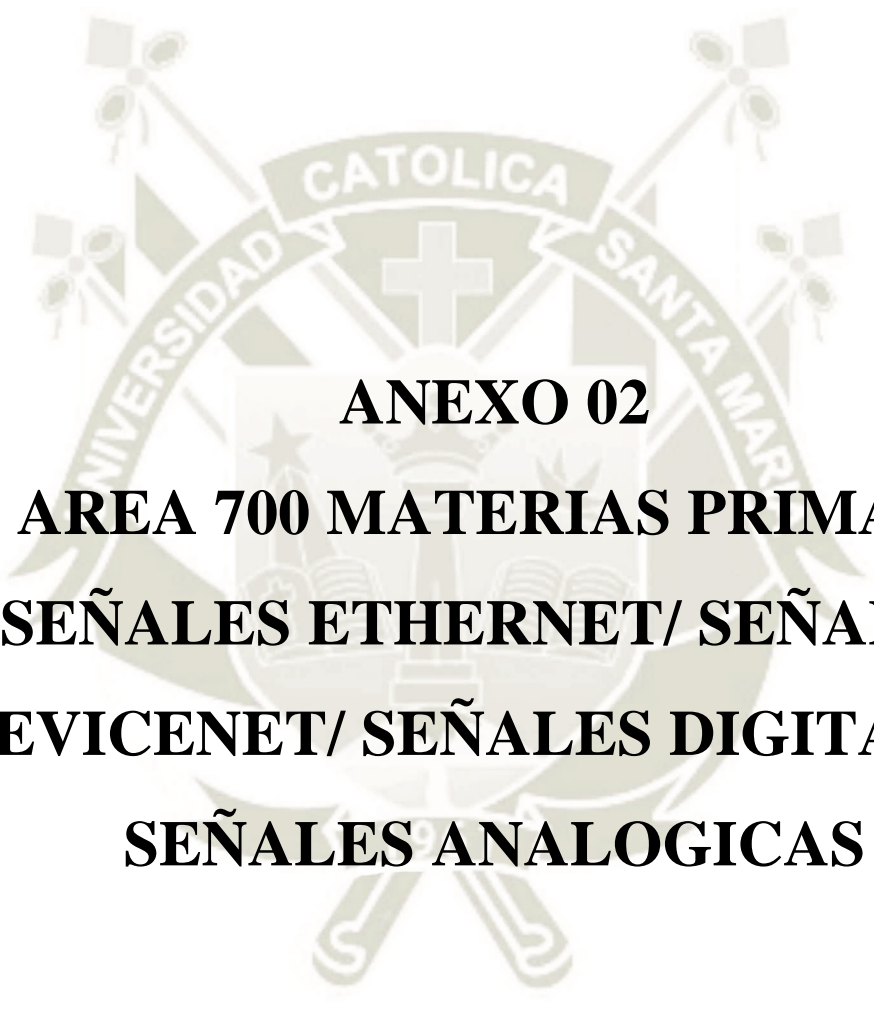
TÍPICOS DE ARRANQUE DE MOTORES - CEMENTO 2

TÍPICO 11

TÍPICO FVR - ARRANQUE REVERSIBLE ALABES CLASIFICADOR

N° PLANO:	PC2-1 000-A-TCM-01
= CCM	FOLO 07
+	◀06 ▶

REV	FECHA	DIS.	REV.



ANEXO 02
AREA 700 MATERIAS PRIMAS –
SEÑALES ETHERNET/ SEÑALES
DEVICENET/ SEÑALES DIGITALES/
SEÑALES ANALOGICAS

ID EQUIPO	SUB CO DE	EQUIPO	DESCRIPCIÓN	ID GRUPO	NOMBRE DE GRUPO	TIPO DE SEÑAL	TEMPL ATE
311A-1	AU TO	Carro Reclamador, Motor Brazos	Automático	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	FVNR
311A-1	RD Y	Carro Reclamador, Motor Brazos	Listo	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
311A-1	HS	Carro Reclamador, Motor Brazos	Parada de Emergencia	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
311A-1	OV L	Carro Reclamador, Motor Brazos	Sobrecarga	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
311A-1	RU N	Carro Reclamador, Motor Brazos	Run Status	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
311A-1	CM D	Carro Reclamador, Motor Brazos	Comando	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
311A-1	II	Carro Reclamador, Motor Brazos	Corriente	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
312-1	AU TO	Faja Transportadora 1, Motor	Automático	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	FVR
312-1	RD Y	Faja Transportadora 1, Motor	Listo	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
312-1	HS	Faja Transportadora 1, Motor	Parada de Emergencia	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
312-1	RU N1	Faja Transportadora 1, Motor	Run FWD	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
312-1	RU N2	Faja Transportadora 1, Motor	Run REV	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
312-1	CM D1	Faja Transportadora 1, Motor	Comando FWD	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
312-1	CM D2	Faja Transportadora 1, Motor	Comando REV	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
312-1	II	Faja Transportadora 1, Motor	Corriente	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
704-1	AU TO	Faja Transportadora 3, Motor	Automático	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	FVNR
704-1	RD Y	Faja Transportadora 3, Motor	Listo	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
704-1	HS	Faja Transportadora 3, Motor	Parada de Emergencia	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
704-1	RU N	Faja Transportadora 3, Motor	Run Status	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
704-1	CM D	Faja Transportadora 3, Motor	Comando	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
704-1	II	Faja Transportadora 3, Motor	Corriente	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
707-1	AU TO	Faja Transportadora 2, Motor	Automático	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	FVNR
707-1	RD Y	Faja Transportadora 2, Motor	Listo	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
707-1	HS	Faja Transportadora 2, Motor	Parada de Emergencia	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
707-1	RU N	Faja Transportadora 2, Motor	Run Status	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
707-1	CM D	Faja Transportadora 2, Motor	Comando	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
707-1	II	Faja Transportadora 2, Motor	Corriente	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
708-1	AU TO	Faja Transportadora 4, Motor	Automático	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	FVNR
708-1	RD Y	Faja Transportadora 4, Motor	Listo	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
708-1	HS	Faja Transportadora 4, Motor	Parada de Emergencia	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
708-1	RU N	Faja Transportadora 4, Motor	Run Status	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
708-1	CM D	Faja Transportadora 4, Motor	Comando	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
708-1	II	Faja Transportadora 4, Motor	Corriente	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	

709-1	AU TO	Elevador de Cangilones 1, Motor	Automático	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	FVNR
709-1	RD Y	Elevador de Cangilones 1, Motor	Listo	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
709-1	HS	Elevador de Cangilones 1, Motor	Parada de Emergencia	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
709-1	RU N	Elevador de Cangilones 1, Motor	Run Status	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
709-1	CM D	Elevador de Cangilones 1, Motor	Comando	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
709-1	II	Elevador de Cangilones 1, Motor	Corriente	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
710-1	AU TO	Elevador de Cangilones 2, Motor	Automático	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	FVNR
710-1	RD Y	Elevador de Cangilones 2, Motor	Listo	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
710-1	HS	Elevador de Cangilones 2, Motor	Parada de Emergencia	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
710-1	RU N	Elevador de Cangilones 2, Motor	Run Status	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
710-1	CM D	Elevador de Cangilones 2, Motor	Comando	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
710-1	II	Elevador de Cangilones 2, Motor	Corriente	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
711-1	AU TO	Faja Transportadora Reversible a C1, Motor	Automático	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	FVR
711-1	RD Y	Faja Transportadora Reversible a C1, Motor	Listo	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
711-1	HS	Faja Transportadora Reversible a C1, Motor	Parada de Emergencia	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
711-1	OV L	Faja Transportadora Reversible a C1, Motor	Sobrecarga	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
711-1	RU N1	Faja Transportadora Reversible a C1, Motor	Run FWD	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
711-1	RU N2	Faja Transportadora Reversible a C1, Motor	Run REV	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
711-1	CM D1	Faja Transportadora Reversible a C1, Motor	Comando FWD	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
711-1	CM D2	Faja Transportadora Reversible a C1, Motor	Comando REV	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
711-1	II	Faja Transportadora Reversible a C1, Motor	Corriente	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
712-1	AU TO	Faja Transportadora 5, Motor	Automático	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	FVNR
712-1	RD Y	Faja Transportadora 5, Motor	Listo	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
712-1	HS	Faja Transportadora 5, Motor	Parada de Emergencia	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
712-1	RU N	Faja Transportadora 5, Motor	Run Status	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
712-1	CM D	Faja Transportadora 5, Motor	Comando	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
712-1	II	Faja Transportadora 5, Motor	Corriente	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
713-1	AU TO	Faja Transportadora Reversible a C2, Motor	Automático	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	FVR
713-1	RD Y	Faja Transportadora Reversible a C2, Motor	Listo	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
713-1	HS	Faja Transportadora Reversible a C2, Motor	Parada de Emergencia	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
713-1	OV L	Faja Transportadora Reversible a C2, Motor	Sobrecarga	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
713-1	RU N1	Faja Transportadora Reversible a C2, Motor	Run FWD	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
713-1	RU N2	Faja Transportadora Reversible a C2, Motor	Run REV	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
713-1	CM D1	Faja Transportadora Reversible a C2, Motor	Comando FWD	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
713-1	CM D2	Faja Transportadora Reversible a C2, Motor	Comando REV	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
713-1	II	Faja Transportadora Reversible a C2, Motor	Corriente	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	

716A-1	AUTO	Ventilador de Filtro, Motor	Automático	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	FVNR
716A-1	RDY	Ventilador de Filtro, Motor	Listo	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
716A-1	MAN	Ventilador de Filtro, Motor	Manual	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
716A-1	RUN	Ventilador de Filtro, Motor	Run Status	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
716A-1	CMD	Ventilador de Filtro, Motor	Comando	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
716A-1	II	Ventilador de Filtro, Motor	Corriente	6	Transporte de Materias Primas	ETHER NET	
811A-1	AUTO	Ventilador de Filtro, Motor	Automático	3	Recirculación de Material	ETHER NET	SS
811A-1	HS	Ventilador de Filtro, Motor	Parada de Emergencia	3	Recirculación de Material	ETHER NET	
811A-1	RUN	Ventilador de Filtro, Motor	Run status	3	Recirculación de Material	ETHER NET	
811A-1	FLT	Ventilador de Filtro, Motor	Falla	3	Recirculación de Material	ETHER NET	
811A-1	RDY	Ventilador de Filtro, Motor	Listo	3	Recirculación de Material	ETHER NET	
811A-1	CM D1	Ventilador de Filtro, Motor	Comando 1	3	Recirculación de Material	ETHER NET	
811A-1	CM D2	Ventilador de Filtro, Motor	Comando 2	3	Recirculación de Material	ETHER NET	
811A-1	CM D3	Ventilador de Filtro, Motor	Comando 3	3	Recirculación de Material	ETHER NET	
811A-1	II	Ventilador de Filtro, Motor	Corriente	3	Recirculación de Material	ETHER NET	
704A-1	AUTO	Filtro Compacto 2 Faja 3, Motor	Automático	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	FVNR
704A-1	RDY	Filtro Compacto 2 Faja 3, Motor	Listo	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	
704A-1	HS	Filtro Compacto 2 Faja 3, Motor	Parada de Emergencia	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	
704A-1	RUN	Filtro Compacto 2 Faja 3, Motor	Run Status	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	
704A-1	CMD	Filtro Compacto 2 Faja 3, Motor	Comando	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	
704A-1	II	Filtro Compacto 2 Faja 3, Motor	Corriente	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	
704B-1	AUTO	Filtro Compacto 1 Faja 3, Motor	Automático	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	FVNR
704B-1	RDY	Filtro Compacto 1 Faja 3, Motor	Listo	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	
704B-1	HS	Filtro Compacto 1 Faja 3, Motor	Parada de Emergencia	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	
704B-1	RUN	Filtro Compacto 1 Faja 3, Motor	Run Status	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	
704B-1	CMD	Filtro Compacto 1 Faja 3, Motor	Comando	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	
704B-1	II	Filtro Compacto 1 Faja 3, Motor	Corriente	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	
707A-1	AUTO	Filtro Compacto 3 Faja 2, Motor	Automático	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	FVNR
707A-1	RDY	Filtro Compacto 3 Faja 2, Motor	Listo	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	
707A-1	HS	Filtro Compacto 3 Faja 2, Motor	Parada de Emergencia	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	
707A-1	RUN	Filtro Compacto 3 Faja 2, Motor	Run Status	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	
707A-1	CMD	Filtro Compacto 3 Faja 2, Motor	Comando	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	
707A-1	II	Filtro Compacto 3 Faja 2, Motor	Corriente	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	
707B-1	AUTO	Filtro Compacto 2 Faja 2, Motor	Automático	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	FVNR
707B-1	RDY	Filtro Compacto 2 Faja 2, Motor	Listo	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	
707B-1	HS	Filtro Compacto 2 Faja 2, Motor	Parada de Emergencia	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	

707B-1	RUN	Filtro Compacto 2 Faja 2, Motor	Run Status	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	FVNR
707B-1	CMD	Filtro Compacto 2 Faja 2, Motor	Comando	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	
707B-1	II	Filtro Compacto 2 Faja 2, Motor	Corriente	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	
707C-1	AUTO	Filtro Compacto 1 Faja 2, Motor	Automático	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	
707C-1	RDY	Filtro Compacto 1 Faja 2, Motor	Listo	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	
707C-1	HS	Filtro Compacto 1 Faja 2, Motor	Parada de Emergencia	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	
707C-1	RUN	Filtro Compacto 1 Faja 2, Motor	Run Status	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	
707C-1	CMD	Filtro Compacto 1 Faja 2, Motor	Comando	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	
707C-1	II	Filtro Compacto 1 Faja 2, Motor	Corriente	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	
708B-1	AUTO	Filtro Compacto Faja 4, Motor	Automático	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	
708B-1	RDY	Filtro Compacto Faja 4, Motor	Listo	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	
708B-1	HS	Filtro Compacto Faja 4, Motor	Parada de Emergencia	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	
708B-1	RUN	Filtro Compacto Faja 4, Motor	Run Status	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	
708B-1	CMD	Filtro Compacto Faja 4, Motor	Comando	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	
708B-1	II	Filtro Compacto Faja 4, Motor	Corriente	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	
714A-1	AUTO	Ventilador de Filtro, Motor	Automático	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	SS
714A-1	RDY	Ventilador de Filtro, Motor	Listo	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	
714A-1	MAN	Ventilador de Filtro, Motor	Manual	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	
714A-1	RUN	Ventilador de Filtro, Motor	Run Status	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	
714A-1	CMD	Ventilador de Filtro, Motor	Comando	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	
714A-1	II	Ventilador de Filtro, Motor	Corriente	6	Transporte de Materias Primas	DEVICE NET	
714A-1							
801	FCO	Balanza Dosificadora de Clinker	Setpoint de flujo de material	5	Alimentación a Molino	DEVICE NET	
801	FI	Balanza Dosificadora de Clinker	Flujo de material	5	Alimentación a Molino	DEVICE NET	
801	FLT	Balanza Dosificadora de Clinker	Falla	5	Alimentación a Molino	DEVICE NET	
801	OV L	Balanza Dosificadora de Clinker	Sobrecarga	5	Alimentación a Molino	DEVICE NET	
801	RUN	Balanza Dosificadora de Clinker	Run status	5	Alimentación a Molino	DEVICE NET	
801	SI	Balanza Dosificadora de Clinker	Velocidad de faja	5	Alimentación a Molino	DEVICE NET	
801	WI	Balanza Dosificadora de Clinker	Peso en faja	5	Alimentación a Molino	DEVICE NET	
801	RDY	Balanza Dosificadora de Clinker	Listo	5	Alimentación a Molino	DEVICE NET	
801	CMD	Balanza Dosificadora de Clinker	Comando	5	Alimentación a Molino	DEVICE NET	
802	FCO	Balanza Dosificadora de Yeso	Setpoint de flujo de material	5	Alimentación a Molino	DEVICE NET	
802	FI	Balanza Dosificadora de Yeso	Flujo de material	5	Alimentación a Molino	DEVICE NET	
802	FLT	Balanza Dosificadora de Yeso	Falla	5	Alimentación a Molino	DEVICE NET	
802	OV L	Balanza Dosificadora de Yeso	Sobrecarga	5	Alimentación a Molino	DEVICE NET	
802	RUN	Balanza Dosificadora de Yeso	Run status	5	Alimentación a Molino	DEVICE NET	
802	SI	Balanza Dosificadora de Yeso	Velocidad de faja	5	Alimentación a Molino	DEVICE NET	

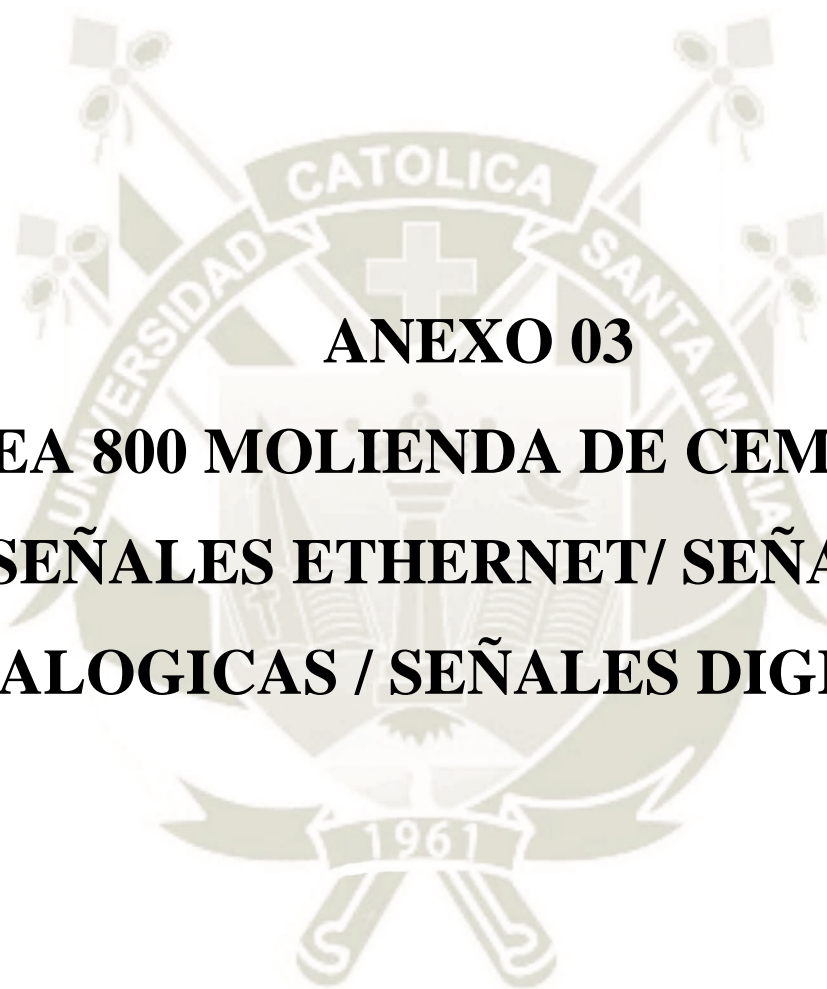
802	WI	Balanza Dosificadora de Yeso	Peso en faja	5	Alimentación a Molino	DEVICE NET
802	RD Y	Balanza Dosificadora de Yeso	Listo	5	Alimentación a Molino	DEVICE NET
802	CM D	Balanza Dosificadora de Yeso	Comando	5	Alimentación a Molino	DEVICE NET
803	FCO	Balanza Dosificadora de Puzolana	Setpoint de flujo de material	5	Alimentación a Molino	DEVICE NET
803	FI	Balanza Dosificadora de Puzolana	Flujo de material	5	Alimentación a Molino	DEVICE NET
803	FLT	Balanza Dosificadora de Puzolana	Falla	5	Alimentación a Molino	DEVICE NET
803	OV L	Balanza Dosificadora de Puzolana	Sobrecarga	5	Alimentación a Molino	DEVICE NET
803	RU N	Balanza Dosificadora de Puzolana	Run status	5	Alimentación a Molino	DEVICE NET
803	SI	Balanza Dosificadora de Puzolana	Velocidad de faja	5	Alimentación a Molino	DEVICE NET
803	WI	Balanza Dosificadora de Puzolana	Peso en faja	5	Alimentación a Molino	DEVICE NET
803	RD Y	Balanza Dosificadora de Puzolana	Listo	5	Alimentación a Molino	DEVICE NET
803	CM D	Balanza Dosificadora de Puzolana	Comando	5	Alimentación a Molino	DEVICE NET
311A	ZS1	Carro Reclamador	Switch de Posición 1	6	Transporte de Materias Primas	DI
311A	ZS2	Carro Reclamador	Switch de Posición 2	6	Transporte de Materias Primas	DI
311A	ZS3	Carro Reclamador	Switch de Posición 3	6	Transporte de Materias Primas	DI
311A	ZS4	Carro Reclamador	Switch de Posición 4	6	Transporte de Materias Primas	DI
311A-2	AU TO	Carro Reclamador, Motor Traslacion	Automático	6	Transporte de Materias Primas	DI
311A-2	RD Y	Carro Reclamador, Motor Traslacion	Listo	6	Transporte de Materias Primas	DI
311A-2	OV L	Carro Reclamador, Motor Traslacion	Sobrecarga	6	Transporte de Materias Primas	DI
311A-2	RU N1	Carro Reclamador, Motor Traslacion	Run FWD	6	Transporte de Materias Primas	DI
311A-2	RU N2	Carro Reclamador, Motor Traslacion	Run REV	6	Transporte de Materias Primas	DI
312	MD	Faja Transportadora 1	Detector de Movimiento	6	Transporte de Materias Primas	DI
312	LSH	Faja Transportadora 1	Nivel alto de chute	6	Transporte de Materias Primas	DI
312	DE V1	Faja Transportadora 1	Switch de Desalineamiento - Cabeza	6	Transporte de Materias Primas	DI
312	DE V2	Faja Transportadora 1	Switch de Desalineamiento - Cola	6	Transporte de Materias Primas	DI
701A	ZS1	Compuerta Descarga	Posición abierto	6	Transporte de Materias Primas	DI
701A	ZS2	Compuerta Descarga	Posición cerrado	6	Transporte de Materias Primas	DI
701A-1	AU TO	Compuerta Descarga Clinker, Motor	Automático	6	Transporte de Materias Primas	DI
701A-1	RD Y	Compuerta Descarga Clinker, Motor	Listo	6	Transporte de Materias Primas	DI
701A-1	RU N1	Compuerta Descarga Clinker, Motor	Run FWD	6	Transporte de Materias Primas	DI
701A-1	RU N2	Compuerta Descarga Clinker, Motor	Run REV	6	Transporte de Materias Primas	DI
704	MD	Faja Transportadora 3	Detector de Movimiento	6	Transporte de Materias Primas	DI
704	LSH	Faja Transportadora 3	Nivel alto de chute	6	Transporte de Materias Primas	DI
704	DE V1	Faja Transportadora 3	Switch de Desalineamiento - Cabeza	6	Transporte de Materias Primas	DI
704	DE V2	Faja Transportadora 3	Switch de Desalineamiento - Cola	6	Transporte de Materias Primas	DI
704A	FLT	Filtro Compacto 2 Faja 3	Falla	6	Transporte de Materias Primas	DI

704A	AU TO	Filtro Compacto 2 Faja 3	Automático	6	Transporte de Materias Primas	DI	
704B	FLT	Filtro Compacto 1 Faja 3	Falla	6	Transporte de Materias Primas	DI	
704B	AU TO	Filtro Compacto 1 Faja 3	Automático	6	Transporte de Materias Primas	DI	
705H	FSL	Alimentador Vibratorio Auxiliar	Flujo bajo de Material	6	Transporte de Materias Primas	DI	
705H-1	AU TO	Alimentador Vibratorio Auxiliar, Motor	Automático	6	Transporte de Materias Primas	DI	
705H-1	RD	Alimentador Vibratorio Auxiliar, Motor	Listo	6	Transporte de Materias Primas	DI	
705H-1	RU N	Alimentador Vibratorio Auxiliar, Motor	Run Status	6	Transporte de Materias Primas	DI	
705I	FSL	Alimentador Vibratorio Yeso	Flujo bajo de Material	6	Transporte de Materias Primas	DI	
705I-1	AU TO	Alimentador Vibratorio Yeso, Motor	Automático	6	Transporte de Materias Primas	DI	
705I-1	RD Y	Alimentador Vibratorio Yeso, Motor	Listo	6	Transporte de Materias Primas	DI	
705I-1	RU N	Alimentador Vibratorio Yeso, Motor	Run Status	6	Transporte de Materias Primas	DI	
707	MD	Faja Transportadora 2	Detector de Movimiento	6	Transporte de Materias Primas	DI	
707	LSH	Faja Transportadora 2	Nivel alto de chute	6	Transporte de Materias Primas	DI	
707	DE V1	Faja Transportadora 2	Switch de Desalineamiento - Cabeza	6	Transporte de Materias Primas	DI	
707	DE V2	Faja Transportadora 2	Switch de Desalineamiento - Cola	6	Transporte de Materias Primas	DI	
708	MD	Faja Transportadora 4	Detector de Movimiento	6	Transporte de Materias Primas	DI	
708	LSH	Faja Transportadora 4	Nivel alto de chute	6	Transporte de Materias Primas	DI	
708	DE V1	Faja Transportadora 4	Switch de Desalineamiento - Cabeza	6	Transporte de Materias Primas	DI	
708	DE V2	Faja Transportadora 4	Switch de Desalineamiento - Cola	6	Transporte de Materias Primas	DI	
707A	FLT	Filtro Compacto 3 Faja 2	Falla	6	Transporte de Materias Primas	DI	
707A	AU TO	Filtro Compacto 3 Faja 2	Automático	6	Transporte de Materias Primas	DI	
707B	FLT	Filtro Compacto 2 Faja 2	Falla	6	Transporte de Materias Primas	DI	
707B	AU TO	Filtro Compacto 2 Faja 2	Automático	6	Transporte de Materias Primas	DI	
707C	FLT	Filtro Compacto 1 Faja 2	Falla	6	Transporte de Materias Primas	DI	
707C	AU TO	Filtro Compacto 1 Faja 2	Automático	6	Transporte de Materias Primas	DI	
713	MD	Faja Transportadora Reversible a C2	Detector de Movimiento	6	Transporte de Materias Primas	DI	
713	LSH	Faja Transportadora Reversible a C2	Nivel alto de chute	6	Transporte de Materias Primas	DI	
713	DE V1	Faja Transportadora Reversible a C2	Switch de Desalineamiento - Cabeza	6	Transporte de Materias Primas	DI	
713	DE V2	Faja Transportadora Reversible a C2	Switch de Desalineamiento - Cola	6	Transporte de Materias Primas	DI	
708A-1	AU TO	Compuerta Desviadora, Motor	Automático	6	Transporte de Materias Primas	DI	
708A-1	RD Y	Compuerta Desviadora, Motor	Listo	6	Transporte de Materias Primas	DI	
708A-1	RU N1	Compuerta Desviadora, Motor	Run Status	6	Transporte de Materias Primas	DI	
708A-1	RU N2	Compuerta Desviadora, Motor	Run Status	6	Transporte de Materias Primas	DI	
708A	ZS1	Compuerta Desviadora	Posición, Hacia Elevador 709	6	Transporte de Materias Primas	DI	
708A	ZS2	Compuerta Desviadora	Posición, Hacia Elevador 710	6	Transporte de Materias Primas	DI	
708B	FLT	Filtro Compacto Faja 4	Falla	6	Transporte de Materias Primas	DI	

708B	AU TO	Filtro Compacto Faja 4	Automático	6	Transporte de Materias Primas	DI	
709	MD	Elevador de Cangilones 1	Detector de Movimiento	6	Transporte de Materias Primas	DI	
709	LSH	Elevador de Cangilones 1	Switch de Nivel de Bota	6	Transporte de Materias Primas	DI	
709A	ZS1	Compuerta Desviadora	Posición, Hacia Faja 712	6	Transporte de Materias Primas	DI	
709A	ZS2	Compuerta Desviadora	Posición, Hacia Faja 711	6	Transporte de Materias Primas	DI	
710	MD	Elevador de Cangilones 2	Detector de Movimiento	6	Transporte de Materias Primas	DI	
710	LSH	Elevador de Cangilones 2	Switch de Nivel de Bota	6	Transporte de Materias Primas	DI	
710A-1	AU TO	Compuerta Desviadora, Motor	Automático	6	Transporte de Materias Primas	DI	
710A-1	RD Y	Compuerta Desviadora, Motor	Listo	6	Transporte de Materias Primas	DI	
710A-1	RU N1	Compuerta Desviadora, Motor	Run Status	6	Transporte de Materias Primas	DI	
710A-1	RU N2	Compuerta Desviadora, Motor	Run Status	6	Transporte de Materias Primas	DI	
710A	ZS1	Compuerta Desviadora	Posición, Hacia Faja 712	6	Transporte de Materias Primas	DI	
710A	ZS2	Compuerta Desviadora	Posición, Hacia Faja 711	6	Transporte de Materias Primas	DI	
711-2	AU TO	Carro Movil de Faja C1, Motor	Automático	6	Transporte de Materias Primas	DI	
711-2	RD Y	Carro Movil de Faja C1, Motor	Listo	6	Transporte de Materias Primas	DI	
711-2	OV L	Carro Movil de Faja C1, Motor	Sobrecarga	6	Transporte de Materias Primas	DI	
711-2	RU N1	Carro Movil de Faja C1, Motor	Run FWD	6	Transporte de Materias Primas	DI	
711-2	RU N2	Carro Movil de Faja C1, Motor	Run REV	6	Transporte de Materias Primas	DI	
711	MD	Faja Transportadora Reversible a C1	Detector de Movimiento	6	Transporte de Materias Primas	DI	
711	DE V1	Faja Transportadora Reversible a C1	Switch de Desalineamiento - Cabeza	6	Transporte de Materias Primas	DI	
711	DE V2	Faja Transportadora Reversible a C1	Switch de Desalineamiento - Cola	6	Transporte de Materias Primas	DI	
711	ZS1	Faja Transportadora Reversible a C1	Posición 1, Descarga Yeso/Puzolana	6	Transporte de Materias Primas	DI	
711	ZS2	Faja Transportadora Reversible a C1	Posición 1, Fin de carrera	6	Transporte de Materias Primas	DI	
711	ZS3	Faja Transportadora Reversible a C1	Posición 2, Descarga Clinker	6	Transporte de Materias Primas	DI	
711	ZS4	Faja Transportadora Reversible a C1	Posición 2, Fin de carrera	6	Transporte de Materias Primas	DI	
712	MD	Faja Transportadora 5	Detector de Movimiento	6	Transporte de Materias Primas	DI	
712	DE V1	Faja Transportadora 5	Switch de Desalineamiento - Cabeza	6	Transporte de Materias Primas	DI	
712	DE V2	Faja Transportadora 5	Switch de Desalineamiento - Cola	6	Transporte de Materias Primas	DI	
712A-1	AU TO	Compuerta Desviadora, Motor	Automático	6	Transporte de Materias Primas	DI	
712A-1	RD Y	Compuerta Desviadora, Motor	Listo	6	Transporte de Materias Primas	DI	
712A-1	RU N1	Compuerta Desviadora, Motor	Run Status	6	Transporte de Materias Primas	DI	
712A-1	RU N2	Compuerta Desviadora, Motor	Run Status	6	Transporte de Materias Primas	DI	
712A	ZS1	Compuerta Desviadora	Posición, Hacia Faja 713	6	Transporte de Materias Primas	DI	
712A	ZS2	Compuerta Desviadora	Posición, Hacia Tolva de Clinker	6	Transporte de Materias Primas	DI	
714	FLT	Filtro de Mangas	Falla	6	Transporte de Materias Primas	DI	
714	AU TO	Filtro de Mangas	Automático	6	Transporte de Materias Primas	DI	

714B-1	AU TO	Válvula Rotativa, Motor	Automático	6	Transporte de Materias Primas	DI	
714B-1	RD Y	Válvula Rotativa, Motor	Listo	6	Transporte de Materias Primas	DI	
714B-1	RU N	Válvula Rotativa, Motor	Run Status	6	Transporte de Materias Primas	DI	
714B	MD	Válvula Rotativa	Detector de Movimiento	6	Transporte de Materias Primas	DI	
719	ZS1	Compuerta Desviadora	Posición, Hacia Tolva de Puzolana	6	Transporte de Materias Primas	DI	
719	ZS2	Compuerta Desviadora	Posición, Hacia Tolva de Clinker	6	Transporte de Materias Primas	DI	
716	FLT	Filtro Compacto	Falla	6	Transporte de Materias Primas	DI	
716	AU TO	Filtro Compacto	Automático	6	Transporte de Materias Primas	DI	
716B-1	AU TO	Válvula Rotativa, Motor	Automático	6	Transporte de Materias Primas	DI	
716B-1	RD Y	Válvula Rotativa, Motor	Listo	6	Transporte de Materias Primas	DI	
716B-1	RU N	Válvula Rotativa, Motor	Run Status	6	Transporte de Materias Primas	DI	
716B	MD	Válvula Rotativa	Detector de Movimiento	6	Transporte de Materias Primas	DI	
717	ZS1	Compuerta Desviadora	Posición, Hacia Elevador 710	6	Transporte de Materias Primas	DI	
717	ZS2	Compuerta Desviadora	Posición, Hacia Elevador 709	6	Transporte de Materias Primas	DI	
L2-3	LSH H	Tolva Puzolana	Switch de Nivel Muy Alto	6	Transporte de Materias Primas	DI	
L2-1	LSH H	Tolva Clinker	Switch de Nivel Muy Alto	6	Transporte de Materias Primas	DI	
L2-2	LSH H	Tolva Yeso	Switch de Nivel Muy Alto	6	Transporte de Materias Primas	DI	
800-3	LSH H	Tolva Puzolana	Switch de Nivel Muy Alto	6	Transporte de Materias Primas	DI	
800-1	LSH H	Tolva Clinker	Switch de Nivel Muy Alto	6	Transporte de Materias Primas	DI	
800-2	LSH H	Tolva Yeso	Switch de Nivel Muy Alto	6	Transporte de Materias Primas	DI	
						DI_SPARE	
						DI_SPARE	
						DI_SPARE	
						DI_SPARE	
						DI_SPARE	
						DI_SPARE	
						DI_SPARE	
						DI_SPARE	
						DI_SPARE	
						DI_SPARE	
						DI_SPARE	
						DI_SPARE	
700	BA L	Transporte de Materias Primas	Baliza Tuneles	6	Transporte de Materias Primas	DO	
700	SIR	Transporte de Materias Primas	Sirena Tuneles	6	Transporte de Materias Primas	DO	
311A-2	CM D1	Carro Reclamador, Motor Traslacion	Comando FWD	6	Transporte de Materias Primas	DO	
311A-2	CM D2	Carro Reclamador, Motor Traslacion	Comando REV	6	Transporte de Materias Primas	DO	

701A-1	CM D1	Compuerta Descarga Clinker, Motor	Comando Abrir	6	Transporte de Materias Primas	DO	
701A-1	CM D2	Compuerta Descarga Clinker, Motor	Comando Cerrar	6	Transporte de Materias Primas	DO	
704A	CM D	Filtro Compacto 2 Faja 3	Comando de Inicio Secuencia	6	Transporte de Materias Primas	DO	
704B	CM D	Filtro Compacto 1 Faja 3	Comando de Inicio Secuencia	6	Transporte de Materias Primas	DO	
705H-1	CM D	Alimentador Vibrador Auxiliar, Motor	Comando	6	Transporte de Materias Primas	DO	
705I-1	CM D	Alimentador Vibrador Yeso, Motor	Comando	6	Transporte de Materias Primas	DO	
707A	CM D	Filtro Compacto 3 Faja 2	Comando de Inicio Secuencia	6	Transporte de Materias Primas	DO	
707B	CM D	Filtro Compacto 2 Faja 2	Comando de Inicio Secuencia	6	Transporte de Materias Primas	DO	
707C	CM D	Filtro Compacto 1 Faja 2	Comando de Inicio Secuencia	6	Transporte de Materias Primas	DO	
708A-1	CM D1	Compuerta Desviadora	Comando, Posición Hacia Elevador 709	6	Transporte de Materias Primas	DO	
708A-1	CM D2	Compuerta Desviadora	Comando, Posición Hacia Elevador 710	6	Transporte de Materias Primas	DO	
708B	CM D	Filtro Compacto Faja 4	Comando de Inicio Secuencia	6	Transporte de Materias Primas	DO	
709A	CM D1	Compuerta Desviadora	Comando, Posición Hacia Faja 711	6	Transporte de Materias Primas	DO	
709A	CM D2	Compuerta Desviadora	Comando, Posición Hacia Faja 712	6	Transporte de Materias Primas	DO	
710A-1	CM D1	Compuerta Desviadora	Comando, Posición Hacia Faja 711	6	Transporte de Materias Primas	DO	
710A-1	CM D2	Compuerta Desviadora	Comando, Posición Hacia Faja 712	6	Transporte de Materias Primas	DO	
711-2	CM D1	Carro Movil de Faja C1, Motor	Comando FWD	6	Transporte de Materias Primas	DO	
711-2	CM D2	Carro Movil de Faja C1, Motor	Comando REV	6	Transporte de Materias Primas	DO	
712A-1	CM D1	Compuerta Desviadora, Motor	Comando 1	6	Transporte de Materias Primas	DO	
712A-1	CM D2	Compuerta Desviadora, Motor	Comando 2	6	Transporte de Materias Primas	DO	
714	CM D	Filtro de Mangas	Comando de Inicio Secuencia	6	Transporte de Materias Primas	DO	
714B-1	CM D	Válvula Rotativa, Motor	Comando	6	Transporte de Materias Primas	DO	
719	CM D	Compuerta Desviadora	Comando, Posición Hacia Tolva de Clinker	6	Transporte de Materias Primas	DO	
716	CM D	Filtro de Mangas	Comando de Inicio Secuencia	6	Transporte de Materias Primas	DO	
716B-1	CM D	Válvula Rotativa, Motor	Comando	6	Transporte de Materias Primas	DO	
717	CM D	Compuerta Desviadora	Comando, Posición Hacia Elevador 709	6	Transporte de Materias Primas	DO	



ANEXO 03

AREA 800 MOLIENDA DE CEMENTO –

SEÑALES ETHERNET/ SEÑALES

ANALOGICAS / SEÑALES DIGITALES

ID EQUIPO	SUBCÓDIGO	EQUIPO	DESCRIPCIÓN	ID GRUPO	NOMBRE DE GRUPO	TIPO DE SEÑAL	TEMPERATURA
806E-1	AUTO	Bomba de Aceite Lubricación Reductor, Motor	Automático	1	Lubricación de Molino	ETHER NET	FVNR
806E-1	RDY	Bomba de Aceite Lubricación Reductor, Motor	Listo	1	Lubricación de Molino	ETHER NET	
806E-1	HS	Bomba de Aceite Lubricación Reductor, Motor	Parada de Emergencia	1	Lubricación de Molino	ETHER NET	
806E-1	CMD	Bomba de Aceite Lubricación Reductor, Motor	Run Status	1	Lubricación de Molino	ETHER NET	
806E-1	RUN	Bomba de Aceite Lubricación Reductor, Motor	Comando	1	Lubricación de Molino	ETHER NET	
806E-1	II	Bomba de Aceite Lubricación Reductor, Motor	Corriente	1	Lubricación de Molino	ETHER NET	
807-1	AUTO	Elevador de Cangilones 1, Motor Principal	Automático	3	Recirculación de Material	ETHER NET	FVNR
807-1	RDY	Elevador de Cangilones 1, Motor Principal	Listo	3	Recirculación de Material	ETHER NET	
807-1	HS	Elevador de Cangilones 1, Motor Principal	Parada de Emergencia	3	Recirculación de Material	ETHER NET	
807-1	RUN	Elevador de Cangilones 1, Motor Principal	Run Status	3	Recirculación de Material	ETHER NET	
807-1	CMD	Elevador de Cangilones 1, Motor Principal	Comando	3	Recirculación de Material	ETHER NET	
807-1	II	Elevador de Cangilones 1, Motor Principal	Corriente	3	Recirculación de Material	ETHER NET	
808A-1	AUTO	Soplador de Canaleta Ingreso Clasificador, Motor	Automático	3	Recirculación de Material	ETHER NET	FVNR
808A-1	RDY	Soplador de Canaleta Ingreso Clasificador, Motor	Listo	3	Recirculación de Material	ETHER NET	
808A-1	HS	Soplador de Canaleta Ingreso Clasificador, Motor	Parada de Emergencia	3	Recirculación de Material	ETHER NET	
808A-1	RUN	Soplador de Canaleta Ingreso Clasificador, Motor	Run Status	3	Recirculación de Material	ETHER NET	
808A-1	CMD	Soplador de Canaleta Ingreso Clasificador, Motor	Comando	3	Recirculación de Material	ETHER NET	
808A-1	II	Soplador de Canaleta Ingreso Clasificador, Motor	Corriente	3	Recirculación de Material	ETHER NET	
810A-1	AUTO	Soplador de Canaleta Salida Clasificador, Motor	Automático	2	Transporte a Silos	ETHER NET	FVNR
810A-1	RDY	Soplador de Canaleta Salida Clasificador, Motor	Listo	2	Transporte a Silos	ETHER NET	
810A-1	HS	Soplador de Canaleta Salida Clasificador, Motor	Parada de Emergencia	2	Transporte a Silos	ETHER NET	
810A-1	RUN	Soplador de Canaleta Salida Clasificador, Motor	Run Status	2	Transporte a Silos	ETHER NET	
810A-1	CMD	Soplador de Canaleta Salida Clasificador, Motor	Comando	2	Transporte a Silos	ETHER NET	
810A-1	II	Soplador de Canaleta Salida Clasificador, Motor	Corriente	2	Transporte a Silos	ETHER NET	
812A-1	AUTO	Ventilador de Filtro Auxiliar, Motor	Automático	3	Recirculación de Material	ETHER NET	SS
812A-1	HS	Ventilador de Filtro Auxiliar, Motor	Parada de Emergencia	3	Recirculación de Material	ETHER NET	
812A-1	RUN	Ventilador de Filtro Auxiliar, Motor	Run status	3	Recirculación de Material	ETHER NET	
812A-1	FLT	Ventilador de Filtro Auxiliar, Motor	Falla	3	Recirculación de Material	ETHER NET	
812A-1	RDY	Ventilador de Filtro Auxiliar, Motor	Listo	3	Recirculación de Material	ETHER NET	
812A-1	CD1	Ventilador de Filtro Auxiliar, Motor	Comando 1	3	Recirculación de Material	ETHER NET	
812A-1	CD2	Ventilador de Filtro Auxiliar, Motor	Comando 2	3	Recirculación de Material	ETHER NET	
812A-1	CD3	Ventilador de Filtro Auxiliar, Motor	Comando 3	3	Recirculación de Material	ETHER NET	
812A-1	II	Ventilador de Filtro Auxiliar, Motor	Corriente	3	Recirculación de Material	ETHER NET	

814-1	AU TO	Faja Transportadora de Cemento, Motor	Automático	2	Transporte a Silos	ETHER NET	FVNR
814-1	RD Y	Faja Transportadora de Cemento, Motor	Listo	2	Transporte a Silos	ETHER NET	
814-1	HS	Faja Transportadora de Cemento, Motor	Parada de Emergencia	2	Transporte a Silos	ETHER NET	
814-1	RU N	Faja Transportadora de Cemento, Motor	Run Status	2	Transporte a Silos	ETHER NET	
814-1	CM D	Faja Transportadora de Cemento, Motor	Comando	2	Transporte a Silos	ETHER NET	
814-1	II	Faja Transportadora de Cemento, Motor	Corriente	2	Transporte a Silos	ETHER NET	
815-1	AU TO	Elevador de Cangilones 2, Motor Principal	Automático	2	Transporte a Silos	ETHER NET	FVNR
815-1	RD Y	Elevador de Cangilones 2, Motor Principal	Listo	2	Transporte a Silos	ETHER NET	
815-1	HS	Elevador de Cangilones 2, Motor Principal	Parada de Emergencia	2	Transporte a Silos	ETHER NET	
815-1	RU N	Elevador de Cangilones 2, Motor Principal	Run Status	2	Transporte a Silos	ETHER NET	
815-1	CM D	Elevador de Cangilones 2, Motor Principal	Comando	2	Transporte a Silos	ETHER NET	
815-1	II	Elevador de Cangilones 2, Motor Principal	Corriente	2	Transporte a Silos	ETHER NET	
816A-1	AU TO	Soplador de Canaleta a Silos, Motor	Automático	2	Transporte a Silos	ETHER NET	FVNR
816A-1	RD Y	Soplador de Canaleta a Silos, Motor	Listo	2	Transporte a Silos	ETHER NET	
816A-1	HS	Soplador de Canaleta a Silos, Motor	Parada de Emergencia	2	Transporte a Silos	ETHER NET	
816A-1	RU N	Soplador de Canaleta a Silos, Motor	Run Status	2	Transporte a Silos	ETHER NET	
816A-1	CM D	Soplador de Canaleta a Silos, Motor	Comando	2	Transporte a Silos	ETHER NET	
816A-1	II	Soplador de Canaleta a Silos, Motor	Corriente	2	Transporte a Silos	ETHER NET	
816C-1	AU TO	Soplador de Canaleta a S2/E, Motor	Automático	2	Transporte a Silos	ETHER NET	FVNR
816C-1	RD Y	Soplador de Canaleta a S2/E, Motor	Listo	2	Transporte a Silos	ETHER NET	
816C-1	HS	Soplador de Canaleta a S2/E, Motor	Parada de Emergencia	2	Transporte a Silos	ETHER NET	
816C-1	RU N	Soplador de Canaleta a S2/E, Motor	Run Status	2	Transporte a Silos	ETHER NET	
816C-1	CM D	Soplador de Canaleta a S2/E, Motor	Comando	2	Transporte a Silos	ETHER NET	
816C-1	II	Soplador de Canaleta a S2/E, Motor	Corriente	2	Transporte a Silos	ETHER NET	
816F-1	AU TO	Soplador de Canaleta a S3/S4, Motor	Automático	2	Transporte a Silos	ETHER NET	FVNR
816F-1	RD Y	Soplador de Canaleta a S3/S4, Motor	Listo	2	Transporte a Silos	ETHER NET	
816F-1	HS	Soplador de Canaleta a S3/S4, Motor	Parada de Emergencia	2	Transporte a Silos	ETHER NET	
816F-1	RU N	Soplador de Canaleta a S3/S4, Motor	Run Status	2	Transporte a Silos	ETHER NET	
816F-1	CM D	Soplador de Canaleta a S3/S4, Motor	Comando	2	Transporte a Silos	ETHER NET	
816F-1	II	Soplador de Canaleta a S3/S4, Motor	Corriente	2	Transporte a Silos	ETHER NET	
816G-1	AU TO	Soplador de Canaleta a S5, Motor	Automático	2	Transporte a Silos	ETHER NET	FVNR
816G-1	RD Y	Soplador de Canaleta a S5, Motor	Listo	2	Transporte a Silos	ETHER NET	
816G-1	HS	Soplador de Canaleta a S5, Motor	Parada de Emergencia	2	Transporte a Silos	ETHER NET	
816G-1	RU N	Soplador de Canaleta a S5, Motor	Run Status	2	Transporte a Silos	ETHER NET	
816G-1	CM D	Soplador de Canaleta a S5, Motor	Comando	2	Transporte a Silos	ETHER NET	
816G-1	II	Soplador de Canaleta a S5, Motor	Corriente	2	Transporte a Silos	ETHER NET	

816E-1	AU TO	Soplador de Canaleta a Estacionaria, Motor	Automático	2	Transporte a Silos	PLC TO PLC
816E-1	RD Y	Soplador de Canaleta a Estacionaria, Motor	Listo	2	Transporte a Silos	PLC TO PLC
816E-1	HS	Soplador de Canaleta a Estacionaria, Motor	Parada de Emergencia	2	Transporte a Silos	PLC TO PLC
816E-1	RU N	Soplador de Canaleta a Estacionaria, Motor	Run Status	2	Transporte a Silos	PLC TO PLC
816E-1	CM D	Soplador de Canaleta a Estacionaria, Motor	Comando	2	Transporte a Silos	PLC TO PLC
816E-1	II	Soplador de Canaleta a Estacionaria, Motor	Corriente	2	Transporte a Silos	PLC TO PLC
806A	V	Celda M.T.- Celda de Motor de Principal Molino 2	Voltaje de Línea Promedio	4	Molino 2	ETHER NET
806A	IA	Celda M.T.- Celda de Motor de Principal Molino 2	Corriente de Línea A	4	Molino 2	ETHER NET
806A	IB	Celda M.T.- Celda de Motor de Principal Molino 2	Corriente de Línea B	4	Molino 2	ETHER NET
806A	IC	Celda M.T.- Celda de Motor de Principal Molino 2	Corriente de Línea C	4	Molino 2	ETHER NET
806A	I	Celda M.T.- Celda de Motor de Principal Molino 2	Corriente de Línea Promedio	4	Molino 2	ETHER NET
806A	FP	Celda M.T.- Celda de Motor de Principal Molino 2	Factor de Potencia	4	Molino 2	ETHER NET
806A	P	Celda M.T.- Celda de Motor de Principal Molino 2	Potencia Activa	4	Molino 2	ETHER NET
806A	EP	Celda M.T.- Celda de Motor de Principal Molino 2	Energía Activa	4	Molino 2	ETHER NET
806A	F	Celda M.T.- Celda de Motor de Principal Molino 2	Frecuencia	4	Molino 2	ETHER NET
809-1A	V	Celda M.T.- Celda de Motor de Clasificador	Voltaje de Línea Promedio	3	Recirculación de Material	ETHER NET
809-1A	IA	Celda M.T.- Celda de Motor de Clasificador	Corriente de Línea A	3	Recirculación de Material	ETHER NET
809-1A	IB	Celda M.T.- Celda de Motor de Clasificador	Corriente de Línea B	3	Recirculación de Material	ETHER NET
809-1A	IC	Celda M.T.- Celda de Motor de Clasificador	Corriente de Línea C	3	Recirculación de Material	ETHER NET
809-1A	I	Celda M.T.- Celda de Motor de Clasificador	Corriente de Línea Promedio	3	Recirculación de Material	ETHER NET
809-1A	FP	Celda M.T.- Celda de Motor de Clasificador	Factor de Potencia	3	Recirculación de Material	ETHER NET
809-1A	P	Celda M.T.- Celda de Motor de Clasificador	Potencia Activa	3	Recirculación de Material	ETHER NET
809-1A	EP	Celda M.T.- Celda de Motor de Clasificador	Energía Activa	3	Recirculación de Material	ETHER NET
809-1A	F	Celda M.T.- Celda de Motor de Clasificador	Frecuencia	3	Recirculación de Material	ETHER NET
806	TI1	Molino de Cemento 2	Temperatura 1 Asiento Piñón	4	Molino 2	AI
806	TI2	Molino de Cemento 2	Temperatura 2 Asiento Piñón	4	Molino 2	AI
806	TI3	Molino de Cemento 2	Temperatura Cojinete Molino Entrada	4	Molino 2	AI
806	TI4	Molino de Cemento 2	Temperatura Cojinete Molino Salida	4	Molino 2	AI
806	TI5	Molino de Cemento 2	Temperatura de Salida Gases Molino	4	Molino 2	AI
806	VII	Molino de Cemento 2	Vibración PiñónLado Libre	4	Molino 2	AI
806	VI2	Molino de Cemento 2	Vibración PiñónLado Acople	4	Molino 2	AI
806A	TI1	Molino de Cemento 2, Motor Principal	Temperatura Bobinado L1	4	Molino 2	AI
806A	TI2	Molino de Cemento 2, Motor Principal	Temperatura Bobinado L2	4	Molino 2	AI
806A	TI3	Molino de Cemento 2, Motor Principal	Temperatura Rodaje Posterior	4	Molino 2	AI
806A	TI4	Molino de Cemento 2, Motor Principal	Temperatura Rodaje Delantero	4	Molino 2	AI
806A	VII	Molino de Cemento 2, Motor Principal	Vibración Rodaje Posterior	4	Molino 2	AI

806A	VI2	Molino de Cemento 2, Motor Principal	Vibración Rodaje Delantero	4	Molino 2	AI	
806B	TI1	Reductor de Molino	Temperatura Reductor Acople Motor	4	Molino 2	AI	
806B	VII	Reductor de Molino	Vibración Reductor Acople Motor	4	Molino 2	AI	
806B	VI2	Reductor de Molino	Vibración Reductor Acople Piñon	4	Molino 2	AI	
806E	FI	Bomba de Lubricación Reductor de Molino	Flujo de Aceite Reductor	1	Lubricación de Molino	AI	
806G	PI	Bomba de Aceite de Alta Chumacera de Entrada	Presión Salida de Lubricación	1	Lubricación de Molino	AI	
806H	FI	Bomba de Aceite de Baja Chumacera de Salida	Flujo de Aceite Chumacera Salida	1	Lubricación de Molino	AI	
806I	FI	Bomba de Aceite de Baja Chumacera de Entrada	Flujo de Aceite Chumacera Entrada	1	Lubricación de Molino	AI	
806J	PI	Bomba de Aceite de Alta Chumacera de Salida	Presión Salida de Lubricación	1	Lubricación de Molino	AI	
806K	LI	Unidad de Lubricación Spray de Grasa	Nivel de Grasa	4	Molino 2	AI	
806L	FI	Bomba de Aditivo Molienda	Flujo de Aditivo Molienda	5	Alimentación de Molino	AI	
806L-1	FI	Bomba de Aditivo Molienda	Feedback de Velocidad	5	Alimentación de Molino	AI	
806X	TI	Motor Principal, Arrancador de motor	Temperatura Aceite de Arrancador	2	Molino 2	AI	
						AI_SPARE	
						AI_SPARE	
						AI_SPARE	
						AI_SPARE	
						AI_SPARE	
						AI_SPARE	
						AI_SPARE	
806L-1	FCO	Bomba de Aditivo Molienda	Setpoint de Velocidad	5	Alimentación de Molino	AO	
						AO_SPARE	
						AO_SPARE	
						AO_SPARE	
						AO_SPARE	
						AO_SPARE	
						AO_SPARE	
						AO_SPARE	
						AO_SPARE	
						AO_SPARE	
801A	ZS	Compuerta Diversora Clinker	Switch de Posición Hacia Molino 2	5	Alimentación de Molino	DI	
802A	ZS	Compuerta Diversora Yeso	Switch de Posición Hacia Faja 804	5	Alimentación de Molino	DI	
803A	ZS	Compuerta Diversora Puzolana	Switch de Posición Hacia Faja 805	5	Alimentación de Molino	DI	
804-1	AURD	Faja Transportadora Yeso, Motor	Automático	5	Alimentación de Molino	DI	
804-1	Y	Faja Transportadora Yeso, Motor	Listo	5	Alimentación de Molino	DI	
804-1	RUN	Faja Transportadora Yeso, Motor	Run Status	5	Alimentación de Molino	DI	
804	MD	Faja Transportadora Yeso	Motion Detector	5	Alimentación de Molino	DI	
804	DEV	Faja Transportadora Yeso	Switch de Desalineamiento - Cabeza	5	Alimentación de Molino	DI	

805-1	AU TO	Faja Transportadora Puzolana, Motor	Automático	5	Alimentación de Molino	DI	
805-1	RD Y	Faja Transportadora Puzolana, Motor	Listo	5	Alimentación de Molino	DI	
805-1	RU N	Faja Transportadora Puzolana, Motor	Run Status	5	Alimentación de Molino	DI	
805	MD	Faja Transportadora Puzolana	Motion Detector	5	Alimentación de Molino	DI	
805	DE V	Faja Transportadora Puzolana	Switch de Desalineamiento - Cabeza	5	Alimentación de Molino	DI	
806A	PO W	Motor Principal, Celda AD11	Relé de Protección Energizado	4	Molino 2	DI	
806A	ZS1	Motor Principal, Celda AD11	Resorte de Interruptor Cargado	4	Molino 2	DI	
806A	ZS2	Motor Principal, Celda AD11	Interruptor Cerrado	4	Molino 2	DI	
806A	ZS3	Motor Principal, Celda AD11	Interruptor Abierto	4	Molino 2	DI	
806A	AL M	Motor Principal, Celda AD11	Alarma	4	Molino 2	DI	
806A	RD Y	Motor Principal, Celda AD11	Listo	4	Molino 2	DI	
806A	HSS	Motor Principal, Celda AD11	Parada de Emergencia	4	Molino 2	DI	
806X	PO W1	Motor Principal, Arrancador de motor	Energizado 220 VAC	4	Molino 2	DI	
806X	RU N	Motor Principal, Arrancador de motor	Cortocircuito	4	Molino 2	DI	
806X	ZS1	Motor Principal, Arrancador de motor	Posición Inicial	4	Molino 2	DI	
806X	ZS2	Motor Principal, Arrancador de motor	Posición Final	4	Molino 2	DI	
806X	ZS3	Motor Principal, Arrancador de motor	Confirmación de paso	4	Molino 2	DI	
806X	LS	Motor Principal, Arrancador de motor	Nivel Bajo de Aceite de Tanque	4	Molino 2	DI	
806-1	AU TO	Ventilador 1 de Motor Principal, Motor	Automático	4	Molino 2	DI	
806-1	RD Y	Ventilador 1 de Motor Principal, Motor	Listo	4	Molino 2	DI	
806-1	RU N	Ventilador 1 de Motor Principal, Motor	Run Status	4	Molino 2	DI	
806-2	AU TO	Ventilador 2 de Motor Principal, Motor	Automático	4	Molino 2	DI	
806-2	RD Y	Ventilador 2 de Motor Principal, Motor	Listo	4	Molino 2	DI	
806-2	RU N	Ventilador 2 de Motor Principal, Motor	Run Status	4	Molino 2	DI	
806-3	AU TO	Ventilador 3 de Motor Principal, Motor	Automático	4	Molino 2	DI	
806-3	RD Y	Ventilador 3 de Motor Principal, Motor	Listo	4	Molino 2	DI	
806-3	RU N	Ventilador 3 de Motor Principal, Motor	Run Status	4	Molino 2	DI	
806C- 1	AU TO	Motor Auxiliar de Molino, Molino de Cemento 2	Automático	4	Molino 2	DI	
806C- 1	RD Y	Motor Auxiliar de Molino, Molino de Cemento 2	Listo	4	Molino 2	DI	
806C- 1	HS	Motor Auxiliar de Molino, Molino de Cemento 2	Parada de Emergencia	4	Molino 2	DI	
806C- 1	RU N	Motor Auxiliar de Molino, Molino de Cemento 2	Run Status	4	Molino 2	DI	
806C	ZS	Motor Auxiliar de Molino	Motor auxiliar desacoplado	4	Molino 2	DI	
806E	FS	Bomba de Lubricación Reductor de Molino	Flujo de Aceite Ok	1	Lubricación de Molino	DI	
806F- 1	AU TO	Bomba de Aceite Chumaceras Piñón de Ataque, Motor	Automático	1	Lubricación de Molino	DI	
806F- 1	RD Y	Bomba de Aceite Chumaceras Piñón de Ataque, Motor	Listo	1	Lubricación de Molino	DI	
806F- 1	RU N	Bomba de Aceite Chumaceras Piñón de Ataque, Motor	Run Status	1	Lubricación de Molino	DI	
806F	FS	Bomba de Aceite Chumaceras Piñón de Ataque	Flujo de Aceite Ok	1	Lubricación de Molino	DI	
806G- 1	AU TO	Bomba de Aceite de Alta Chumacera de Entrada, Motor	Automático	1	Lubricación de Molino	DI	

806G-1	RD Y	Bomba de Aceite de Alta Chumacera de Entrada, Motor	Listo	1	Lubricación de Molino	DI	
806G-1	RU N	Bomba de Aceite de Alta Chumacera de Entrada, Motor	Run Status	1	Lubricación de Molino	DI	
806G	PS	Bomba de Aceite de Alta Chumacera de Entrada	Presión de Aceite Ok	1	Lubricación de Molino	DI	
806G	PDS	Bomba de Aceite de Alta Chumacera de Entrada	Presión Diferencial Alta	1	Lubricación de Molino	DI	
806H-1	AU TO	Bomba de Aceite de Baja Chumacera de Salida, Motor	Automático	1	Lubricación de Molino	DI	
806H-1	RD Y	Bomba de Aceite de Baja Chumacera de Salida, Motor	Listo	1	Lubricación de Molino	DI	
806H-1	RU N	Bomba de Aceite de Baja Chumacera de Salida, Motor	Run Status	1	Lubricación de Molino	DI	
806H	FS	Bomba de Aceite de Baja Chumacera de Salida	Flujo de Aceite Ok	1	Lubricación de Molino	DI	
806H	PDS	Bomba de Aceite de Baja Chumacera de Salida	Presión Diferencial alta	1	Lubricación de Molino	DI	
806I-1	AU TO	Bomba de Aceite de Baja Chumacera de Entrada, Motor	Automático	1	Lubricación de Molino	DI	
806I-1	RD Y	Bomba de Aceite de Baja Chumacera de Entrada, Motor	Listo	1	Lubricación de Molino	DI	
806I-1	RU N	Bomba de Aceite de Baja Chumacera de Entrada, Motor	Run Status	1	Lubricación de Molino	DI	
806I	FS	Bomba de Aceite de Baja Chumacera de Entrada	Flujo de Aceite Ok	1	Lubricación de Molino	DI	
806I	PDS	Bomba de Aceite de Baja Chumacera de Entrada	Presión Diferencial Alta	1	Lubricación de Molino	DI	
806J-1	AU TO	Bomba de Aceite de Alta Chumacera de Salida, Motor	Automático	1	Lubricación de Molino	DI	
806J-1	RD Y	Bomba de Aceite de Alta Chumacera de Salida, Motor	Listo	1	Lubricación de Molino	DI	
806J-1	RU N	Bomba de Aceite de Alta Chumacera de Salida, Motor	Run Status	1	Lubricación de Molino	DI	
806J	PS	Bomba de Aceite de Alta Chumacera de Salida	Presión de aceite ok	1	Lubricación de Molino	DI	
806J	PDS	Bomba de Aceite de Alta Chumacera de Salida	Presión Diferencial alta	1	Lubricación de Molino	DI	
806K	AU TO	Unidad de Lubricación Spray de Grasa	Automático	4	Molino 2	DI	
806K	FS	Unidad de Lubricación Spray de Grasa	Switch de Flujo	4	Molino 2	DI	
807	MD 1	Elevador de Cangilones 1	Detector de Movimiento, Motor Principal	3	Recirculación de Material	DI	
807	MD 2	Elevador de Cangilones 1	Detector de Movimiento, Motor Auxiliar	3	Recirculación de Material	DI	
807	LSH	Elevador de Cangilones 1	Switch de Nivel de Bota	3	Recirculación de Material	DI	
807	TS	Elevador de Cangilones 1	Switch Térmico de Sobreacoplamiento	3	Recirculación de Material	DI	
807	DE V1	Elevador de Cangilones 1	Switch de Desalineamiento Inferior	3	Recirculación de Material	DI	
807	DE V2	Elevador de Cangilones 1	Switch de Desalineamiento Superior	3	Recirculación de Material	DI	
807-2	AU TO	Elevador de Cangilones 1, Motor Auxiliar	Automático	3	Recirculación de Material	DI	
807-2	RD Y	Elevador de Cangilones 1, Motor Auxiliar	Listo	3	Recirculación de Material	DI	
807-2	RU N	Elevador de Cangilones 1, Motor Auxiliar	Run Status	3	Recirculación de Material	DI	
809-1A	PO W	Motor Clasificador, Celda AD12	Relé de Protección Energizado	3	Recirculación de Material	DI	
809-1A	ZS1	Motor Clasificador, Celda AD12	Resorte de Interruptor Cargado	3	Recirculación de Material	DI	
809-1A	ZS2	Motor Clasificador, Celda AD12	Interruptor Cerrado	3	Recirculación de Material	DI	
809-1A	ZS3	Motor Clasificador, Celda AD12	Interruptor Abierto	3	Recirculación de Material	DI	
809-1A	AL M	Motor Clasificador, Celda AD12	Alarma	3	Recirculación de Material	DI	
809-1A	RD Y	Motor Clasificador, Celda AD12	Listo	3	Recirculación de Material	DI	

809X	PO W	Motor Clasificador, Arrancador de motor	Energizado 220 VAC	3	Recirculación de Material	DI
809X	RU N	Motor Clasificador, Arrancador de motor	Arrancador en Secuencia	3	Recirculación de Material	DI
809X	ZS1	Motor Clasificador, Arrancador de motor	Posición Inicial	3	Recirculación de Material	DI
809X	ZS2	Motor Clasificador, Arrancador de motor	Posición Final	3	Recirculación de Material	DI
809X	ZS3	Motor Clasificador, Arrancador de motor	Confirmacion de Paso	3	Recirculación de Material	DI
809X	TES T	Motor Clasificador, Arrancador de motor	Test	3	Recirculación de Material	DI
809X	LS	Motor Clasificador, Arrancador de motor	Nivel Bajo de Tanque	3	Recirculación de Material	DI
809X	OV L	Motor Clasificador, Arrancador de motor	Sobrecarga	3	Recirculación de Material	DI
809-1	AU TO	Ventilador de Motor Clasificador, Motor	Automático	3	Recirculación de Material	DI
809-1	RD Y	Ventilador de Motor Clasificador, Motor	Listo	3	Recirculación de Material	DI
809-1	RU N	Ventilador de Motor Clasificador, Motor	Run Status	3	Recirculación de Material	DI
811B-1	AU TO	Transportador Helicoidal 1 Filtro Principal, Motor	Automático	2	Transporte a Silos	DI
811B-1	RD Y	Transportador Helicoidal 1 Filtro Principal, Motor	Listo	2	Transporte a Silos	DI
811B-1	RU N	Transportador Helicoidal 1 Filtro Principal, Motor	Run Status	2	Transporte a Silos	DI
811B	MD	Transportador Helicoidal 1 Filtro Principal	Detector de Movimiento	2	Transporte a Silos	DI
811C-1	AU TO	Compuerta Reguladora de Ventilador de FP, Motor	Automático	3	Recirculación de Material	DI
811C-1	RD Y	Compuerta Reguladora de Ventilador de FP, Motor	Listo	3	Recirculación de Material	DI
811C-1	RU N	Compuerta Reguladora de Ventilador de FP, Motor	Run Status	3	Recirculación de Material	DI
812B-1	AU TO	Transportador Helicoidal Filtro Auxiliar, Motor	Automático	2	Transporte a Silos	DI
812B-1	RD Y	Transportador Helicoidal Filtro Auxiliar, Motor	Listo	2	Transporte a Silos	DI
812B-1	RU N	Transportador Helicoidal Filtro Auxiliar, Motor	Run Status	2	Transporte a Silos	DI
812B	MD	Transportador Helicoidal Filtro Auxiliar	Detector de Movimiento	2	Transporte a Silos	DI
812E	ZS1	Compuerta Desviadora de Flujo	Switch de Posición, Hacia 813-1	2	Transporte a Silos	DI
812E	ZS2	Compuerta Desviadora de Flujo	Switch de Posición, Hacia 813-2	2	Transporte a Silos	DI
813-1	AU TO	Transportador Helicoidal 2 Filtro Principal, Motor	Automático	2	Transporte a Silos	DI
813-1	RD Y	Transportador Helicoidal 2 Filtro Principal, Motor	Listo	2	Transporte a Silos	DI
813-1	RU N	Transportador Helicoidal 2 Filtro Principal, Motor	Run Status	2	Transporte a Silos	DI
813	MD	Transportador Helicoidal 2 Filtro Principal	Detector de Movimiento	2	Transporte a Silos	DI
814	MD	Faja Transportadora de Cemento	Motion detector	2	Transporte a Silos	DI
814	DE V1	Faja Transportadora de Cemento	Switch de Desalineamiento - Cabeza	2	Transporte a Silos	DI
814	DE V2	Faja Transportadora de Cemento	Switch de Desalineamiento - Cola	2	Transporte a Silos	DI
815	MD 1	Elevador de Cangilones 2	Detector de Movimiento, Motor Principal	2	Transporte a Silos	DI
815	MD 2	Elevador de Cangilones 2	Detector de Movimiento, Motor Auxiliar	2	Transporte a Silos	DI
815	LSH	Elevador de Cangilones 2	Switch de Nivel de Bota	2	Transporte a Silos	DI
815	TS	Elevador de Cangilones 2	Switch Térmico de Sobreacoplamiento	2	Transporte a Silos	DI
815	DE V1	Elevador de Cangilones 2	Switch de Desalineamiento Inferior	2	Transporte a Silos	DI

815	DE V2	Elevador de Cangilones 2	Switch de Desalineamiento Superior	2	Transporte a Silos	DI	
815-2	AU TO	Elevador de Cangilones 2, Motor Auxiliar	Automático	2	Transporte a Silos	DI	
815-2	RD Y	Elevador de Cangilones 2, Motor Auxiliar	Listo	2	Transporte a Silos	DI	
815-2	RU N	Elevador de Cangilones 2, Motor Auxiliar	Run Status	2	Transporte a Silos	DI	
816G	ZS1	Compuerta Desviadora de Flujo 1	Switch de Posición, Hacia Desviador 816D	2	Transporte a Silos	DI	
816G	ZS2	Compuerta Desviadora de Flujo 1	Switch de Posición, Hacia Silo 5	2	Transporte a Silos	DI	
816D	ZS1	Compuerta Desviadora de Flujo 2	Switch de Posición, Hacia Desviador 816B	2	Transporte a Silos	DI	
816D	ZS2	Compuerta Desviadora de Flujo 2	Switch de Posición, Hacia Desviador 816F	2	Transporte a Silos	DI	
816B	ZS1	Compuerta Desviadora de Flujo 3	Switch de Posición, Hacia Desviador 816C	2	Transporte a Silos	DI	
816B	ZS2	Compuerta Desviadora de Flujo 3	Switch de Posición, Hacia Silo 1	2	Transporte a Silos	DI	
816C	ZS1	Compuerta Desviadora de Flujo	Switch de Posición, Hacia Tolva Estacionaria	2	Transporte a Silos	DI	
816C	ZS2	Compuerta Desviadora de Flujo	Switch de Posición, Hacia Silo 2	2	Transporte a Silos	DI	
816F	ZS1	Compuerta Desviadora de Flujo	Switch de Posición, Hacia Silo 4	2	Transporte a Silos	DI	
816F	ZS2	Compuerta Desviadora de Flujo	Switch de Posición, Hacia Silo 3	2	Transporte a Silos	DI	
806L-1	AU TO	Bomba de Aditivo Molienda, Motor	Automático	5	Alimentación de Molino	DI	
806L-1	RD Y	Bomba de Aditivo Molienda, Motor	Listo	5	Alimentación de Molino	DI	
806L-1	RU N	Bomba de Aditivo Molienda, Motor	Run Status	5	Alimentación de Molino	DI	
						DI_SPARE	
						DI_SPARE	
						DI_SPARE	
						DI_SPARE	
						DI_SPARE	
						DI_SPARE	
						DI_SPARE	
						DI_SPARE	
						DI_SPARE	
800	BA L1	Molienda de Cemento	Baliza 1	2	Transporte a Silos	DO	
800	SIR 1	Molienda de Cemento	Sirena 1	2	Transporte a Silos	DO	
806	CM D1	Molino de Cemento 2	Comando de Enfriamiento Babbit Entrada	4	Molino 2	DO	
806	CM D2	Molino de Cemento 2	Comando de Enfriamiento Babbit Salida	4	Molino 2	DO	
804-1	CM D	Faja Transportadora Yeso, Motor	Comando	5	Alimentación de Molino	DO	
805-1	CM D	Faja Transportadora Puzolana, Motor	Comando	5	Alimentación de Molino	DO	
806A	CM D1	Motor Principal, Celda AD11	Comando Abrir Interruptor de Celda	4	Molino 2	DO	
806A	CM D2	Motor Principal, Celda AD11	Comando Cerrar Interruptor de Celda	4	Molino 2	DO	
806X	CM D	Motor Principal, Arrancador de motor	Comando	4	Molino 2	DO	
806-1	CM D	Ventilador 1 de Motor Principal, Motor	Comando	4	Molino 2	DO	

806-2	CM D	Ventilador 2 de Motor Principal, Motor	Comando	4	Molino 2	DO	
806-3	CM D	Ventilador 3 de Motor Principal, Motor	Comando	4	Molino 2	DO	
806C-1	CM D	Motor Auxiliar de Molino, Molino de Cemento 2	Comando Interlock Arranque Local	4	Molino 2	DO	
806E	CM D	Bomba de Aceite Lubricación Reductor	Comando válvula de enfriamiento	1	Lubricación de Molino	DO	
806F-1	CM D	Bomba de Aceite Chumaceras Piñón de Ataque, Motor	Comando	1	Lubricación de Molino	DO	
806F	CM D	Bomba de Aceite Chumaceras Piñón de Ataque	Comando válvula de enfriamiento	1	Lubricación de Molino	DO	
806G-1	CM D	Bomba de Aceite de Alta Chumacera de Entrada, Motor	Comando	1	Lubricación de Molino	DO	
806I	CM D	Lubricación Chumacera Entrada	Comando válvula de enfriamiento	1	Lubricación de Molino	DO	
806H-1	CM D	Bomba de Aceite de Baja Chumacera de Salida, Motor	Comando	1	Lubricación de Molino	DO	
806I-1	CM D	Bomba de Aceite de Baja Chumacera de Entrada, Motor	Comando	1	Lubricación de Molino	DO	
806J-1	CM D	Bomba de Aceite de Alta Chumacera de Salida, Motor	Comando	1	Lubricación de Molino	DO	
806H	CM D	Bomba de Aceite de Baja Chumacera de Salida	Comando válvula de enfriamiento	1	Lubricación de Molino	DO	
806K	CM D	Unidad de Lubricación Spray de Grasa	Comando	4	Molino 2	DO	
806L-1	CM D	Bomba de Aditivo Molienda, Motor	Comando	5	Alimentación de Molino	DO	
807-2	CM D	Elevador de Cangilones 1, Motor Auxiliar	Comando	3	Recirculación de Material	DO	
809-1A	CM D1	Motor Clasificador, Celda AD12	Comando Abrir Interruptor de Celda	3	Recirculación de Material	DO	
809-1A	CM D2	Motor Clasificador, Celda AD12	Comando Cerrar Interruptor de Celda	3	Recirculación de Material	DO	
809X	CM D	Motor Clasificador, Arrancador de motor	Comando	3	Recirculación de Material	DO	
809-1	CM D	Ventilador de Motor Clasificador, Motor	Comando	3	Recirculación de Material	DO	
809-3	CM D	Lubricación Eje Clasificador	Comando	3	Recirculación de Material	DO	
811B-1	CM D	Transportador Helicoidal 1 Filtro Principal, Motor	Comando	2	Transporte a Silos	DO	
811C-1	CM D1	Compuerta Reguladora de Ventilador de FP, Motor	Comando Abrir	3	Recirculación de Material	DO	
811C-1	CM D2	Compuerta Reguladora de Ventilador de FP, Motor	Comando Cerrar	3	Recirculación de Material	DO	
812B-1	CM D	Transportador Helicoidal Filtro Auxiliar, Motor	Comando	2	Transporte a Silos	DO	
812E	CM D1	Compuerta Desviadora de Flujo	Comando Hacia Canaleta 813-1	2	Transporte a Silos	DO	
812E	CM D2	Compuerta Desviadora de Flujo	Comando Hacia Canaleta 813-2	2	Transporte a Silos	DO	
813-1	CM D	Transportador Helicoidal 2 Filtro Principal, Motor	Comando	2	Transporte a Silos	DO	
815-2	CM D	Elevador de Cangilones 2, Motor Auxiliar	Comando	2	Transporte a Silos	DO	
816G	CM D1	Compuerta Desviadora de Flujo 1	Comando Hacia Desviador 816D	2	Transporte a Silos	DO	
816G	CM D2	Compuerta Desviadora de Flujo 1	Comando Hacia Silo 5	2	Transporte a Silos	DO	
816D	CM D1	Compuerta Desviadora de Flujo 2	Comando Hacia Desviador 816B	2	Transporte a Silos	DO	
816D	CM D2	Compuerta Desviadora de Flujo 2	Comando Hacia Desviador 816F	2	Transporte a Silos	DO	
816B	CM D1	Compuerta Desviadora de Flujo 3	Comando Hacia Desviador 816C	2	Transporte a Silos	DO	
816B	CM D2	Compuerta Desviadora de Flujo 3	Comando Hacia Silo 1	2	Transporte a Silos	DO	
816C	CM D1	Compuerta Desviadora de Flujo	Comando Hacia Tolva Estacionaria	2	Transporte a Silos	DO	
816C	CM D2	Compuerta Desviadora de Flujo	Comando Hacia Silo 2	2	Transporte a Silos	DO	

816F	CM D1	Compuerta Desviadora de Flujo	Comando Hacia Silo 4	2	Transporte a Silos	DO	
816F	CM D2	Compuerta Desviadora de Flujo	Comando Hacia Silo 3	2	Transporte a Silos	DO	
816A _A	CM D1	Válvula de Aireación 1	Abrir Válvula	2	Transporte a Silos	DO	
816A _B	CM D2	Válvula de Aireación 2	Abrir Válvula	2	Transporte a Silos	DO	
816F _A	CM D1	Válvula de Aireación 1	Abrir Válvula	2	Transporte a Silos	DO	
816F _B	CM D2	Válvula de Aireación 2	Abrir Válvula	2	Transporte a Silos	DO	

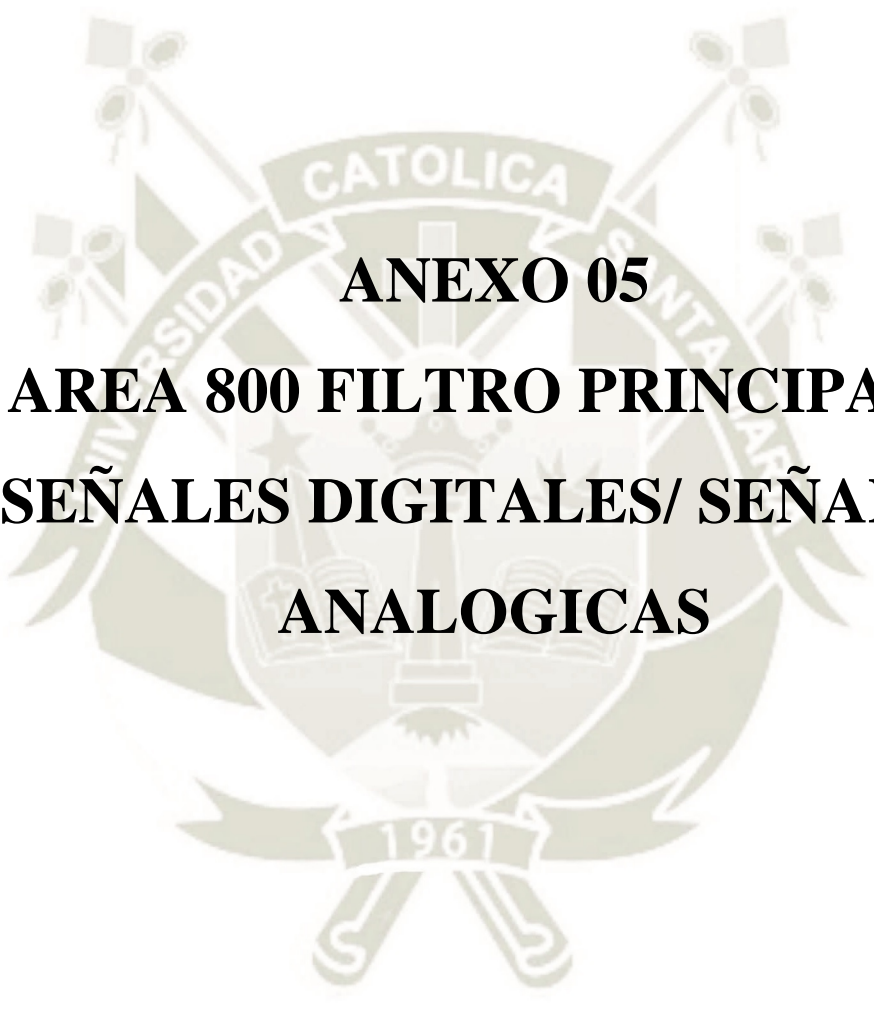




ANEXO 04
AREA 800 CLASIFICADOR – SEÑALES
DIGITALES

ID EQUIPO	SUB CO DE	EQUIPO	DESCRIPCIÓN	ID GRUPO	NOMBRE DE GRUPO	TIPO DE SEÑAL	TEMPL ATE
809A	OVL	Alabe Regulable 1 Clasificador, Motor	Overload	3	Recirculación de Material	DI	
809A	RDY	Alabe Regulable 1 Clasificador, Motor	Listo	3	Recirculación de Material	DI	
809A	ZS1	Alabe Regulable 1 Clasificador, Motor	Switch de Posición Inicio de Carrera	3	Recirculación de Material	DI	
809A	ZS2	Alabe Regulable 1 Clasificador, Motor	Switch de Posición Final de Carrera	3	Recirculación de Material	DI	
809B	OVL	Alabe Regulable 2 Clasificador, Motor	Overload	3	Recirculación de Material	DI	
809B	ZS1	Alabe Regulable 2 Clasificador, Motor	Switch de Posición Inicio de Carrera	3	Recirculación de Material	DI	
809B	ZS2	Alabe Regulable 2 Clasificador, Motor	Switch de Posición Final de Carrera	3	Recirculación de Material	DI	
809C	OVL	Alabe Regulable 3 Clasificador, Motor	Overload	3	Recirculación de Material	DI	
809C	ZS1	Alabe Regulable 3 Clasificador, Motor	Switch de Posición Inicio de Carrera	3	Recirculación de Material	DI	
809C	ZS2	Alabe Regulable 3 Clasificador, Motor	Switch de Posición Final de Carrera	3	Recirculación de Material	DI	
809D	OVL	Alabe Regulable 4 Clasificador, Motor	Overload	3	Recirculación de Material	DI	
809D	ZS1	Alabe Regulable 4 Clasificador, Motor	Switch de Posición Inicio de Carrera	3	Recirculación de Material	DI	
809D	ZS2	Alabe Regulable 4 Clasificador, Motor	Switch de Posición Final de Carrera	3	Recirculación de Material	DI	
809E	OVL	Alabe Regulable 5 Clasificador, Motor	Overload	3	Recirculación de Material	DI	
809E	ZS1	Alabe Regulable 5 Clasificador, Motor	Switch de Posición Inicio de Carrera	3	Recirculación de Material	DI	
809E	ZS2	Alabe Regulable 5 Clasificador, Motor	Switch de Posición Final de Carrera	3	Recirculación de Material	DI	
809F	OVL	Alabe Regulable 6 Clasificador, Motor	Overload	3	Recirculación de Material	DI	
809F	ZS1	Alabe Regulable 6 Clasificador, Motor	Switch de Posición Inicio de Carrera	3	Recirculación de Material	DI	
809F	ZS2	Alabe Regulable 6 Clasificador, Motor	Switch de Posición Final de Carrera	3	Recirculación de Material	DI	
809G	OVL	Alabe Regulable 7 Clasificador, Motor	Overload	3	Recirculación de Material	DI	
809G	ZS1	Alabe Regulable 7 Clasificador, Motor	Switch de Posición Inicio de Carrera	3	Recirculación de Material	DI	
809G	ZS2	Alabe Regulable 7 Clasificador, Motor	Switch de Posición Final de Carrera	3	Recirculación de Material	DI	
809H	OVL	Alabe Regulable 8 Clasificador, Motor	Overload	3	Recirculación de Material	DI	
809H	ZS1	Alabe Regulable 8 Clasificador, Motor	Switch de Posición Inicio de Carrera	3	Recirculación de Material	DI	
809H	ZS2	Alabe Regulable 8 Clasificador, Motor	Switch de Posición Final de Carrera	3	Recirculación de Material	DI	
809	FS	Reductor de Clasificador	Flujo de Agua Refrigeración Ok	3	Recirculación de Material	DI	
						DI_SPARE	
						DI_SPARE	
809A	CM D1	Alabe Regulable 1 Clasificador, Motor	Comando abrir alabe	3	Recirculación de Material	DO	
809A	CM D2	Alabe Regulable 1 Clasificador, Motor	Comando cerrar alabe	3	Recirculación de Material	DO	
809B	CM D1	Alabe Regulable 2 Clasificador, Motor	Comando abrir alabe	3	Recirculación de Material	DO	
809B	CM D2	Alabe Regulable 2 Clasificador, Motor	Comando cerrar alabe	3	Recirculación de Material	DO	
809C	CM D1	Alabe Regulable 3 Clasificador, Motor	Comando abrir alabe	3	Recirculación de Material	DO	
809C	CM D2	Alabe Regulable 3 Clasificador, Motor	Comando cerrar alabe	3	Recirculación de Material	DO	

809D	CM D1	Alabe Regulable 4 Clasificador, Motor	Comando abrir alabe	3	Recirculación de Material	DO	
809D	CM D2	Alabe Regulable 4 Clasificador, Motor	Comando cerrar alabe	3	Recirculación de Material	DO	
809E	CM D1	Alabe Regulable 5 Clasificador, Motor	Comando abrir alabe	3	Recirculación de Material	DO	
809E	CM D2	Alabe Regulable 5 Clasificador, Motor	Comando cerrar alabe	3	Recirculación de Material	DO	
809F	CM D1	Alabe Regulable 6 Clasificador, Motor	Comando abrir alabe	3	Recirculación de Material	DO	
809F	CM D2	Alabe Regulable 6 Clasificador, Motor	Comando cerrar alabe	3	Recirculación de Material	DO	
809G	CM D1	Alabe Regulable 7 Clasificador, Motor	Comando abrir alabe	3	Recirculación de Material	DO	
809G	CM D2	Alabe Regulable 7 Clasificador, Motor	Comando cerrar alabe	3	Recirculación de Material	DO	
809H	CM D1	Alabe Regulable 8 Clasificador, Motor	Comando abrir alabe	3	Recirculación de Material	DO	
809H	CM D2	Alabe Regulable 8 Clasificador, Motor	Comando cerrar alabe	3	Recirculación de Material	DO	
						DO_SPA RE	
						DO_SPA RE	
						DO_SPA RE	
						DO_SPA RE	
809- 1A	TI1	Clasificador, Motor	Temperatura Bobinado, Motor	3	Recirculación de Material	AI	
809- 1A	TI2	Clasificador, Motor	Temperatura Rodaje Posterior	3	Recirculación de Material	AI	
809- 1A	TI3	Clasificador, Motor	Temperatura Rodaje Delantero	3	Recirculación de Material	AI	
809- 1A	VI1	Clasificador, Motor	Vibración Rodaje Posterior	3	Recirculación de Material	AI	
809- 1A	VI2	Clasificador, Motor	Vibración Rodaje Delantero	3	Recirculación de Material	AI	
809	VI1	Reductor de Clasificador	Vibración Reductor acople motor	3	Recirculación de Material	AI	
809	VI2	Reductor de Clasificador	Vibración Reductor acople piñón	3	Recirculación de Material	AI	
809X	TI	Motor Clasificador, Arrancador de motor	Temperatura Aceite de Arrancador	3	Recirculación de Material	AI	
809A	ZI	Alabe Regulable 1 Clasificador	Posición de Alabes del Clasificador	3	Recirculación de Material	AI	
809B	ZI	Alabe Regulable 2 Clasificador	Posición de Alabes del Clasificador	3	Recirculación de Material	AI	
809C	ZI	Alabe Regulable 3 Clasificador	Posición de Alabes del Clasificador	3	Recirculación de Material	AI	
809D	ZI	Alabe Regulable 4 Clasificador	Posición de Alabes del Clasificador	3	Recirculación de Material	AI	
809E	ZI	Alabe Regulable 5 Clasificador	Posición de Alabes del Clasificador	3	Recirculación de Material	AI	
809F	ZI	Alabe Regulable 6 Clasificador	Posición de Alabes del Clasificador	3	Recirculación de Material	AI	
809G	ZI	Alabe Regulable 7 Clasificador	Posición de Alabes del Clasificador	3	Recirculación de Material	AI	
809H	ZI	Alabe Regulable 8 Clasificador	Posición de Alabes del Clasificador	3	Recirculación de Material	AI	
						AI_SPA RE	
						AI_SPA RE	



ANEXO 05
AREA 800 FILTRO PRINCIPAL –
SEÑALES DIGITALES/ SEÑALES
ANALOGICAS

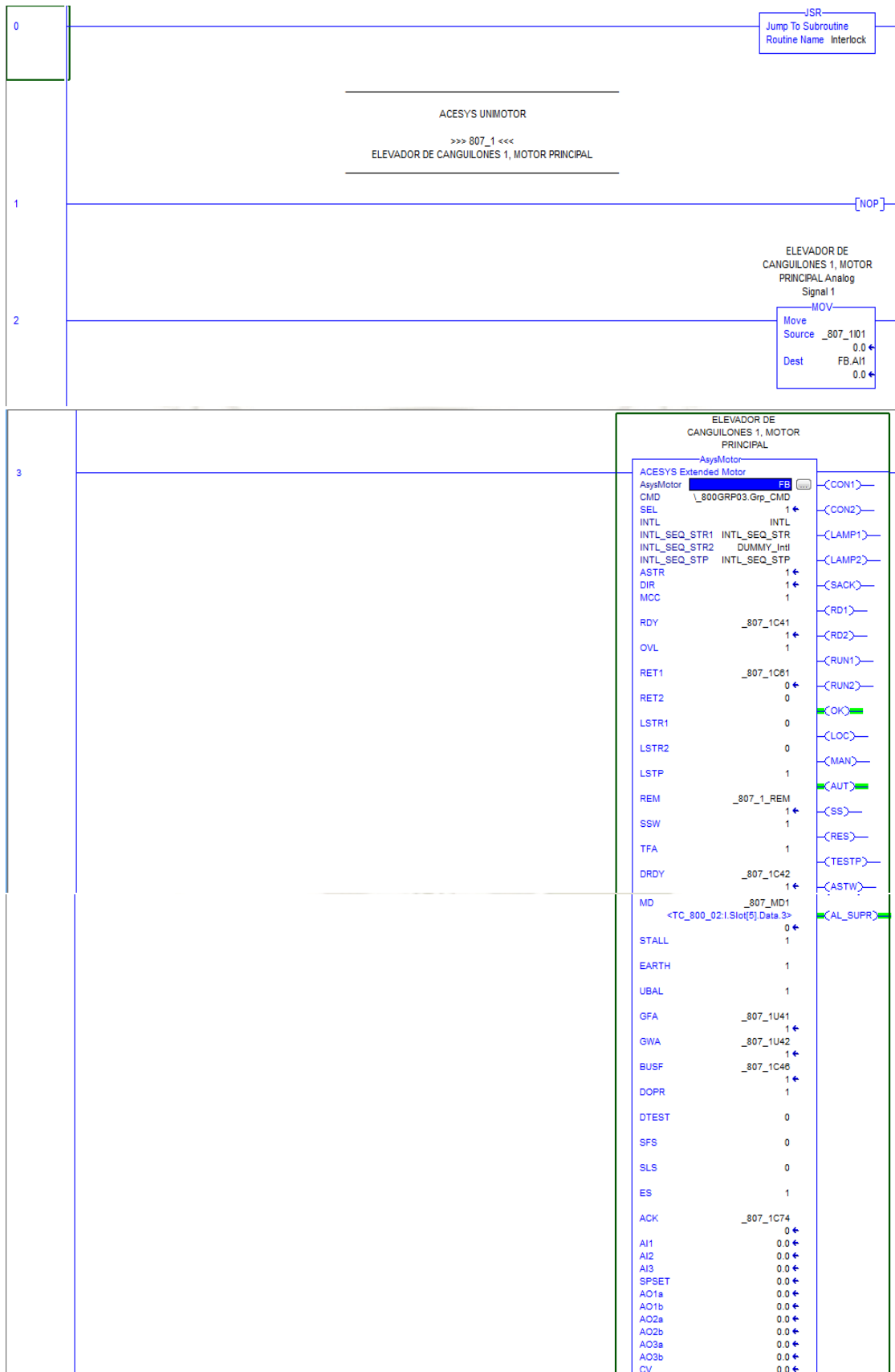
ID EQUIPO	SUB COD E	EQUIPO	DESCRIPCIÓN	ID GRUPO	NOMBRE DE GRUPO		TEMPL ATE
811	PS	Filtro Principal	Presión Aire Comprimido Ok	3	Recirculación de Material	DI	
812	PS	Filtro Auxiliar	Presión Aire Comprimido Ok	3	Recirculación de Material	DI	
						DI_SPARE	
						DI_SPARE	
800	BAL2	Molienda de cemento	Baliza 2	4	Molino 2	DO	
800	SIR2	Molienda de cemento	Sirena 2	4	Molino 2	DO	
811	CMD 1A	Filtro Principal	Electroválvula de Apertura Cámara 01	3	Recirculación de Material	DO	
811	CMD 2A	Filtro Principal	Electroválvula de Apertura Cámara 02	3	Recirculación de Material	DO	
811	CMD 3A	Filtro Principal	Electroválvula de Apertura Cámara 03	3	Recirculación de Material	DO	
811	CMD 4A	Filtro Principal	Electroválvula de Apertura Cámara 04	3	Recirculación de Material	DO	
811	CMD 5A	Filtro Principal	Electroválvula de Apertura Cámara 05	3	Recirculación de Material	DO	
811	CMD 1B	Filtro Principal	Solenoides de Limpieza Cámara 01	3	Recirculación de Material	DO	
811	CMD 2B	Filtro Principal	Solenoides de Limpieza Cámara 02	3	Recirculación de Material	DO	
811	CMD 3B	Filtro Principal	Solenoides de Limpieza Cámara 03	3	Recirculación de Material	DO	
811	CMD 4B	Filtro Principal	Solenoides de Limpieza Cámara 04	3	Recirculación de Material	DO	
811	CMD 5B	Filtro Principal	Solenoides de Limpieza Cámara 05	3	Recirculación de Material	DO	
812	CMD 1A	Filtro Auxiliar	Electroválvula de Apertura Cámara 01	3	Recirculación de Material	DO	
812	CMD 2A	Filtro Auxiliar	Electroválvula de Apertura Cámara 02	3	Recirculación de Material	DO	
812	CMD 3A	Filtro Auxiliar	Electroválvula de Apertura Cámara 03	3	Recirculación de Material	DO	
812	CMD 4A	Filtro Auxiliar	Electroválvula de Apertura Cámara 04	3	Recirculación de Material	DO	
812	CMD 1B	Filtro Auxiliar	Solenoides de Limpieza Cámara 01	3	Recirculación de Material	DO	
812	CMD 2B	Filtro Auxiliar	Solenoides de Limpieza Cámara 02	3	Recirculación de Material	DO	
812	CMD 3B	Filtro Auxiliar	Solenoides de Limpieza Cámara 03	3	Recirculación de Material	DO	
812	CMD 4B	Filtro Auxiliar	Solenoides de Limpieza Cámara 04	3	Recirculación de Material	DO	
						DO_SPARE	
						DO_SPARE	
						DO_SPARE	
						DO_SPARE	
800	PI1	Molienda de cemento	Presión de Aire Comprimido en Silos	2	Transporte a Silos	AI	
800	PI2	Molienda de cemento	Presión de Aire Comprimido en Filtros	3	Recirculación de Material	AI	
800	PI3	Molienda de cemento	Presión de Agua de Refrigeración	4	Molino 2	AI	
806	PI1	Molino de Cemento 2	Presión Salida de Molino	4	Molino 2	AI	
810	TI1	Canaleta Aerodeslizante Salida Clasificador	Temperatura Descarga a Canaleta 810	2	Transporte a Silos	AI	
811	TI1	Filtro Principal	Temperatura Delante del Filtro Principal	3	Recirculación de Material	AI	
811	PDII	Filtro Principal	Presión Diferencial Filtro Principal	3	Recirculación de Material	AI	

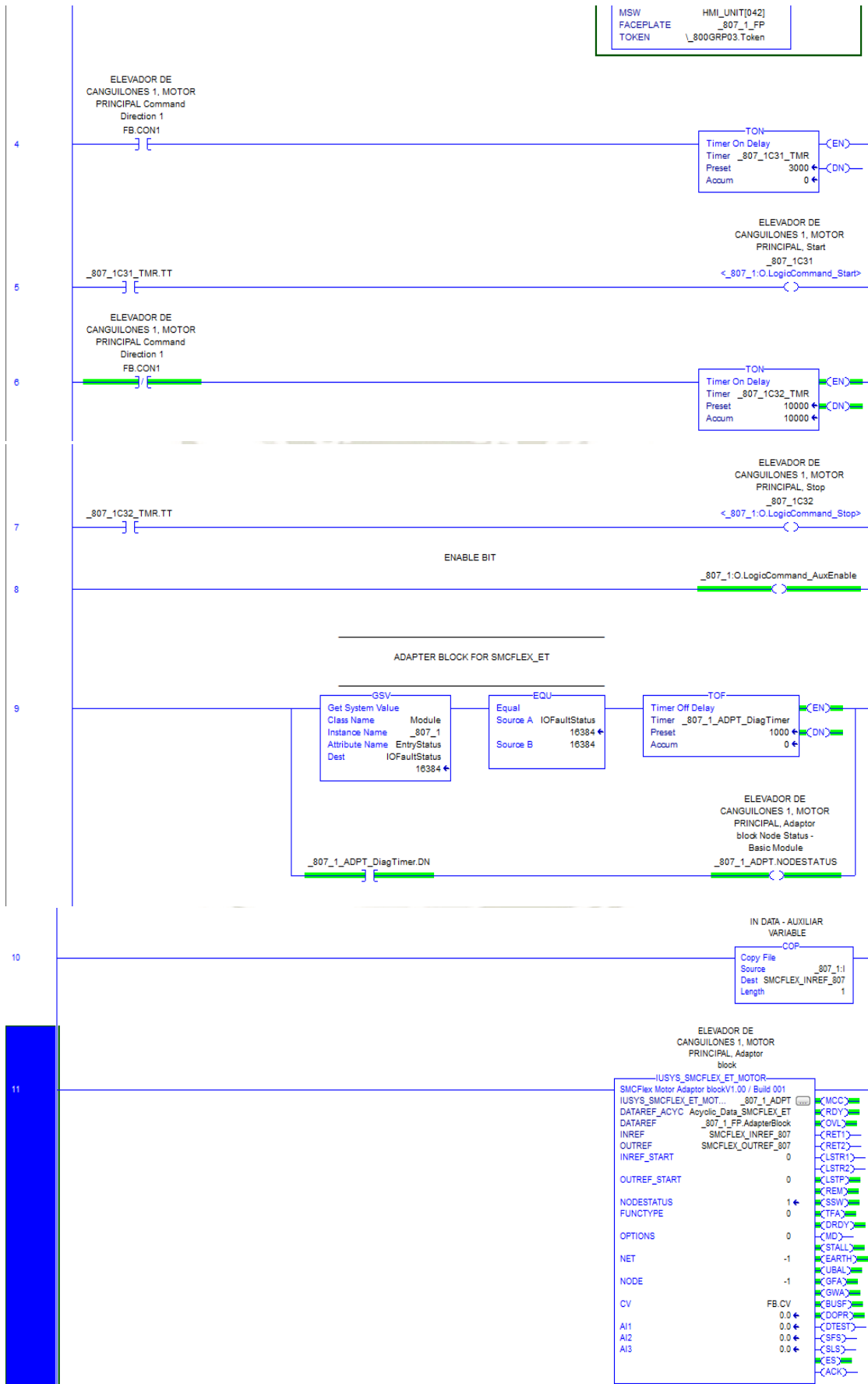
812	PDI1	Filtro Auxiliar	Presión Diferencial Filtro Auxiliar	3	Recirculación de Material	AI	
811C	ZI	Compuerta Reguladora de Ventilador de FP	Feedback de Posición	3	Recirculación de Material	AI	

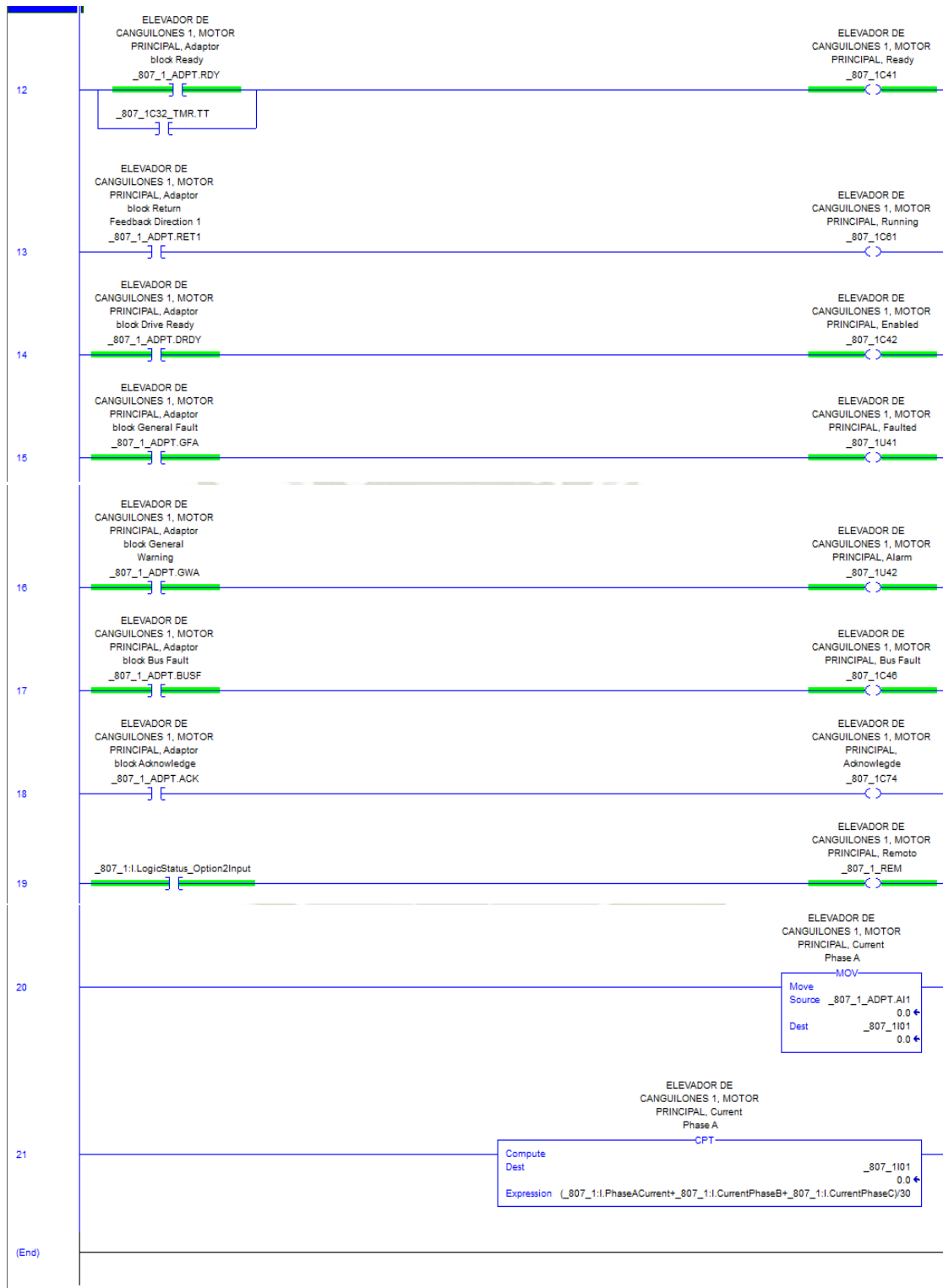




ANEXO 06
RUTINA DE CONTROL – EJEMPLO 1

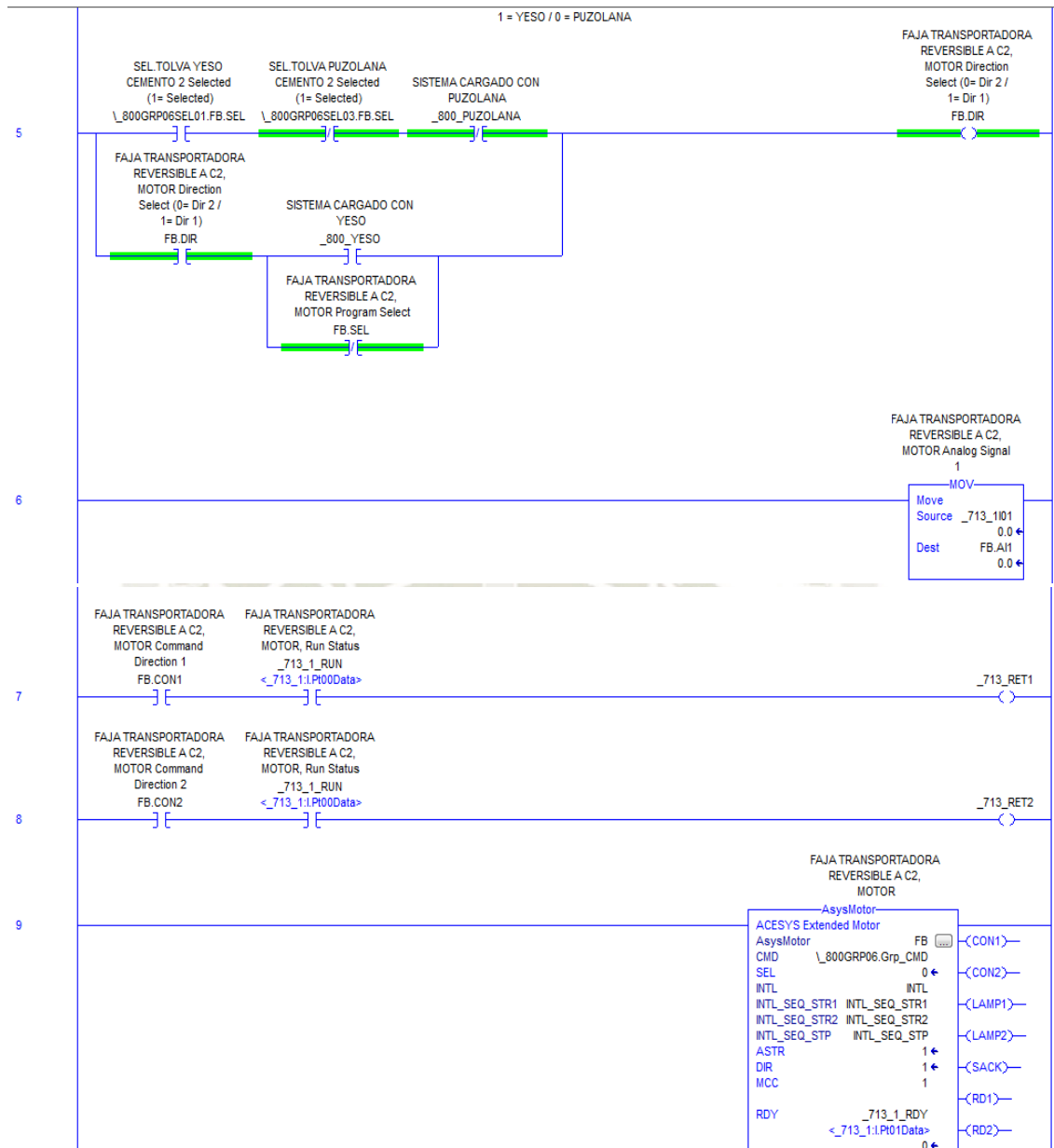






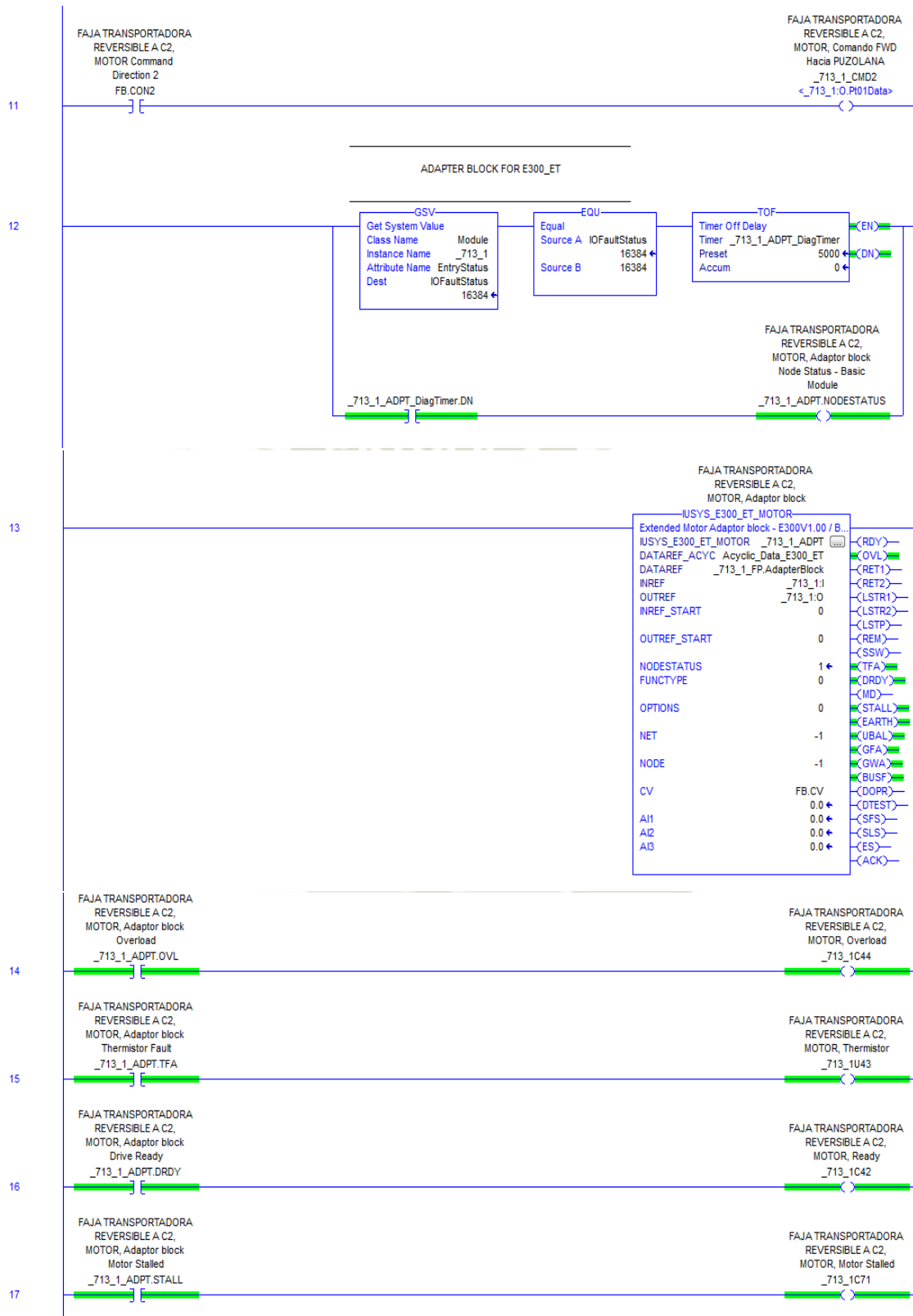


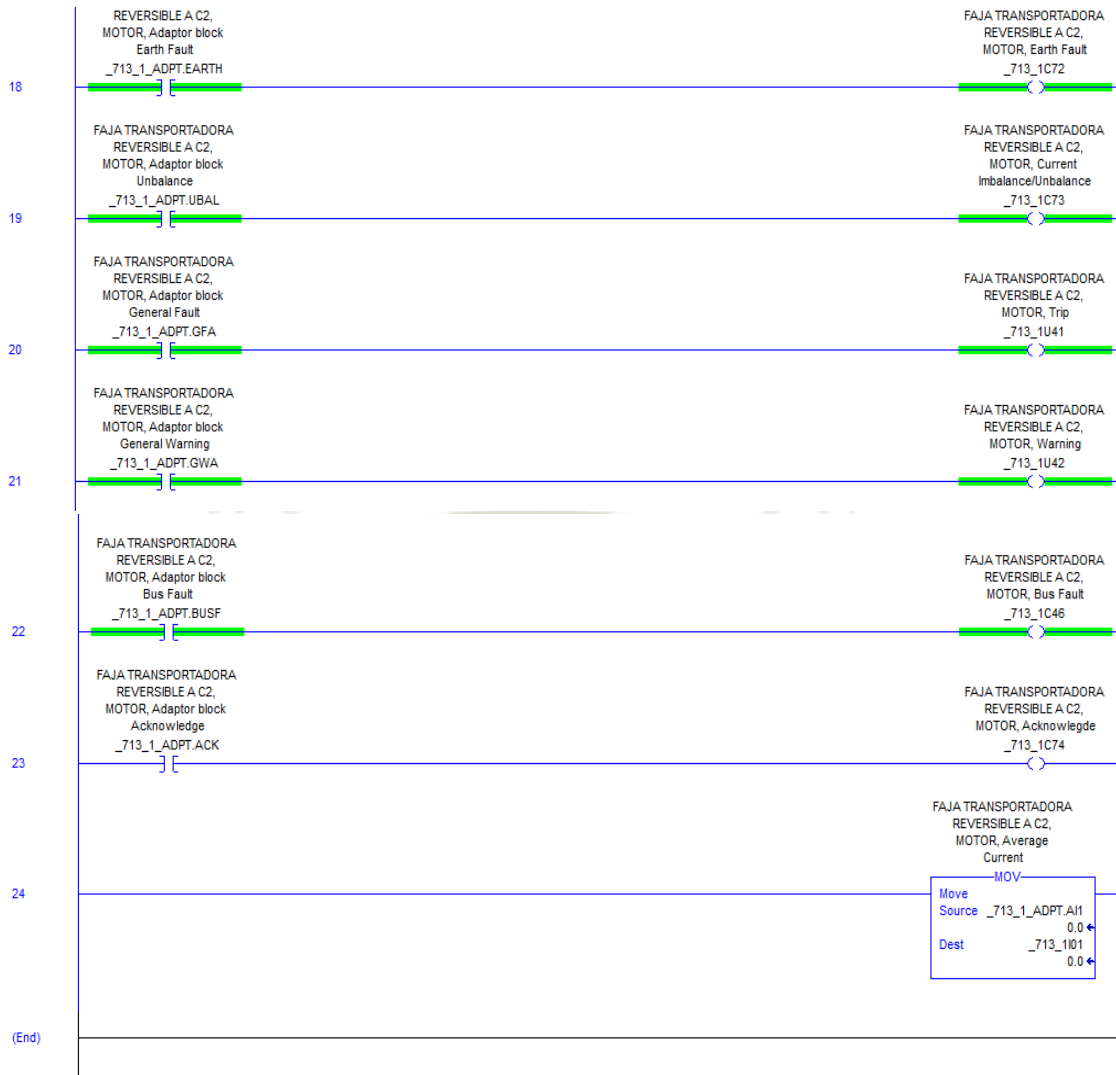
ANEXO 07
RUTINA DE CONTROL – EJEMPLO 2



	<p>OVL _713_1C44 1 ←</p> <p>RET1 _713_RET1 0 ←</p> <p>RET2 _713_RET2 0 ←</p> <p>LSTR1 0 0 ←</p> <p>LSTR2 0 0 ←</p> <p>LSTP 1 1 ←</p> <p>REM _713_1_AUTO <_713_1:PI03Data> 0 ←</p> <p>SSW _713_1_HSS <_713_1:PI02Data> 0 ←</p> <p>TFA _713_1U43 1 ←</p> <p>DRDY _713_1C42 1 ←</p> <p>MD _713_MD <TC_700_01:Slot[7].Data.1> 0 ←</p> <p>STALL _713_1C71 1 ←</p> <p>EARTH _713_1C72 1 ←</p> <p>UBAL _713_1C73 1 ←</p> <p>GFA _713_1U41 1 ←</p> <p>GWA _713_1U42 1 ←</p> <p>BUSF _713_1C46 1 ←</p>	<p><RUN1></p> <p><RUN2></p> <p><OK></p> <p><LOC></p> <p><MAN></p> <p><AUT></p> <p><SS></p> <p><RES></p> <p><TESTP></p> <p><ASTW></p> <p><AL_SUPR></p>
	<p>DOPR 1</p> <p>DTEST 0</p> <p>SFS 1</p> <p>SLS 0</p> <p>ES 1</p> <p>ACK _713_1C74 0 ←</p> <p>AI1 0.0 ←</p> <p>AI2 0.0 ←</p> <p>AI3 0.0 ←</p> <p>SPSET 0.0 ←</p> <p>AO1a 0.0 ←</p> <p>AO1b 0.0 ←</p> <p>AO2a 0.0 ←</p> <p>AO2b 0.0 ←</p> <p>AO3a 0.0 ←</p> <p>AO3b 0.0 ←</p> <p>CV 0.0 ←</p> <p>MSW HMI_UNIT[072]</p> <p>FACEPLATE _713_1_FP</p> <p>TOKEN _800GRP06.Token</p>	
<p>FAJA TRANSPORTADORA REVERSIBLE A C2, MOTOR Command Direction 1 FB.CON1</p>		<p>FAJA TRANSPORTADORA REVERSIBLE A C2, MOTOR, Comando REV Hacia YESO _713_1_CMD1 <_713_1:O.PI02Data></p>

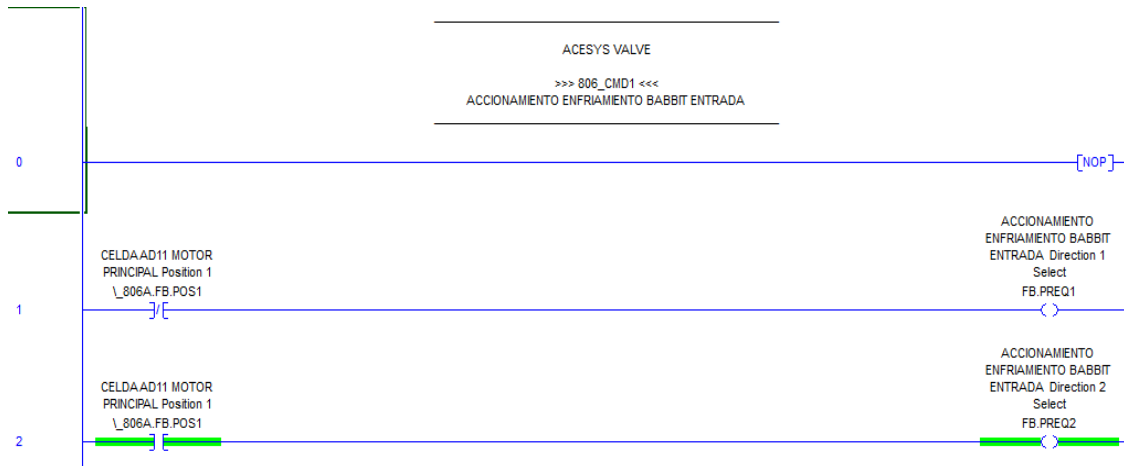








ANEXO 08
RUTINA DE CONTROL _EJEMPLO 3



3

ACCIONAMIENTO
ENFRIAMIENTO BABBIT
ENTRADA

-AsysValve-		
ACESYS Extended Valve		
AsysValve	FB	(CON1)
CMD	_800GRP04.Grp_CMD	
SEL	1	(CON2)
INTL		
INTL_SEQ_STR1	INTL_SEQ_STR1	(CON3)
INTL_SEQ_STR2	INTL_SEQ_STR2	
INTL_SEQ_STR3	INTL_SEQ_STR3	(LAMP1)
INTL_SEQ_STP	INTL_SEQ_STP	
PREQ1	0	(LAMP2)
PREQ2	1	
PREQ3	0	(LAMP3)
INCR	0	
RDY	1	(SACK)
OVL	1	(POS1)
LSP1	0	(POS2)
LSP2	0	(POS3)
LSP3	0	(OK)
LSTR1	0	(LOC)
LSTR2	0	(MAN)
LSTR3	0	(AUT)
REM	1	(SS)
SSW	1	(RES)
DRDY	1	(TESTP)
GFA	1	(ASTW)
GWA	1	(AL_SUPR)
BUSF	1	
ACK	0	
UTEST	0	
AH1	0	
AH2	0	
AH3	0	
AO1a	0	
AO1b	0	
AO2a	0	
AO2b	0	
AO3a	0	
AO3b	0	
MSW	HML_UNIT[054]	
FACEPLATE	_806_CMD1_FP	
TOKEN	_800GRP04.Token	

ACCIONAMIENTO
ENFRIAMIENTO BABBIT
ENTRADA Command
Direction 1
FB.CON1

ACCIONAMIENTO
ENFRIAMIENTO BABBIT
ENTRADA, Comando de
Enfriamiento Babbit
Entrada
_806_CMD1_CMD
<TC_800_02:O.Slot[10].Data.2>

4

ACCIONAMIENTO
ENFRIAMIENTO BABBIT
ENTRADA Command
Direction 2
FB.CON2

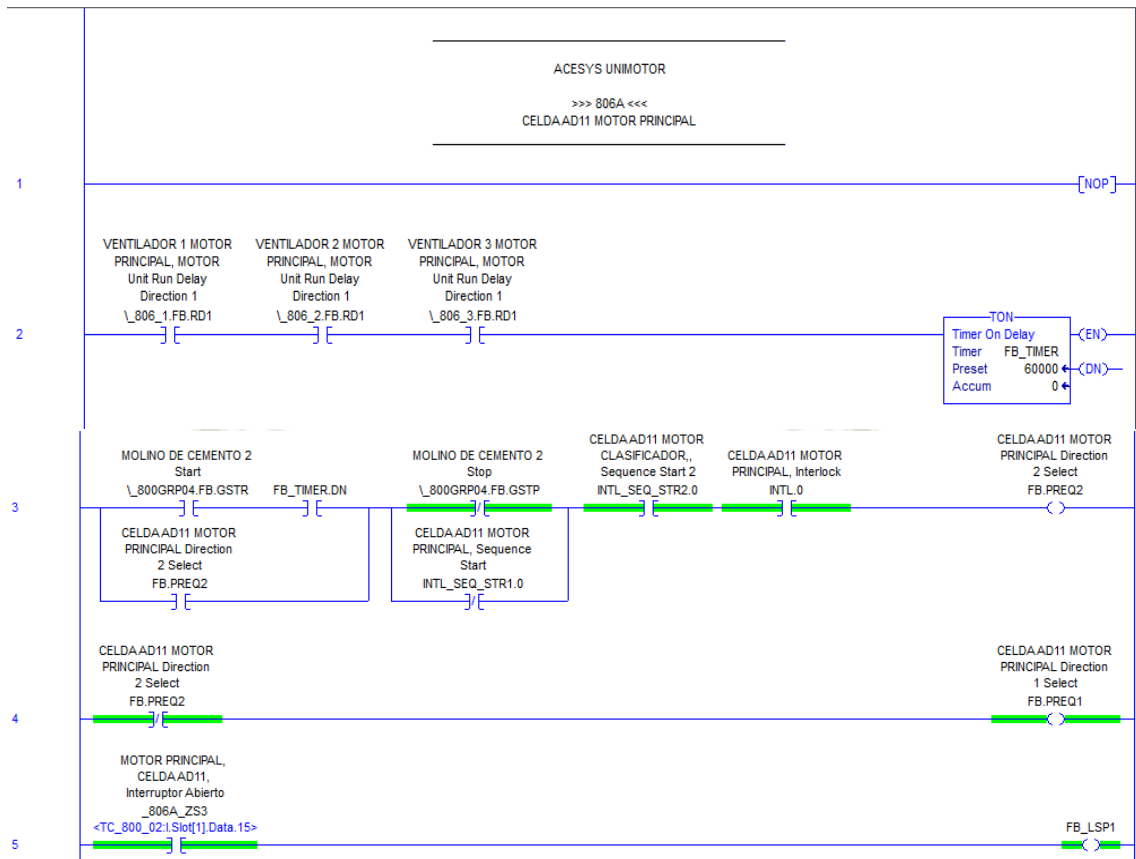
Dummy boolean
variable
DUMMYBOOL

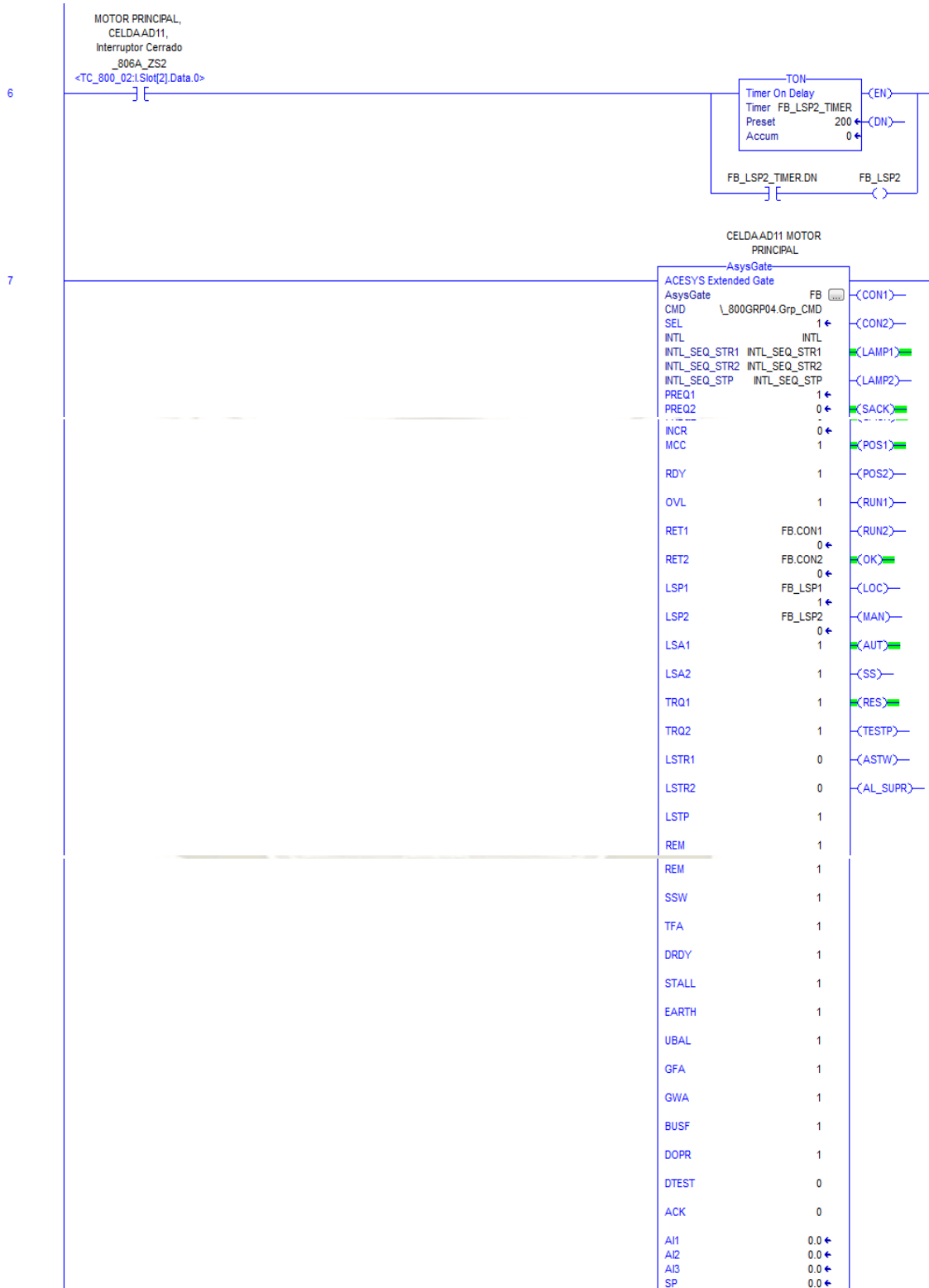
5

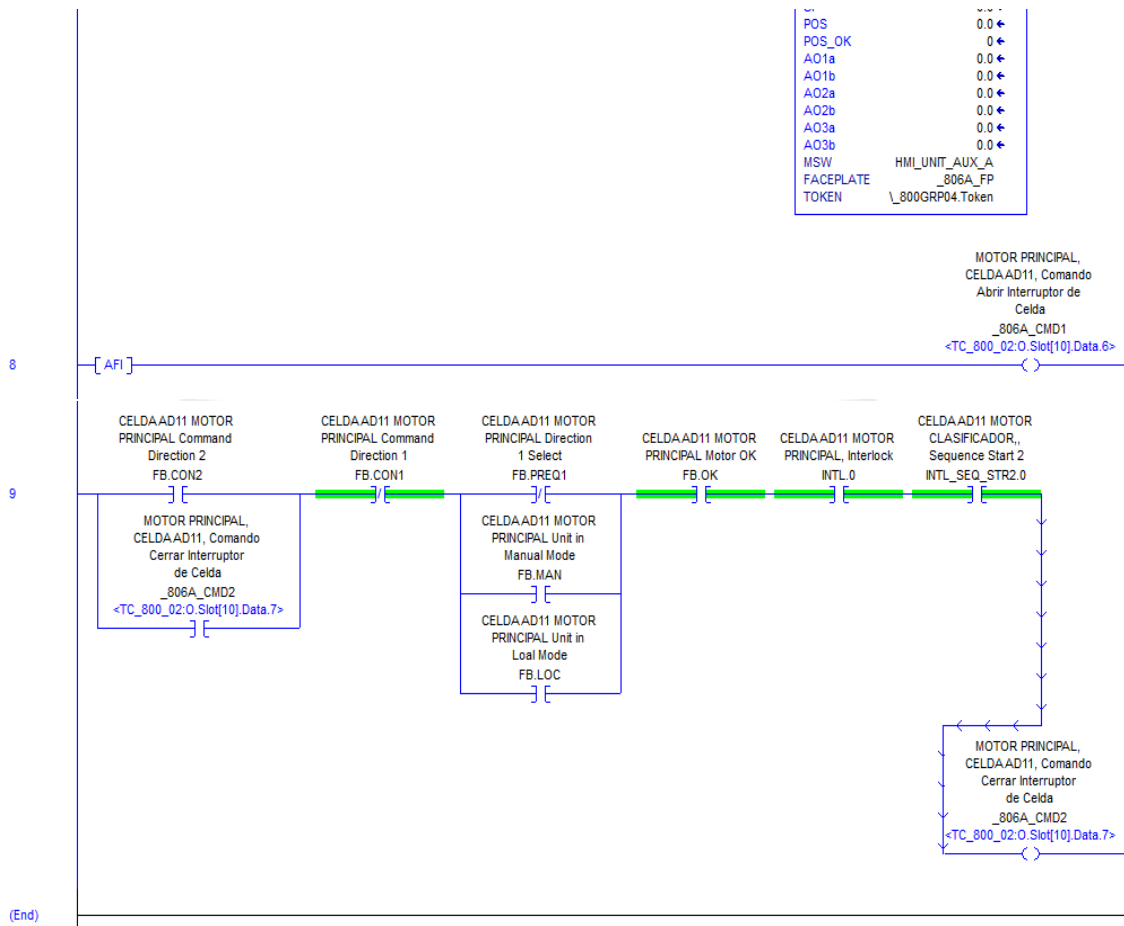
(End)



ANEXO 09
RUTINA DE CONTROL_ EJEMPLO 4



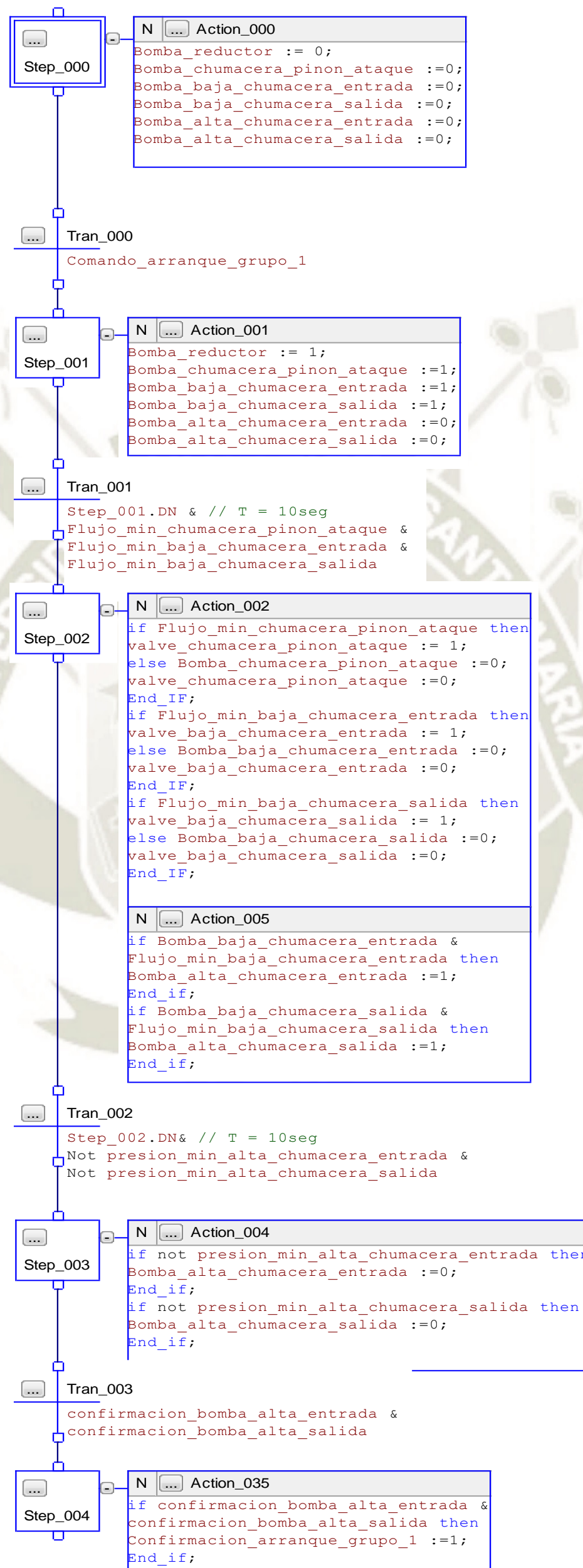




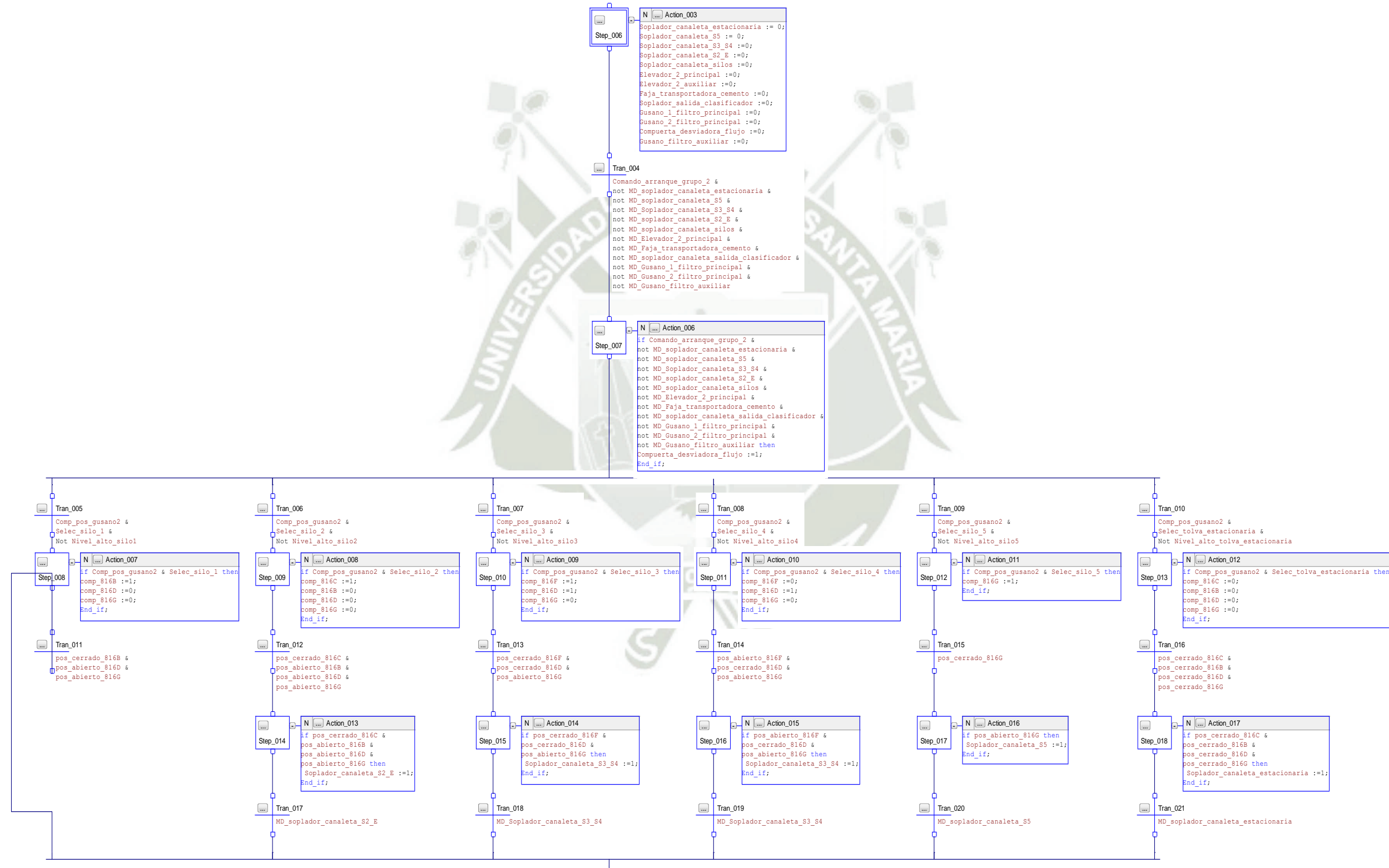


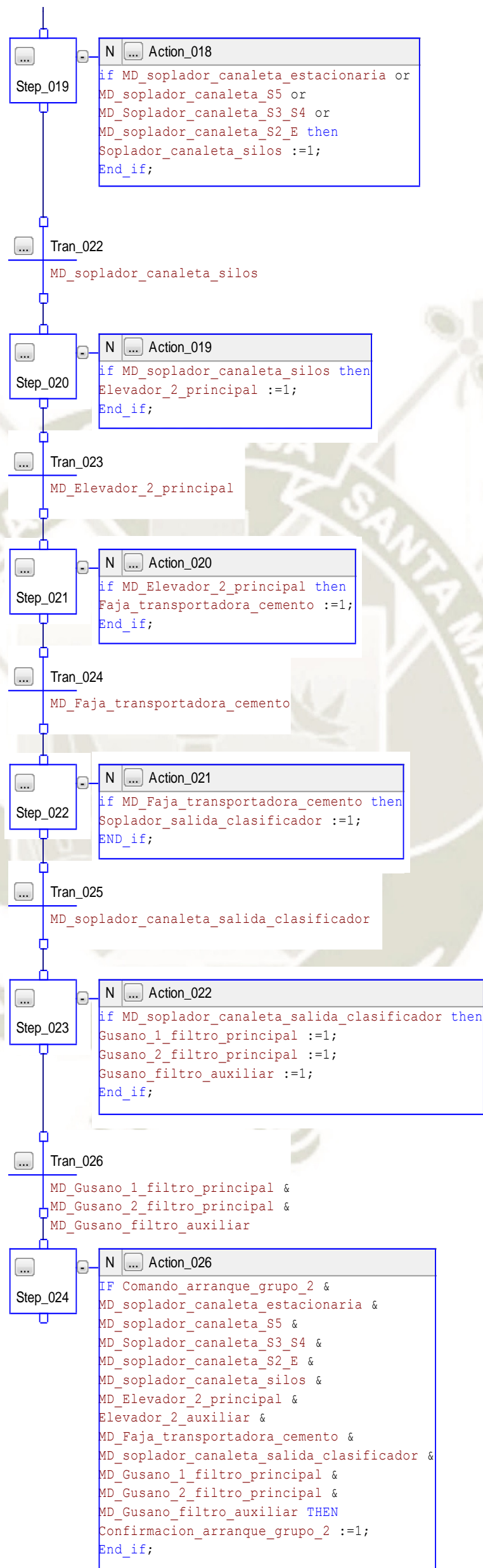
ANEXO 10
RUTINA DE CONTROL
GRAF CET

GRUPO 1 – LUBRICACION DEL MOLINO

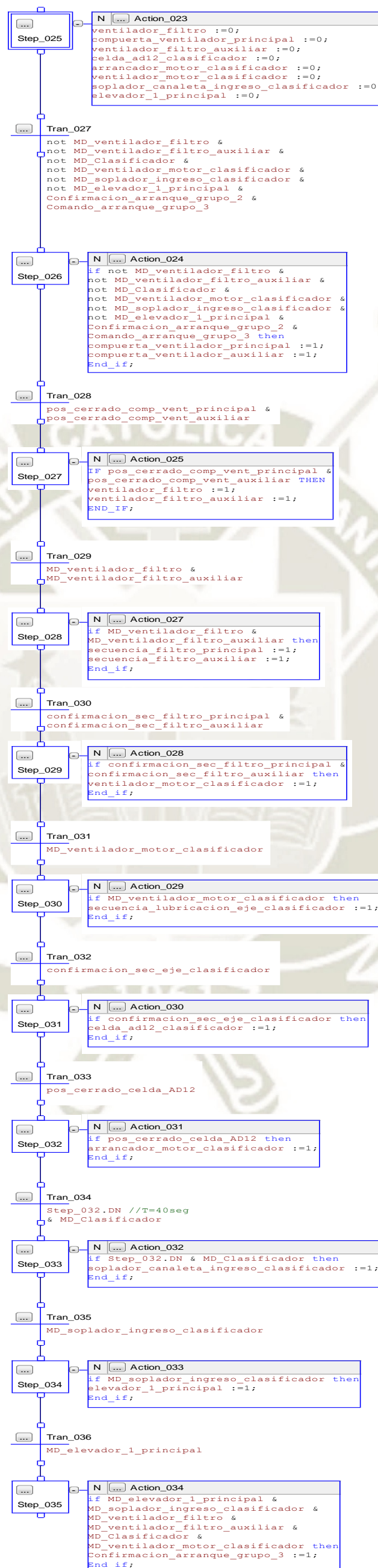


GRUPO 2 – TRANSPORTE DE CEMENTO A SILOS

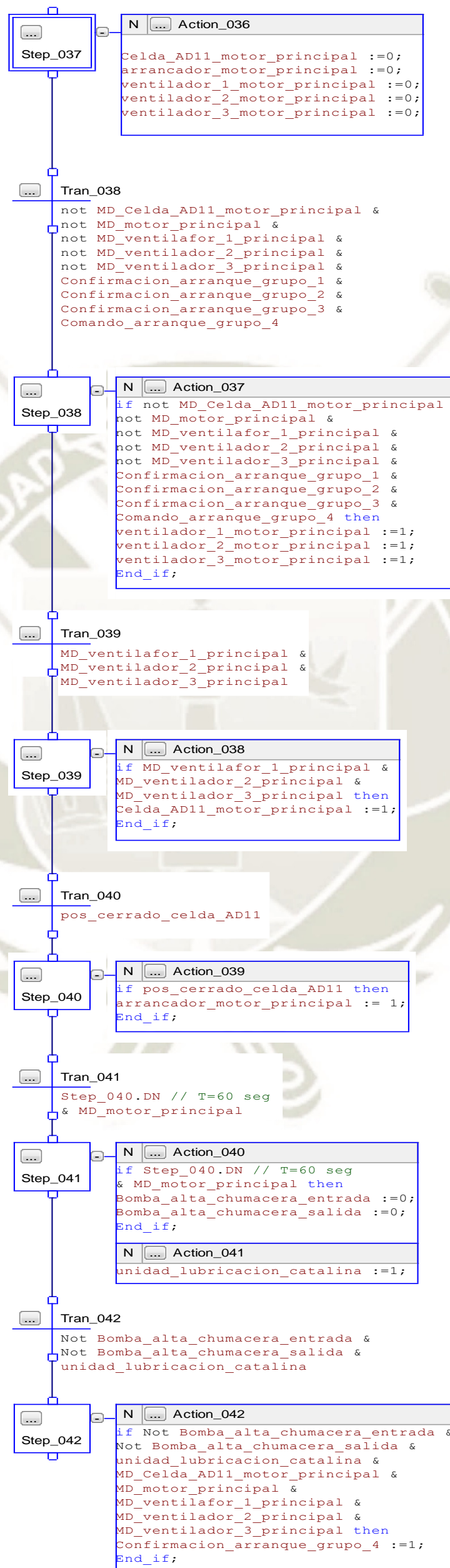




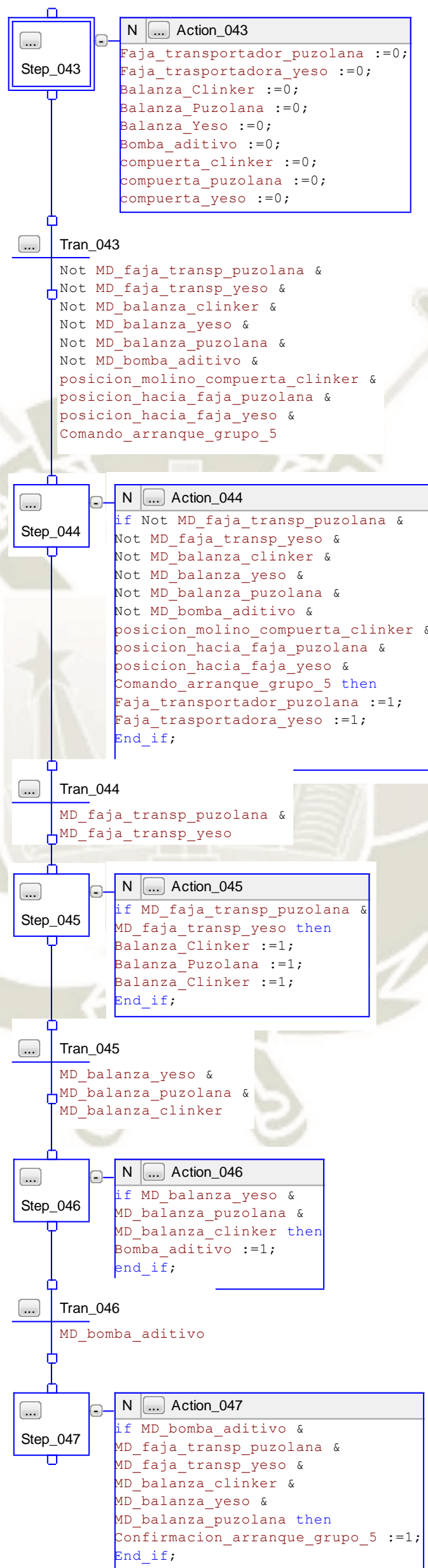
GRUPO 3 – RECIRCULACIÓN DE MATERIAL



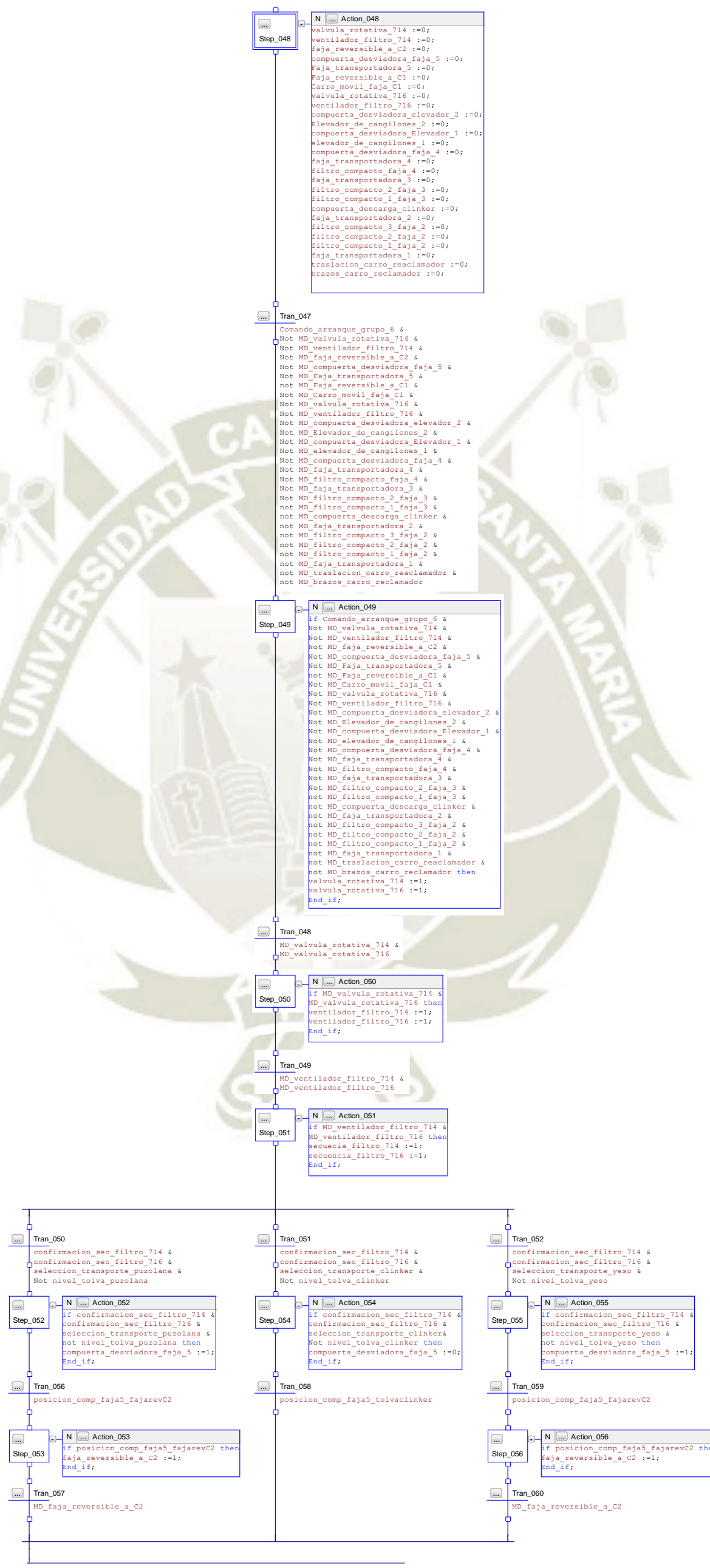
GRUPO 4 – MOLINO

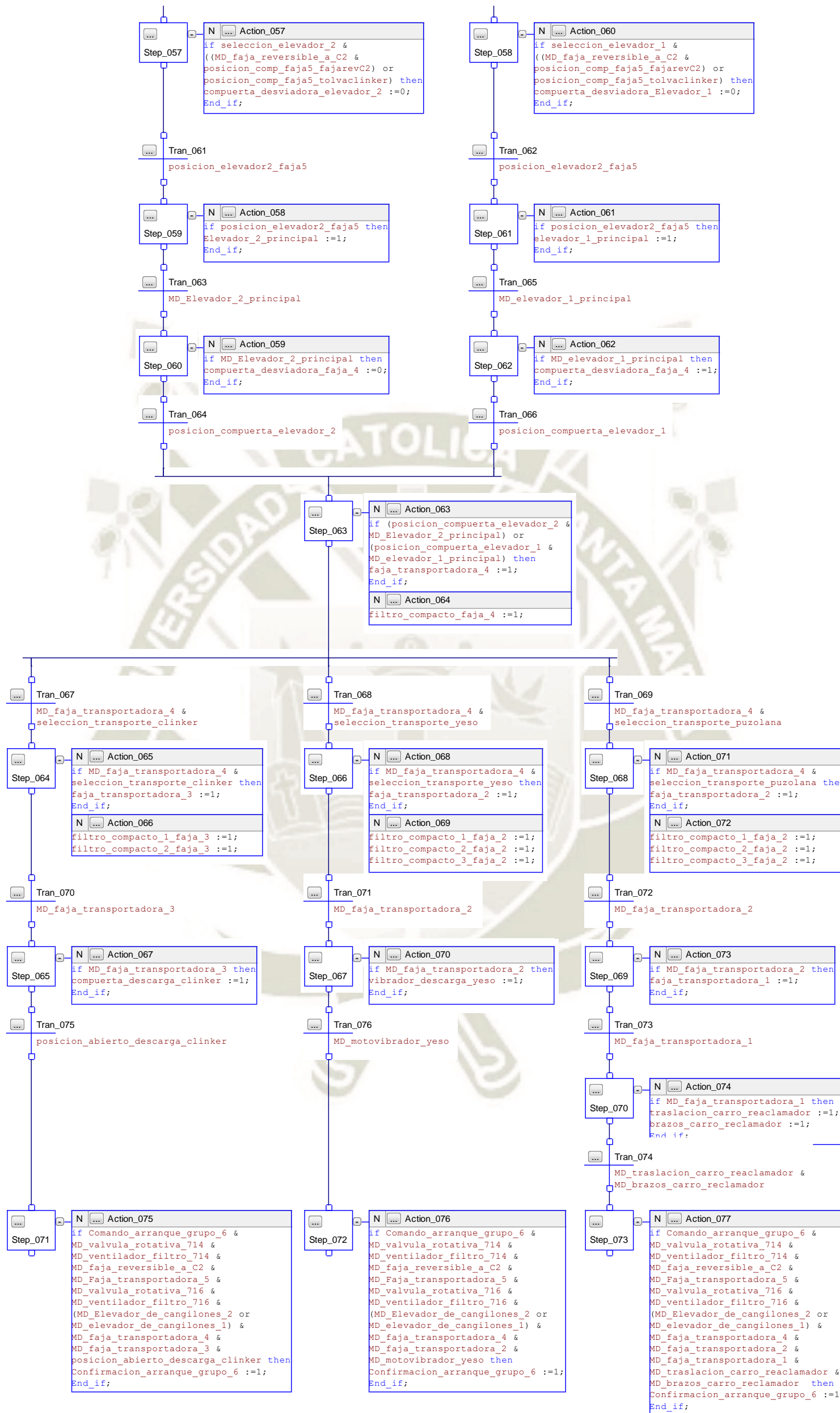



GRUPO 5 – ALIMENTACIÓN AL MOLINO



GRUPO 6 – TRANSPORTE DE MATERIAS PRIMAS





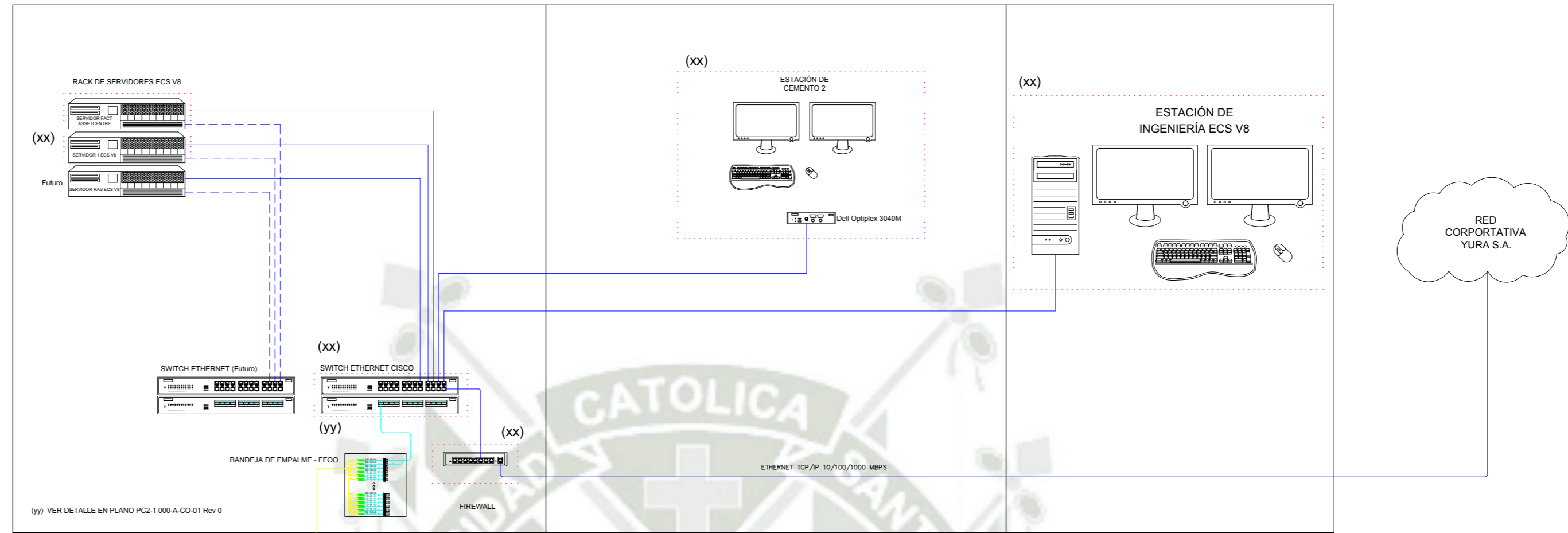


ANEXO 11
PLANO ARQUITECTURA DE
CONTROL

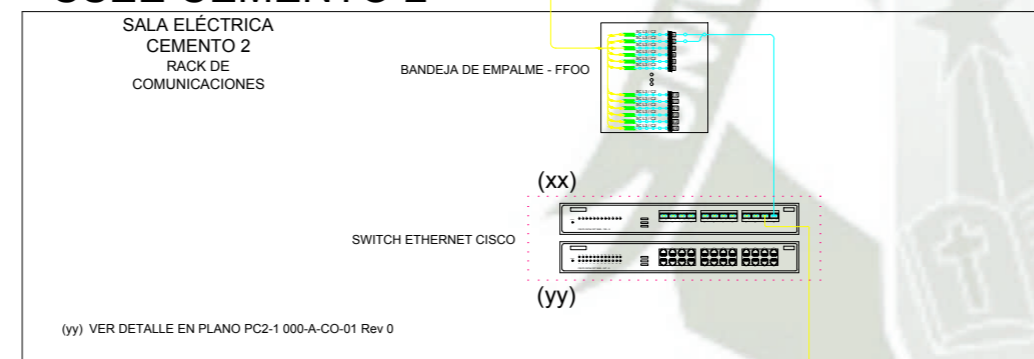
RACK DE SERVIDORES

ESTACION CLIENTE DE OPERACION

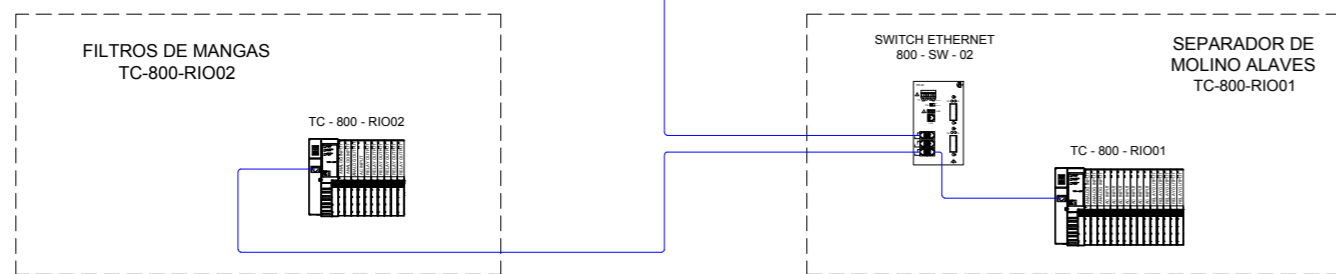
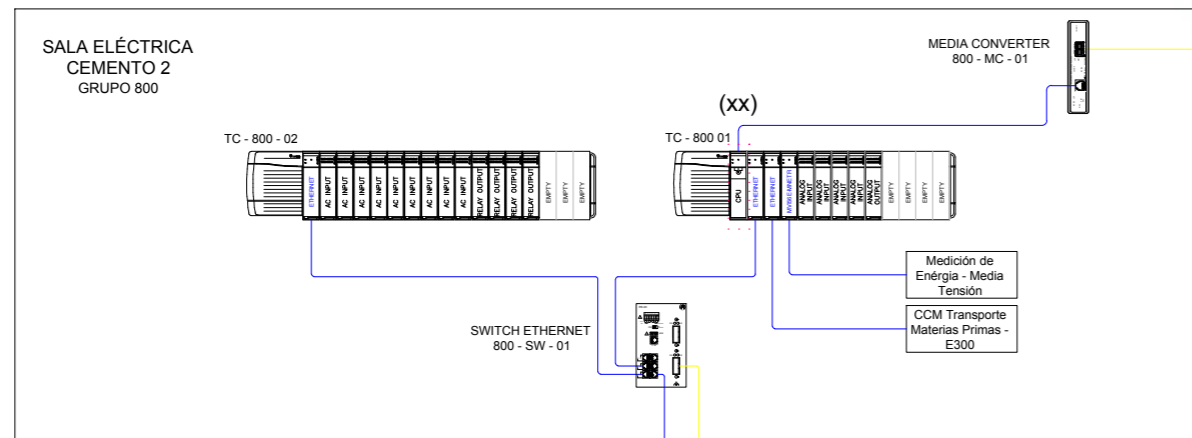
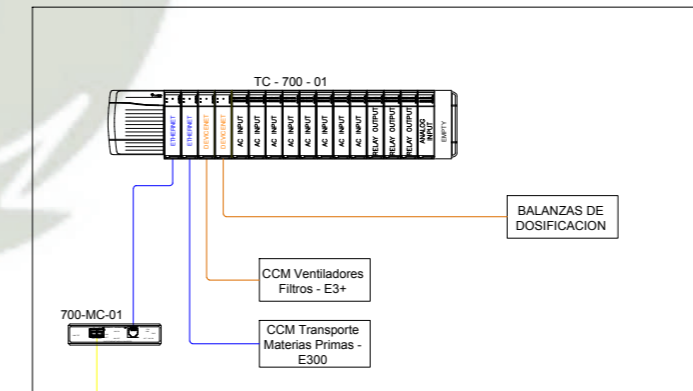
OFICINA DE INGENIERIA



SSEE CEMENTO 2



SALA ELÉCTRICA TRANPORTE DE MATERIAS PRIMAS GRUPO 700



LEYENDA

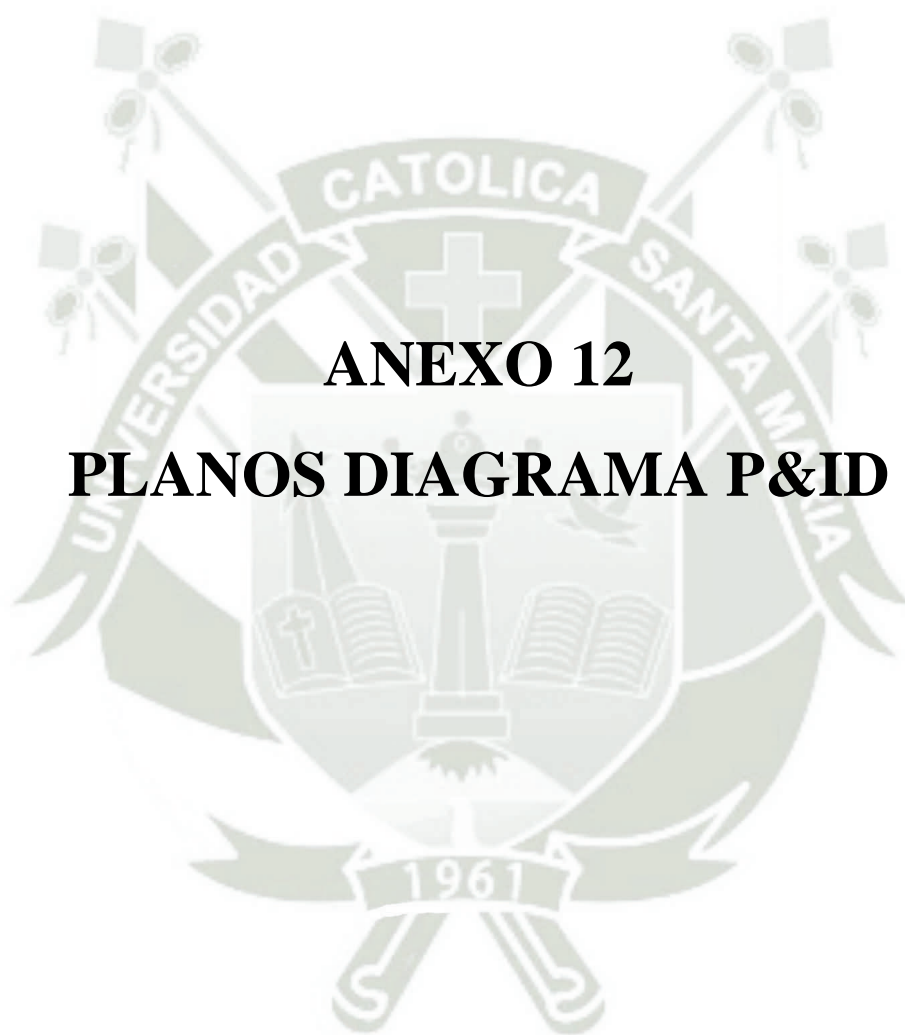
- SEÑAL KVM SOBRE CABLE ETHERNET
 - ETHERNET (RJ45 CAT 5 CABLE)
 - ETHERNET SOBRE FIBRA ÓPTICA
 - CABLE CONTROLNET
 - CABLE DEVICENET
 - CABLE MODBUS RTU
- (xx) EQUIPOS A SER SUMINISTRADOS Y CONSIDERADOS POR EL PROVEEDOR

REV.	FECHA	DIS.	REV.	PLANO N°	REFERENCIA	Formato: A2	NOMBRE	FECHA

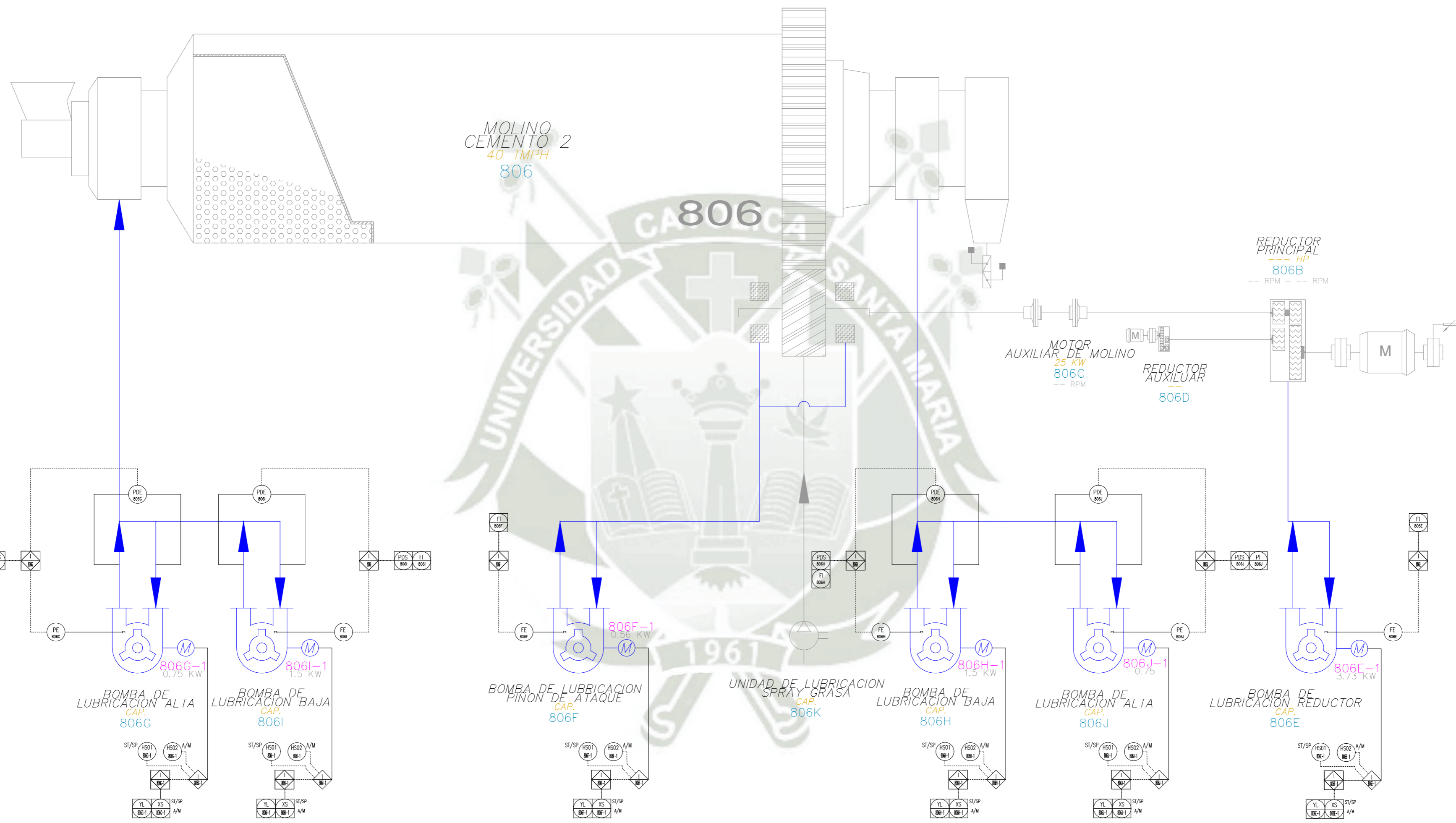
DISEÑADO	AUTOMATIZACION	18/11/2018
DIBUJADO	AUTOMATIZACION	18/11/2018
REVISADO	Y. MOSCOSO	27/11/2018
APROBADO	Y. MOSCOSO	27/11/2018

PROYECTO CEMENTO
ARQUITECTURA DE CONTROL Y COMUNICACIONES
CEMENTO 2

N° PLANO:
PC2-1 000-A-AC-01 Rev 0
= AC
FOLIO 01



ANEXO 12
PLANOS DIAGRAMA P&ID



SISTEMA DE LUBRICACION CHUMACERA ENTRADA

SISTEMA DE LUBRICACION CHUMACERA PIÑON DE ATAQUE

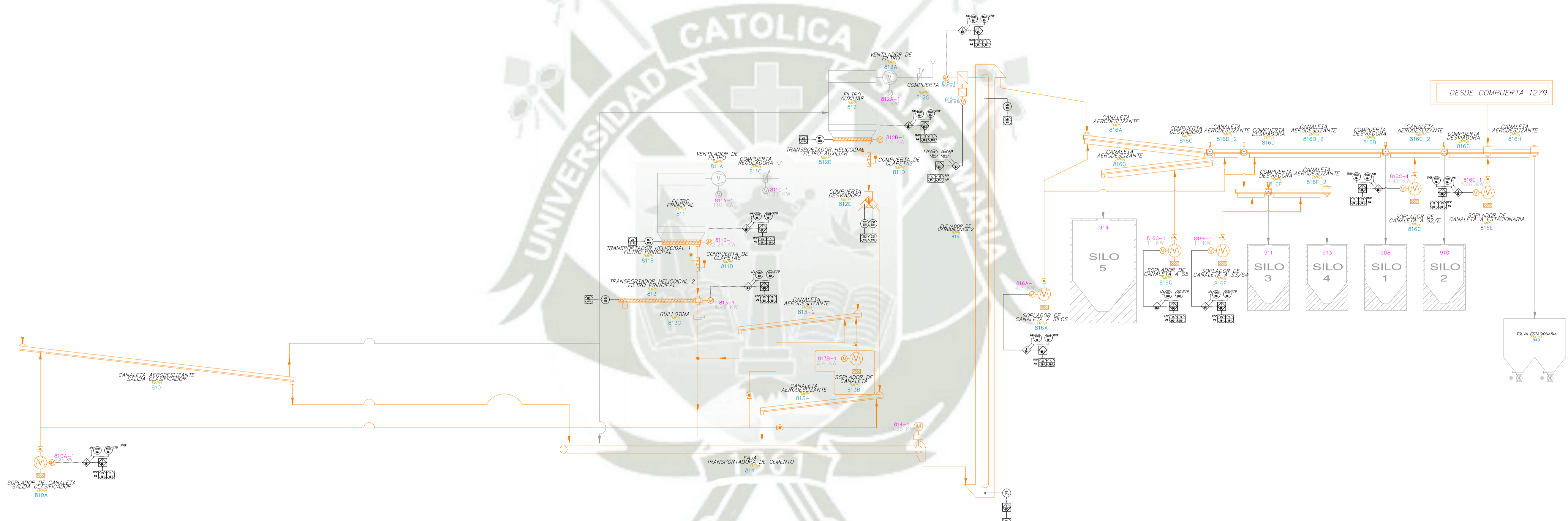
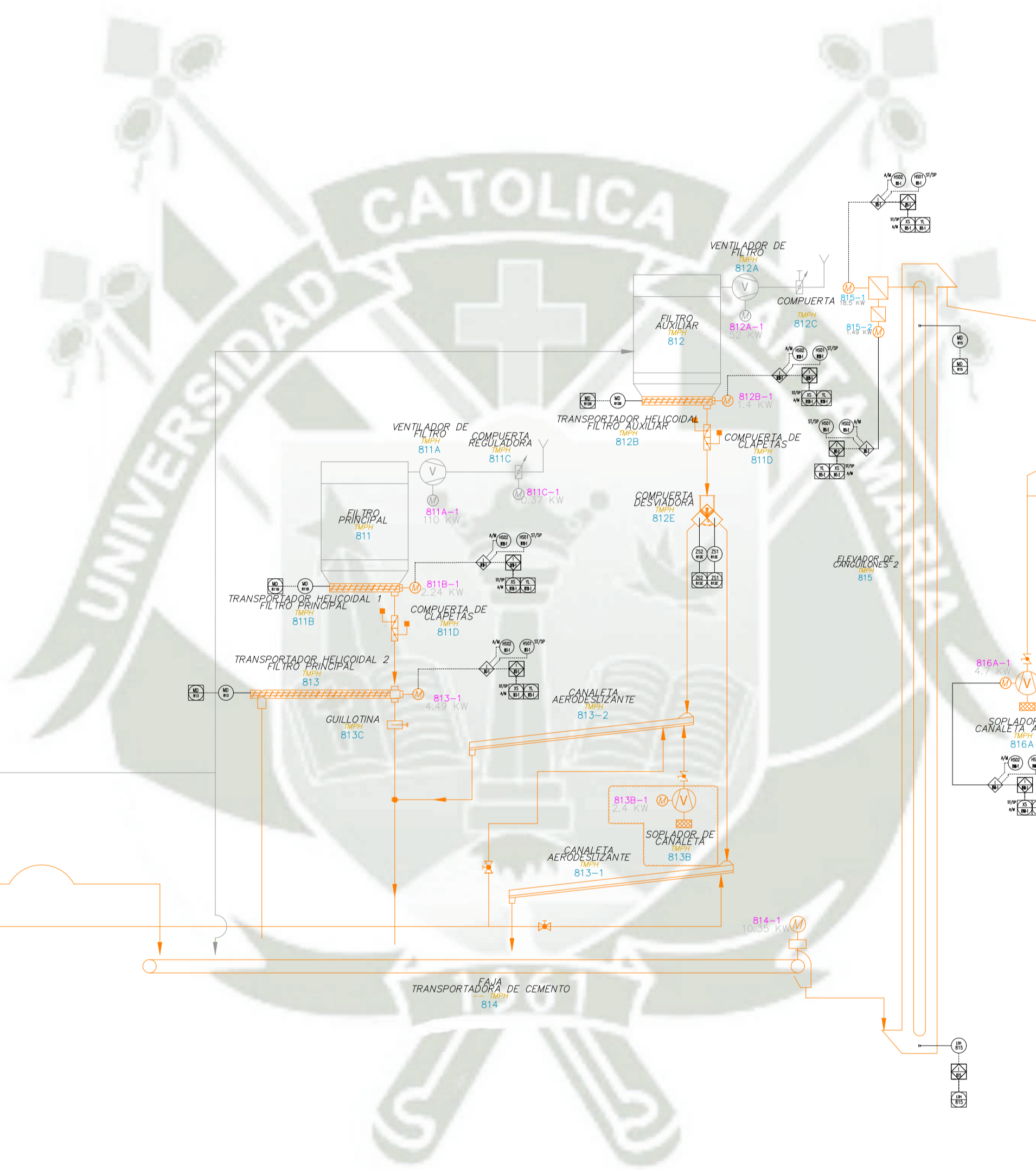
SISTEMA DE LUBRICACION CHUMACERA SALIDA

SISTEMA DE LUBRICACION REDUCTOR PRINCIPAL

REV	FECHA	DIS.	REV.	PLANO N°	REFERENCIA

DISEÑADO	V. ZAMUDIO	18/11/2018
DIBUJADO	V. ZAMUDIO	18/11/2018
REVISADO	Y. MOSCOSO	27/11/2018
APROBADO	Y. MOSCOSO	27/11/2018
Formato:	A2	NOMBRE FECHA

PROYECTO CEMENTO 2		N° PLANO:	PC2-1 000-A-P&ID-01 Rev 0
PLANOS DE INSTRUMENTACIÓN P&ID		= AC	FOLIO 01
CEMENTO 2		+	02

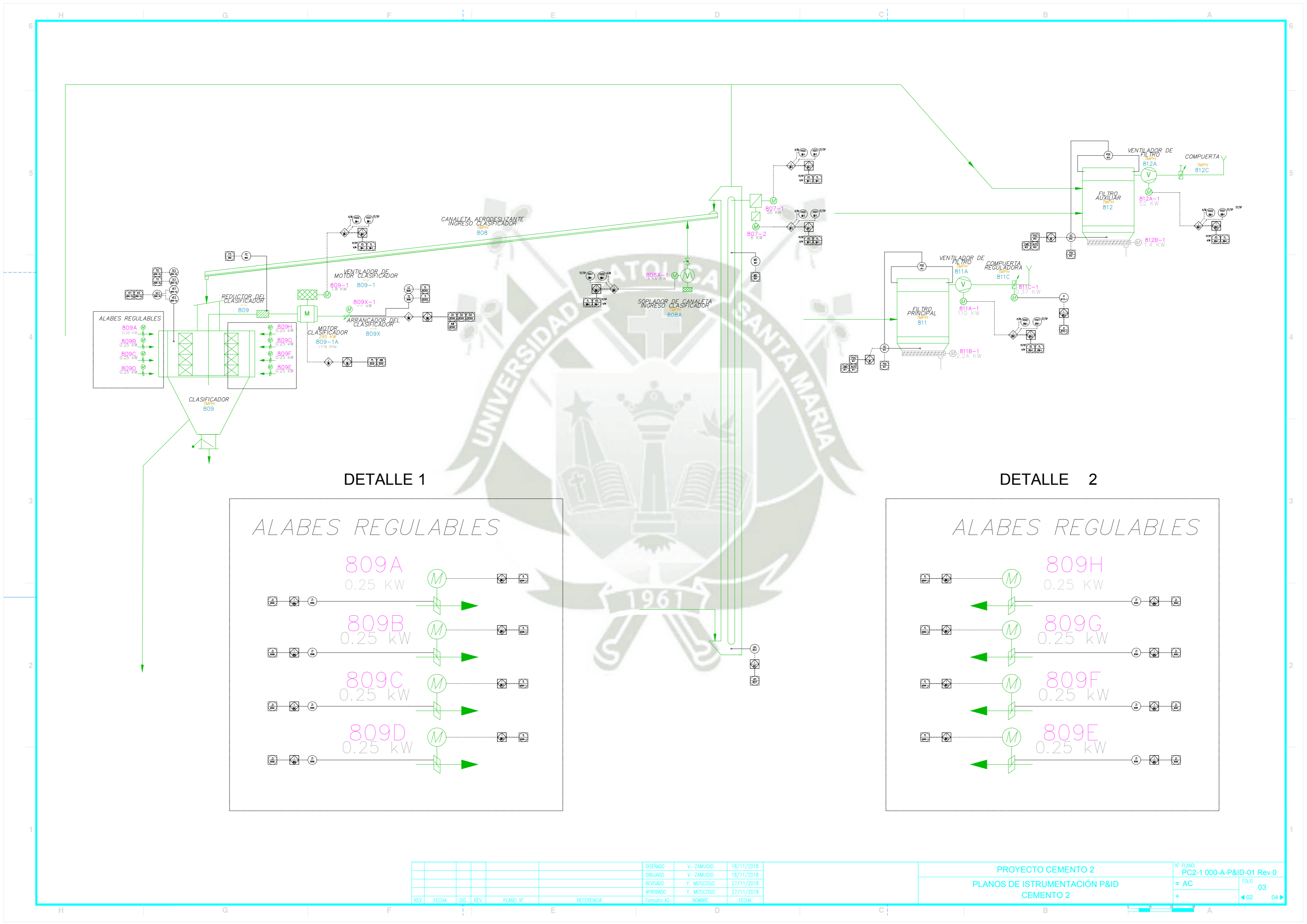


REV.	FECHA	DIS.	REV.	PLANO N°	REFERENCIA

DISEÑADO	V. ZAMUDIO	18/11/2018
DIBUJADO	V. ZAMUDIO	18/11/2018
REVISADO	Y. MOSCOSO	27/11/2018
APROBADO	Y. MOSCOSO	27/11/2018
Formato:	A1	NOMBRE
		FECHA

PROYECTO CEMENTO 2
 PLANOS DE INSTRUMENTACIÓN P&ID
 CEMENTO 2

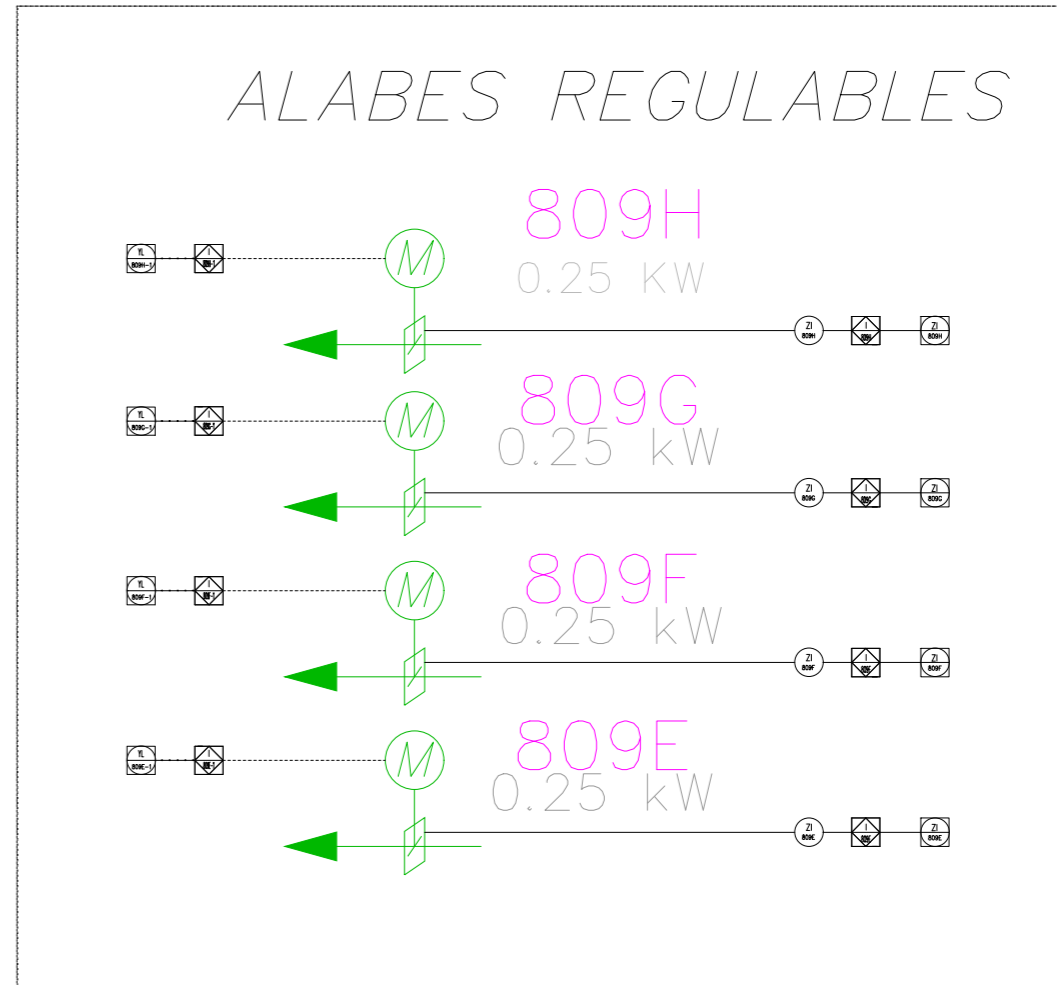
N° PLANO:	PC2-1 000-A-P&ID-01 Rev 0
= AC	FOLIO 02
+	01 03 ▶



DETALLE 1



DETALLE 2

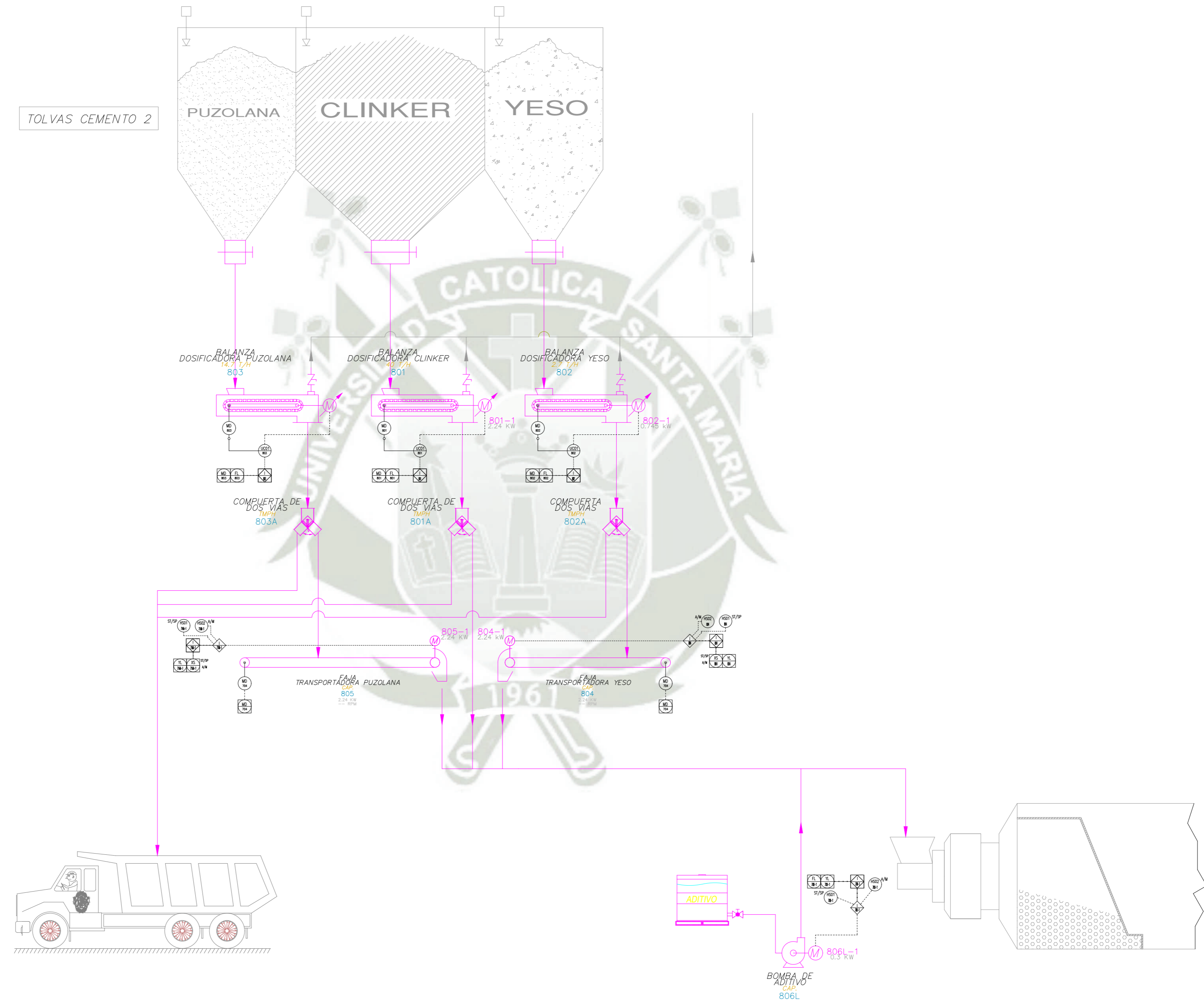


REV	FECHA	DIS.	REV.	PLANO N°	REFERENCIA

DISEÑADO	V. ZAMUDIO	18/11/2018
DIBUJADO	V. ZAMUDIO	18/11/2018
REVISADO	Y. MOSCOSO	27/11/2018
APROBADO	Y. MOSCOSO	27/11/2018
Formato:	A2	NOMBRE
		FECHA

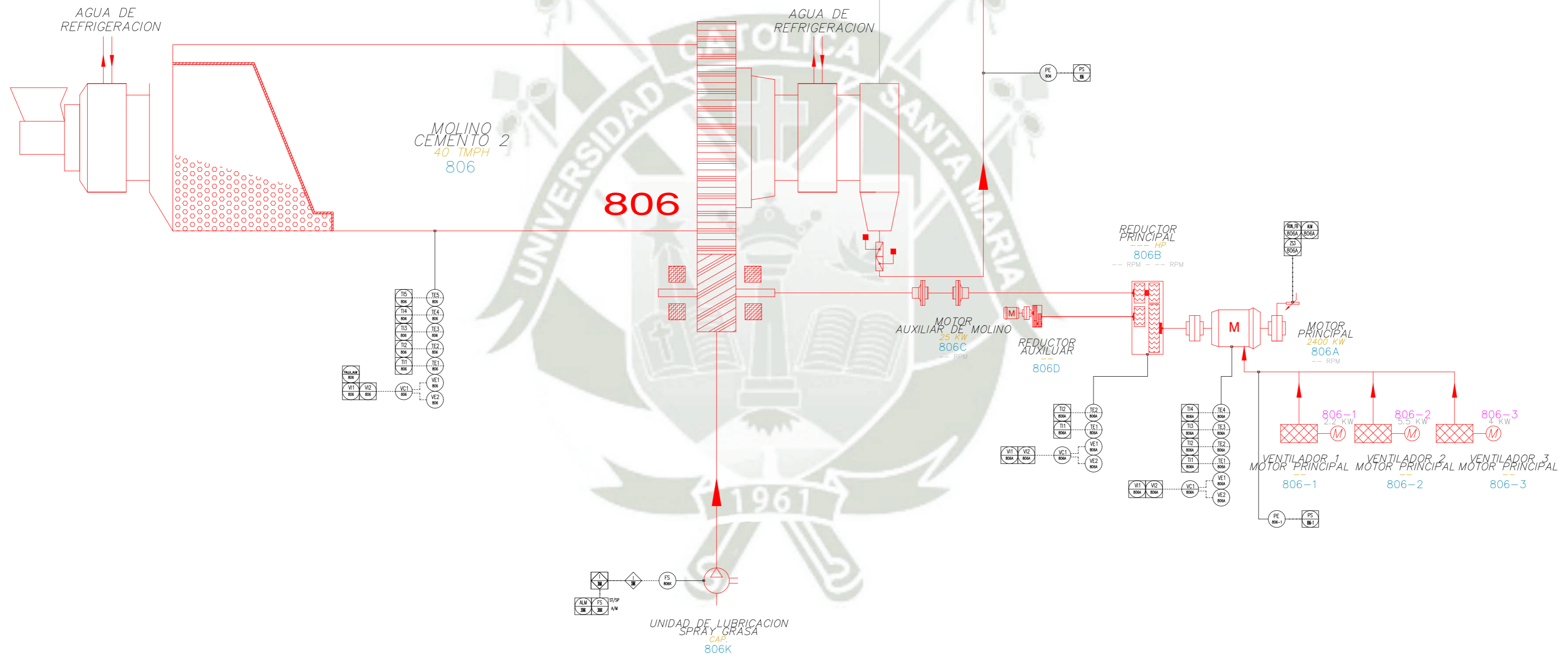
PROYECTO CEMENTO 2		N° PLANO:	PC2-1 000-A-P&ID-01 Rev 0
PLANOS DE INSTRUMENTACIÓN P&ID		= AC	FOLIO 03
CEMENTO 2		+	◀ 02 04 ▶

TOLVAS CEMENTO 2



REV	FECHA	DIS.	REV.	PLANO N°	REFERENCIA	DISEÑO	V. ZAMUDIO	18/11/2018
						DIBUJADO	V. ZAMUDIO	18/11/2018
						REVISADO	Y. MOSCOSO	27/11/2018
						APROBADO	Y. MOSCOSO	27/11/2018
						Formato: A2	NOMBRE	FECHA

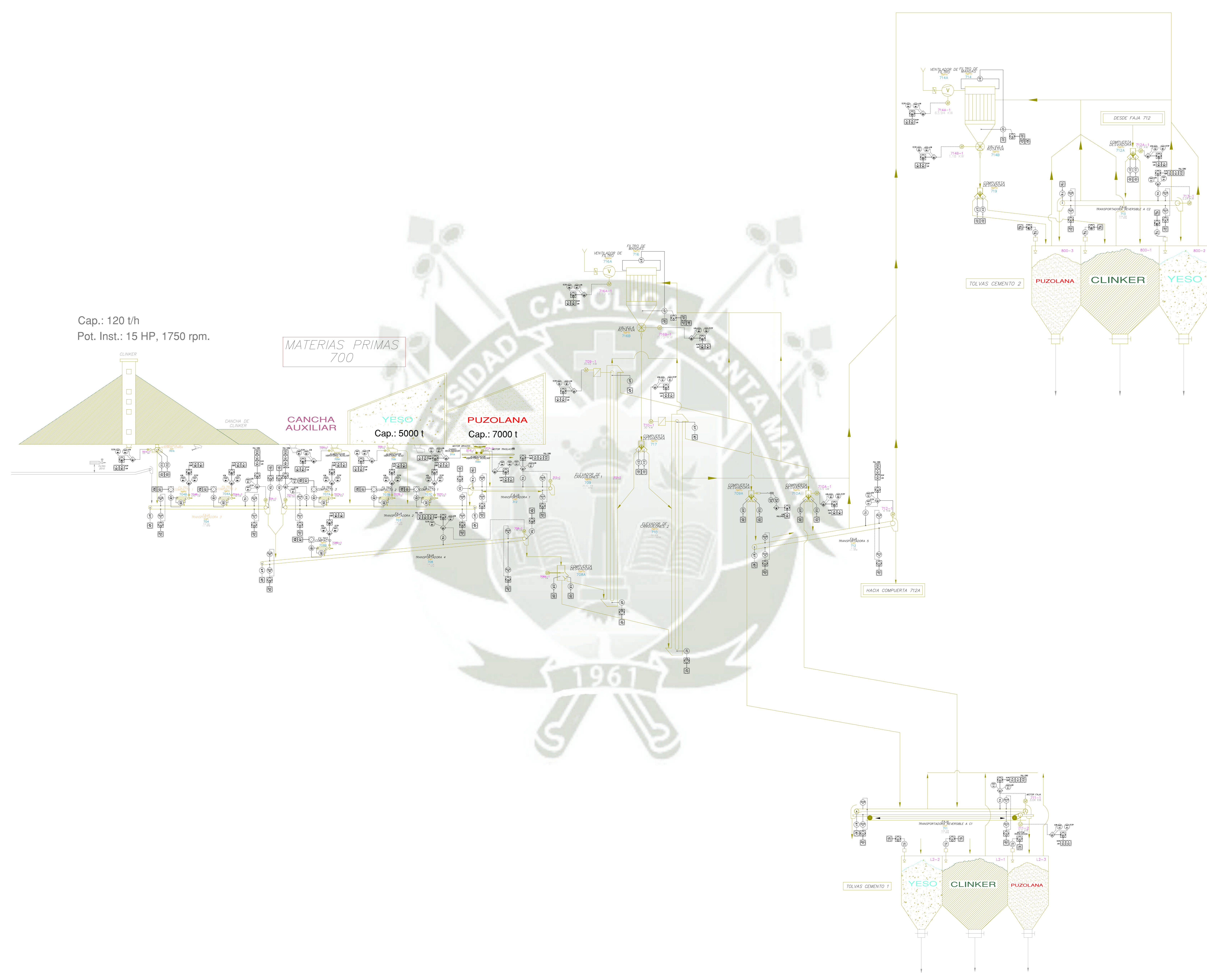
PROYECTO CEMENTO 2		N° PLANO:	PC2-1 000-A-P&ID-01 Rev 0
PLANOS DE INSTRUMENTACIÓN P&ID		= AC	FOLIO 05
CEMENTO 2		+	04 06



REV	FECHA	DIS.	REV.	PLANO N°	REFERENCIA

DISEÑADO	V. ZAMUDIO	18/11/2018
DIBUJADO	V. ZAMUDIO	18/11/2018
REVISADO	Y. MOSCOSO	27/11/2018
APROBADO	Y. MOSCOSO	27/11/2018
Formato:	A2	NOMBRE FECHA

PROYECTO CEMENTO 2		N° PLANO:	PC2-1 000-A-P&ID-01 Rev 0
PLANOS DE INSTRUMENTACIÓN P&ID		= AC	FOLIO 04
CEMENTO 2		+	◀ 03 05 ▶



Cap.: 120 t/h
Pot. Inst.: 15 HP, 1750 rpm.

MATERIAS PRIMAS
700

CANCHA
AUXILIAR

YESO
Cap.: 5000 t

PUZOLANA
Cap.: 7000 t

TOLVAS CEMENTO 2
PUZOLANA
CLINKER
YESO

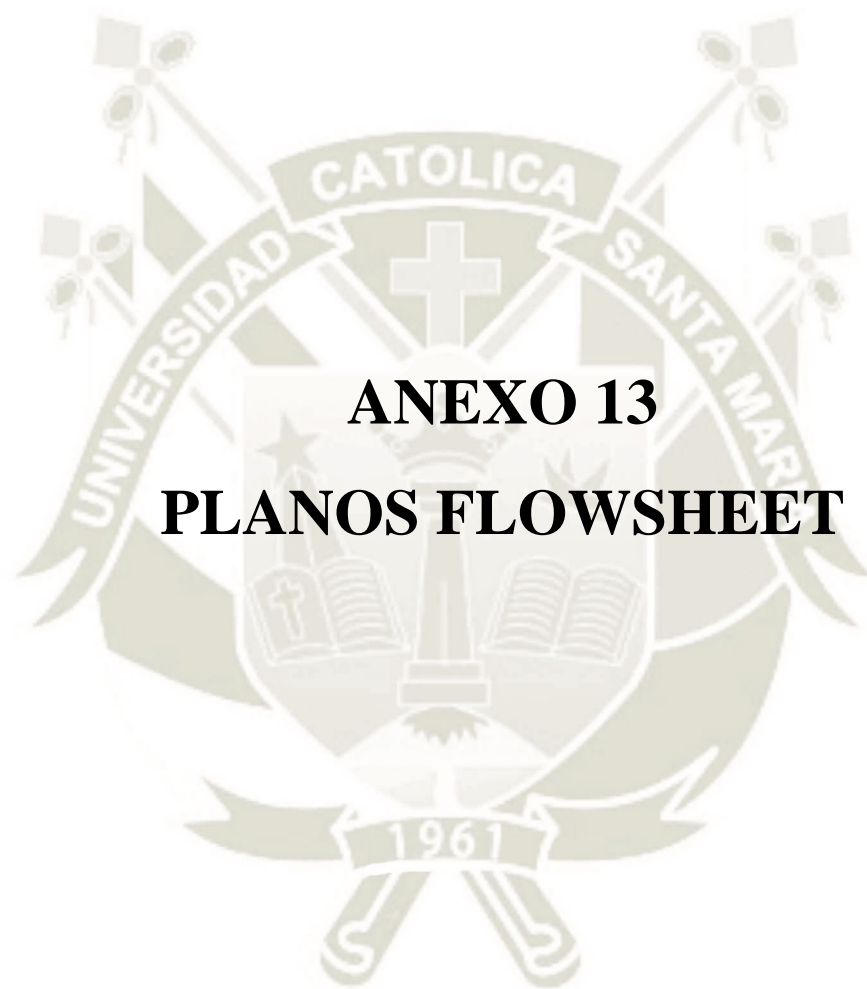
TOLVAS CEMENTO 1
YESO
CLINKER
PUZOLANA

REV.	FECHA	DIC.	REV.	PLANO: N°	REFERENCIA	Formato: AD	NOMBRE	FECHA

DISEÑADO	V. ZAMUDIO	18/11/2018
DIBUJADO	V. ZAMUDIO	18/11/2018
REVISADO	Y. MOSCOSO	27/11/2018
APROBADO	Y. MOSCOSO	27/11/2018

PROYECTO CEMENTO 2
PLANOS DE INSTRUMENTACIÓN P&ID
CEMENTO 2

N° PLANO:	PC2-1 000-A-P&ID-01 Rev 0
= AC	FOLIO 07
+	106



ANEXO 13
PLANOS FLOWSHEET

