

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



Profesor Patrocinador:

Sr. Juan Pablo Segovia Vera

Informe de Memoria de Título
para optar al título de:

Ingeniero Civil Electrónico

**Diseño y puesta en marcha de aplicación SCADA
para empresa CMPC Maderas, planta Plywood**

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica

Profesor Patrocinador:
Sr. Juan Pablo Segovia Vera

Diseño y puesta en marcha de aplicación SCADA para empresa CMPC Maderas, planta Plywood

Cristian Alejandro Vásquez Catalán

Informe de Memoria de Título
para optar al Título de

Ingeniero Civil Electrónico

Diciembre 2017

Resumen

En el presente documento se describe de forma detallada el diseño, programación, configuración y posterior puesta en marcha de una aplicación SCADA, realizada para las áreas de: Vapor y Condensado, Macerado, Agua Industrial, Efluentes, Riego de Trozos, Planta de Agua Potable, Aire Comprimido, Aguas Servidas y Tratamiento de Riles de la planta Plywood, CMPC Maderas S.A., ubicada en la localidad de Mininco, de la comuna de Collipulli, Región de la Araucanía, Chile.

Para realizar el presente proyecto se consideraron las falencias, oportunidades de mejora y problemas detectados en la actual aplicación SCADA para construir un nuevo sistema más eficiente y eficaz. Para la realización de este proyecto se consideró la más reciente norma de construcción de despliegues HMI: ISA 101. Una de las recomendaciones más destacables trata acerca del diseño ergonómico de las pantallas para un ambiente de trabajo favorable, y el eficaz manejo de alarmas y fallas.

Se estudiaron los procesos llevados a cabo en las diferentes áreas, y a partir de esto se construyeron diagramas P&ID para explicarlos brevemente. Luego se realizó el levantamiento de la actual aplicación SCADA, de las rutinas y bases de datos que existen en los PLC que controlan dichas áreas. Con esto se pudo obtener las variables y señales que interfieren en cada una de las áreas de la planta. Con la base de datos de las señales y variables fue posible construir la nueva aplicación SCADA, basándose en las recomendaciones indicadas por la norma ISA 101. Además se logró implementar una base de datos de fallas y alarmas para esta nueva aplicación. Finalmente luego de un proceso de comisionamiento del sistema, fue posible poner en marcha el día 30 de Octubre del presente año, la nueva aplicación SCADA construida a lo largo del presente proyecto.

Con la nueva aplicación SCADA implementada, se logró mejorar enormemente la rapidez del sistema respecto al anterior, es prácticamente 4 veces más rápida. El diseño de las pantallas HMI hacen que la operación sea ergonómicamente confortable. Los despliegues principales de cada área muestran información relevante del proceso, a través de tendencias en tiempo real, por lo que se puede advertir cómo ha sido el proceso e intuir su probable evolución rápidamente. La navegación en el sistema resulta ser más eficaz que el anterior, siendo evaluado rápido, lógico, consistente y directo, por los operadores. A través de la aplicación de una encuesta, los operadores pudieron evaluar la nueva aplicación SCADA con nota promedio 6.3, mientras que la aplicación anterior sólo obtuvo un 4.3. De esta forma se pudo verificar y validar la nueva aplicación desarrollada.



A quienes su amor, apoyo y esfuerzo me permitieron llegar a este punto: Mis padres.

“...con Amor eterno te he amado...”

Agradecimientos

Fueron seis largos años de estudio, los mejores años que he vivido y esto gracias a las grandes personas que conocí durante mi estadía en la Universidad. Fueron seis largos años que quisiera no acabaran nunca.

En primer lugar quiero agradecer a don José Villagrán, quien me brindó la oportunidad de hacer mi práctica profesional y memoria de título en la empresa CMPC Maderas, eternamente agradecido por la confianza que tuvo en mí y la gran oportunidad que sin duda aproveché al máximo. A los señores del departamento de electro-control de planta Plywood: Sr. Gerardo P., Sr. Marcelo O., Sr. Sergio M. y Sr. Hernán B., quienes me brindaron una muy buena acogida y siempre estuvieron dispuestos a aportar tanto en mis habilidades profesionales como en lo humano, gracias por hacer de mis días en planta una experiencia enriquecedora en todos los sentidos. A todos los operadores sala y terreno del área de Macerado, quienes estuvieron siempre dispuestos a ayudar en todas las consultas y dudas que tuve a lo largo del desarrollo del proyecto. A todos ustedes muchas gracias.

Al profesor Sr. Juan P. Segovia, por darnos una formación de excelencia en el ámbito profesional y habilidades personales. Gracias por ser estricto y hacernos sufrir en el laboratorio de control de nuestra Universidad, sin eso, probablemente este proyecto jamás se hubiera gestado.

A los buenos amigos que conocí en la Universidad, ustedes son los culpables de que estos seis largos años hayan pasado en un abrir y cerrar de ojos, ustedes son los culpables del amor que siento por Concepción y nuestra UdeC, ustedes son los culpables de que hoy en día pueda estar escribiendo estas líneas. A David por demostrarme que existe una delgada línea entre el amor y el odio (más amor) y por ser el mejor y más querido amigo que me dio la U. A Ale por ser una buena amiga y darme alojamiento cuando no tuve donde vivir, al igual que Jonathan, gracias por desinteresadamente ofrecerme su hogar. A GGaspar, Alfredo, Felipe, Claudio, Omar, con quienes compartimos mucho más que sólo horas de estudio, éxitos y fracasos. A todos ustedes les llevo en el corazón, muchas gracias por su amistad, siempre serán parte de los mejores recuerdos que me llevo de nuestra Universidad de Concepción.

A todos quienes están en mi corazón y no mencioné pero que son parte importante de mi vida, muchas gracias.

Siempre me ha gustado dejar lo mejor para el final, y esta es la ocasión perfecta para destacar a las mejores personas de mi vida y quienes me motivan a vivirla. A mis pilares

fundamentales y las mejores bendiciones que tengo. A Catalina, el amor de mi vida, gracias por aguantar mis mañas y alguna vez mostrarme quién es el Amor, gracias por tu paciencia y el amor que me demuestras a diario. Te amo.

A mi familia. A mis padres Jaime y Roxana, por demostrarme cada día su inmenso amor y apoyo incondicional, por formar lo que soy hoy en día, por sus sabios consejos, por sacrificar su tiempo, trabajo y bienestar para darnos lo mejor que estuvo a su alcance e incluso lo que no estuvo. Este proyecto y la consecuencia de llegar a ser profesional es sólo gracias ustedes, muchas gracias papi y mami. A mis hermanos, Sebastián y Roxana, quienes a pesar de no ser los mejores hermanos (porque obvio soy yo), si tuviera la oportunidad de elegir, sin duda los escogería a ustedes dos. A todos ustedes los amo, muchas gracias por tanto.

Finalmente, al único que gestó todo esto y me permitió vivir hasta este punto, al único quien desde la eternidad planeó cada aspecto de mi vida y me conoció mucho antes de que me formara en el vientre de mi madre. Gracias Dios, por permitirme ser tuyo. Gracias Dios por haber planeado cada segundo de mi vida y amarme con amor eterno.

Eternamente agradecido...



Tabla de contenidos

LISTA DE TABLAS	IX
LISTA DE FIGURAS	X
ABREVIACIONES	XIII
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
1.2. CONTEXTUALIZACIÓN Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	2
1.3. TRABAJOS PREVIOS.....	5
1.3.1 <i>Revisión Bibliográfica</i>	7
1.3.2 <i>Discusión</i>	9
1.4. HIPÓTESIS DE TRABAJO	10
1.5. OBJETIVOS	11
1.5.1 <i>Objetivo General</i>	11
1.5.2 <i>Objetivos Específicos</i>	11
1.6. ALCANCES Y LIMITACIONES	12
1.6.1 <i>Alcances</i>	12
1.6.2 <i>Limitaciones</i>	12
1.7. METODOLOGÍA.....	13
CAPÍTULO 2. LEVANTAMIENTO APLICACIÓN SCADA Y PLC ACTUAL.....	14
2.1. INTRODUCCIÓN	14
2.2. SUBSISTEMAS DE LA PLANTA Y ARQUITECTURA ACTUAL	15
2.2.1 <i>Vapor y Condensado</i>	16
2.2.2 <i>Macerado</i>	19
2.2.3 <i>Agua Industrial</i>	22
2.2.4 <i>Efluentes</i>	24
2.2.5 <i>Riego de Trozos</i>	26
2.2.6 <i>Planta Agua Potable</i>	28
2.2.7 <i>Arquitectura del sistema actual</i>	30
2.3. NECESIDAD DE MODIFICACIÓN SCADA ACTUAL Y ANÁLISIS DE PROBLEMAS	32
2.3.1 <i>Análisis SCADA actual</i>	33
2.3.2 <i>Análisis de problemas SCADA actual</i>	42
CAPÍTULO 3. LEVANTAMIENTO DE VARIABLES Y SEÑALES	43
3.1. INTRODUCCIÓN	43
3.2. BASES DE DATOS EN PLC Y RUTINAS	44
3.3. DEFINICIÓN DE VARIABLES SCADA	48
3.4. RELACIÓN DE VARIABLES Y PANTALLAS HMI	53
3.4.1 <i>Vapor y Condensado</i>	53
3.4.2 <i>Macerado</i>	55
3.4.3 <i>Agua Industrial</i>	57
3.4.4 <i>Efluentes</i>	57
3.4.5 <i>Riego de Trozos</i>	58
3.4.6 <i>Planta Agua Potable</i>	59
3.4.7 <i>Aire Comprimido</i>	59
3.4.8 <i>Aguas Servidas</i>	60
3.4.9 <i>Tratamiento de Riles</i>	60
CAPÍTULO 4. DISEÑO, PROGRAMACIÓN Y HABILITACIÓN NUEVAS PANTALLAS HMI	61
4.1. INTRODUCCIÓN	61
4.2. INTRODUCCIÓN NORMA ISA 101.....	61
4.2.1 <i>Identificación de elementos de animación relevantes</i>	65
4.3. DESARROLLO DE MENÚ Y NAVEGACIÓN FINAL EN APLICACIÓN SCADA NUEVA.....	68

4.4.	EJEMPLOS DE NUEVAS PANTALLAS HMI	70
CAPÍTULO 5. INSTALACIÓN, PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA DE LA NUEVA APLICACIÓN SCADA.....		73
5.1.	INTRODUCCIÓN	73
5.2.	COMISIONAMIENTO DE PANTALLAS Y PUESTA EN MARCHA	74
5.3.	EJEMPLO DE PANTALLAS OPERATIVAS	75
5.4.	EVALUACIÓN DE PANTALLAS.....	84
5.5.	ARQUITECTURA FINAL DEL SISTEMA.....	86
5.6.	MEJORAS QUE PRESENTA LA NUEVA APLICACIÓN SCADA	88
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES		90
6.1.	SUMARIO	90
6.2.	CONCLUSIONES	90
6.3.	TRABAJO FUTURO Y RECOMENDACIONES	91
BIBLIOGRAFÍA		94
ANEXO A.	FILOSOFÍA HMI Y GUÍA DE ESTILOS	96
ANEXO B.	ÁREAS PLANTA PLYWOOD.....	111
ANEXO C.	APLICACIÓN SCADA ANTERIOR	117
ANEXO D.	APLICACIÓN SCADA NUEVA	122
ANEXO E.	PROCESO DE COMISIONAMIENTO.....	141
ANEXO F.	ENCUESTAS	158
ANEXO G.	INTRODUCCIÓN SCADA NUEVO.....	168



Lista de Tablas

TABLA 3.1 DEFINICIÓN DE VARIABLES SCADA.....	50
TABLA 3.2 DEFINICIÓN DE VARIABLES TIEMPOS DE FILTRO	52
TABLA 3.3 BOMBAS VAPOR Y CONDENSADO	53
TABLA 3.4 VÁLVULAS SOLENOIDES VAPOR Y CONDENSADO	54
TABLA 3.5 VÁLVULAS PROPORCIONALES VAPOR Y CONDENSADO	54
TABLA 3.6 SENSORES VAPOR Y CONDENSADO.....	55
TABLA 3.7 BOMBAS MACERADO.....	55
TABLA 3.8 CÁMARAS MACERADO.....	55
TABLA 3.9 VÁLVULAS PROPORCIONALES MACERADO.....	56
TABLA 3.10 SENSORES MACERADO	56
TABLA 3.11 BOMBAS AGUA INDUSTRIAL.	57
TABLA 3.12 VÁLVULAS SOLENOIDES AGUA INDUSTRIAL.....	57
TABLA 3.13 VÁLVULAS PROPORCIONALES AGUA INDUSTRIAL.....	57
TABLA 3.14 SENSORES AGUA INDUSTRIAL.....	57
TABLA 3.15 BOMBAS EFLUENTES.....	57
TABLA 3.16 SENSORES EFLUENTES.....	58
TABLA 3.17 BOMBAS RIEGO DE TROZOS.....	58
TABLA 3.18 VÁLVULAS SOLENOIDES RIEGO DE TROZOS.....	58
TABLA 3.19 VÁLVULAS PROPORCIONALES RIEGO DE TROZOS.....	58
TABLA 3.20 SENSORES RIEGO DE TROZOS.....	58
TABLA 3.21 BOMBAS PLANTA AGUA POTABLE.....	59
TABLA 3.22 VÁLVULAS SOLENOIDES PLANTA AGUA POTABLE.....	59
TABLA 3.23 SENSORES PLANTA AGUA POTABLE.....	59
TABLA 3.24 VÁLVULAS SOLENOIDES AIRE COMPRIMIDO.....	59
TABLA 3.25 BOMBAS AGUAS SERVIDAS.....	60
TABLA 3.26 SENSORES AGUAS SERVIDAS.....	60
TABLA 3.27 SENSORES TRATAMIENTO DE RILES.....	60
TABLA 5.1 DIFERENCIAS APLICACIONES SCADA: ANTERIOR Y NUEVO.....	88
TABLA G.1 USUARIO Y CONTRASEÑA SISTEMA OPERATIVO WINDOWS 8.1.....	169
TABLA G.2 USUARIO Y CONTRASEÑA APLICACIÓN SCADA.....	170

Lista de Figuras

Figura 1.1 Ubicación espacial planta Plywood. [16]	2
Figura 1.2 Planta Plywood. [16]	2
Figura 1.3 Esquema general de fabricación de tableros de contrachapado. [12].....	3
Figura 2.1 Diagrama P&ID Vapor y Condensado.	16
Figura 2.2 Diagrama P&ID Macerado.....	19
Figura 2.3 Diagrama P&ID Agua Industrial.....	22
Figura 2.4 Diagrama P&ID Efluentes.	24
Figura 2.5 Diagrama P&ID Riego de Trozos.	26
Figura 2.6 Diagrama P&ID Planta Agua Potable.....	28
Figura 2.7 Arquitectura del sistema de control actual.	30
Figura 2.8 Pantalla principal sistema SCADA actual.....	33
Figura 2.9 Menú principal sistema SCADA actual.....	35
Figura 2.10 Menú principal área de Macerado, SCADA actual.....	36
Figura 2.11 Despliegue gráfico principal área de Macerado, SCADA actual.	37
Figura 2.12 Despliegue de pop-up del área de Macerado, SCADA actual.	38
Figura 2.13 Pantalla de parámetros del área de Macerado, SCADA actual.	39
Figura 2.14 Despliegue gráfico principal área de Vapor y Condensado, SCADA actual.....	40
Figura 2.15 Navegación sistema SCADA actual.....	41
Figura 3.1 Bloque de función FB101, válvulas solenoides PLC-003.....	44
Figura 3.2 Función FC33 control de nivel del pozo colector del área de Macerado.	45
Figura 3.3 Función FC33 comando abrir válvula LV-3217A.	46
Figura 3.4 Bloque de datos DB101, PLC-003.	46
Figura 3.5 Estructura “VVA” del PLC-003.....	47
Figura 3.6 Base de datos WinCC V6.0.	48
Figura 3.7 Base de datos válvulas proporcionales PLC-003.	51
Figura 3.8 Base de datos para los sensores en PLC-003.....	51
Figura 4.1 Ciclo de vida de sistema SCADA.....	62
Figura 4.2 Elementos de animación relevantes: Bombas.	65
Figura 4.3 Elementos de animación relevantes: válvulas solenoides.....	65
Figura 4.4 Elementos de animación relevantes: válvulas proporcionales.....	66
Figura 4.5 Elementos de animación relevantes: (a) Estanques, (b) cámaras de macerado.....	66
Figura 4.6 Elementos de animación relevantes: (a) Alarmas HH o LL, (b) Alarmas H o L.	67
Figura 4.7 Menú de navegación global Sistema SCADA nuevo.	68
Figura 4.8 Menú de navegación Otras Áreas sistema SCADA nuevo.....	68
Figura 4.9 Diagrama de navegación sistema SCADA nuevo.	69
Figura 4.10 Pantalla inicial sistema SCADA nuevo.	70
Figura 4.11 Pantalla principal Vapor y Condensado sistema SCADA nuevo.	71
Figura 4.12 Pantalla principal Macerado sistema SCADA nuevo.....	72
Figura 5.1 Puesta en marcha sistema SCADA nuevo.	74
Figura 5.2 Despliegue principal Vapor y Condensado <i>online</i>	75
Figura 5.3 Vapor y Condensado, pop-up de controladores, tendencias, y bombas <i>online</i>	76
Figura 5.4 Vapor y Condensado, pantalla de parámetros 1 <i>online</i>	77
Figura 5.5 Vapor y Condensado, pantalla de tendencias 2 <i>online</i>	78
Figura 5.6 Vapor y Condensado, pantalla de resumen de estados: valores de proceso, <i>online</i> .79	

Figura 5.7 Despliegue principal Macerado <i>online</i>	80
Figura 5.8 Diagrama de enclavamientos válvula HV-3231	81
Figura 5.9 Otras Áreas: Planta de Agua Potable pantalla principal <i>online</i>	82
Figura 5.10 Pantalla de histórico de alarmas <i>online</i>	83
Figura 5.11 Evaluación de aplicación SCADA.	84
Figura 5.12 Arquitectura final del sistema de control.	87
Figura 6.1 Temperatura TIT-4100.	92
Figura 6.2 pH AIT-3216.....	93
Figura B.1 Estanque de condensado primario.	111
Figura B.2 Estanque de condensado secundario.	111
Figura B.3 Vista frontal cámaras de macerado.....	112
Figura B.4 Vista posterior cámaras de macerado.....	112
Figura B.5 Estanque almacenamiento de agua industrial.	113
Figura B.6 Bombas de sistema autónomo y hacia macerado.	113
Figura B.7 Piscinas de efluentes.	114
Figura B.8 Piscinas de efluentes, sensor de nivel.....	114
Figura B.10 Cancha de riego 1.....	115
Figura B.9 Estanque de almacenamiento cancha de riego 1.	115
Figura B.11 Filtros de planta de agua potable.....	116
Figura B.12 Acumuladores de aire.	116
Figura C.1 Pantalla principal.....	117
Figura C.2 Menú Principal.....	117
Figura C.3 Pantalla principal vapor y condensado.....	118
Figura C.4 Pantalla principal macerado.....	118
Figura C.5 Pantalla principal agua industrial.....	119
Figura C.6 Pantalla principal efluentes.....	119
Figura C.7 Pantalla principal cancha de riego 1.....	120
Figura C.8 Pantalla principal cancha de riego 2.....	120
Figura C.10 Pantalla principal aire comprimido.	121
Figura C.9 Pantalla principal agua potable.....	121
Figura D.1 Pantalla Inicial, sin inicio de sesión.....	122
Figura D.2 Pantalla de Histórico de Alarmas.....	122
Figura D.3 Vapor y Condensado.	123
Figura D.4 Vapor y Condensado, pop-up de controladores, tendencias, y bombas.	123
Figura D.5 Vapor y Condensado, pantalla de parámetros 1.....	124
Figura D.6 Vapor y Condensado, pantalla de parámetros 2.....	124
Figura D.7 Vapor y Condensado, pantalla de parámetros 3.....	125
Figura D.8 Vapor y Condensado, pantalla de parámetros 4.....	125
Figura D.10 Vapor y Condensado, pantalla de tendencias 2.....	126
Figura D.9 Vapor y Condensado, pantalla de tendencias 1.....	126
Figura D.11 Vapor y Condensado, pantalla de resumen de estados: valores de proceso.....	127
Figura D.12 Vapor y Condensado, pantalla de resumen de estados: válvulas proporcionales.	127
Figura D.13 Vapor y Condensado, pantalla de resumen de estados: válvulas solenoides.....	128
Figura D.14 Vapor y Condensado, pantalla de resumen de estados: bombas y motores.....	128
Figura D.15 Macerado principal.....	129
Figura D.16 Macerado principal pop-up controlador de válvula, motor y compuerta, límites de alarma y tendencia.	129

Figura D.17 Macerado pantalla de parámetros 1.	130
Figura D.18 Macerado pantalla de parámetros 2.	130
Figura D.19 Macerado pantalla de parámetros 3.	131
Figura D.20 Macerado pantalla de tendencias.	131
Figura D.21 Macerado pantalla de resumen de estados: valores de proceso.	132
Figura D.22 Macerado pantalla de resumen de estados: válvulas proporcionales.	132
Figura D.23 Macerado pantalla de resumen de estados: válvulas solenoides.	133
Figura D.24 Macerado pantalla de resumen de estados: bombas y motores.	133
Figura D.25 Macerado pantalla de resumen de estados: compuertas.	134
Figura D.26 Diagrama de enclavamientos válvula HV-3231	134
Figura D.27 Otras Áreas: Agua Industrial pantalla principal.	135
Figura D.28 Otras Áreas: Agua Industrial pantalla de parámetros.	135
Figura D.29 Otras Áreas: Agua Industrial pantalla de tendencias.	136
Figura D.30 Otras Áreas: Efluentes pantalla principal.	136
Figura D.31 Otras Áreas: Efluentes pantalla tendencias.	137
Figura D.32 Otras Áreas: Riego de Trozos pantalla principal.	137
Figura D.33 Otras Áreas: Riego de Trozos pantalla tendencias.	138
Figura D.34 Otras Áreas: Planta de Agua Potable pantalla principal.	138
Figura D.35 Otras Áreas: Aire Comprimido pantalla principal.	139
Figura D.36 Otras Áreas: Aguas Servidas pantalla principal.	139
Figura D.37 Otras Áreas: Tratamiento de Riles pantalla principal.	140
Figura G.1 Ícono SIMATIC WinCC Explorer.	169
Figura G.2 SIMATIC WinCC Explorer.	169
Figura G.3 Opciones mouse.	171
Figura G.4 Menú global configurado en sistema SCADA.	171
Figura G.5 Diagrama de navegación nuevo sistema SCADA.	172
Figura G.6 Barra información global configurada en sistema SCADA.	172
Figura G.7 Código de colores bombas.	173
Figura G.8 Código de colores válvulas solenoides.	173
Figura G.10 Código de colores cámaras de macerado.	174
Figura G.9 Código de colores válvulas proporcionales.	174
Figura G.11 Código de colores tinas de macerado.	175
Figura G.12 Código de colores alarmas de medidas.	175
Figura G.13 Pop-up controlador válvula, bombas, motores, alarmas.	176

Abreviaciones

ANSI	: <i>American National Standards Institute</i> . Instituto Nacional Americano de Estándares
CELPAC	: Celulosa Pacífico
CV	: <i>Control Value</i> . Valor del control
DB	: <i>Data Block</i> . Bloque de datos
DT	: <i>Data Table</i> . Tabla de datos
FB	: <i>Function Block</i> . Bloque de funciones
FC	: <i>Function Control</i> . Control de función
HMI	: <i>Human Machine Interface</i> . Interfaz Hombre Máquina
IP	: <i>Internet Protocol</i> . Protocolo de Internet
ISA	: <i>International Society Automation</i> . Sociedad Internacional de Automatización
LAD	: <i>Ladder</i> . Lenguaje de programación ‘Escalera’
P&ID	: <i>Piping and Instrumentation Diagram</i> . Diagrama de tuberías e Instrumentación
PID	: Proporcional, Integral y Derivativo
PLC	: <i>Programmable Logic Controller</i> . Controlador Lógico Programable.
PV	: <i>Process Value</i> . Valor del Proceso
SCADA	: <i>Supervisory, Control and Data Acquisition</i> . Supervisión, Control y Adquisición de Datos
SCL	: <i>Structured Control Language</i> . Lenguaje de Control Estructurado
SP	: <i>Set Point</i> . Valor de Consigna.
STL	: <i>Statement List</i> . Lista de Instrucciones.
VT	: <i>Variable Table</i> . Tabla de Variables.



Capítulo 1. Introducción

1.1. Introducción General

Toda planta industrial que posea un tipo sistema de control automático, tiene la necesidad de intervención humana para realizar acciones de supervisión y control sobre los procesos que se lleven a cabo. La intervención humana sobre los sistemas de control automático se puede llevar a cabo a través de acciones en forma local; es decir, a través de tableros eléctricos instalados en terreno, los que pueden poseer distintos tipos de interruptores y botoneras, que permiten enviar las diferentes señales hacia los autómatas programables que provocan una determinada acción de control. Por otra parte, dichas intervenciones pueden ser ejecutadas de forma remota, a través de un software especializado llamado SCADA, que se ejecuta en una estación de trabajo, la que es capaz de enviar y recibir señales hacia y desde los autómatas programables respectivamente, que están directamente relacionados con el control del proceso.

La solución actual a implementar en una planta industrial para realizar la intervención humana de forma remota, es la elaboración de una aplicación SCADA, es decir, un sistema de supervisión, control y adquisición de datos. Dicho sistema de automatización sirve para centralizar toda la información proveniente de instrumentos, sensores y actuadores de un proceso a través de despliegues gráficos, o comúnmente llamados interfaces hombre máquina (HMI) que permiten supervisar y controlar acciones sobre el autómata programable que controla el proceso y, por ende, afectar directamente el estado actual del proceso.

A través de los despliegues gráficos de la aplicación SCADA, se puede animar de forma interactiva los diagramas de tuberías e instrumentación o P&ID de la planta industrial para que el operador del sistema tenga pleno control y conozca el estado actual del proceso de manera remota, a través de los instrumentos y actuadores instalados en terreno. Junto a lo anterior, mediante una aplicación SCADA se puede desplegar la información del proceso que ocurre en la planta industrial de manera ordenada y además, incluir alarmas y avisos para alertar sobre situaciones anómalas al operador. Si lo anterior es implementado de forma correcta entonces es posible tener un sistema automático que permite operar de forma eficiente y que prevendrá a tiempo situaciones no deseadas.

En el presente proyecto se presenta el diseño e implementación real de una aplicación SCADA para una planta industrial, utilizando de manera innovadora el nuevo concepto de animación de los despliegues gráficos planteado por la norma ISA 101, destacando la nueva propuesta ergonómica cognitiva de la aplicación SCADA a desarrollar.

La planta Plywood, es un complejo industrial que se dedica a la fabricación de tableros de contrachapado. En la figura 1.3 se presenta un esquema general de cómo se lleva a cabo la fabricación de dichos tableros.

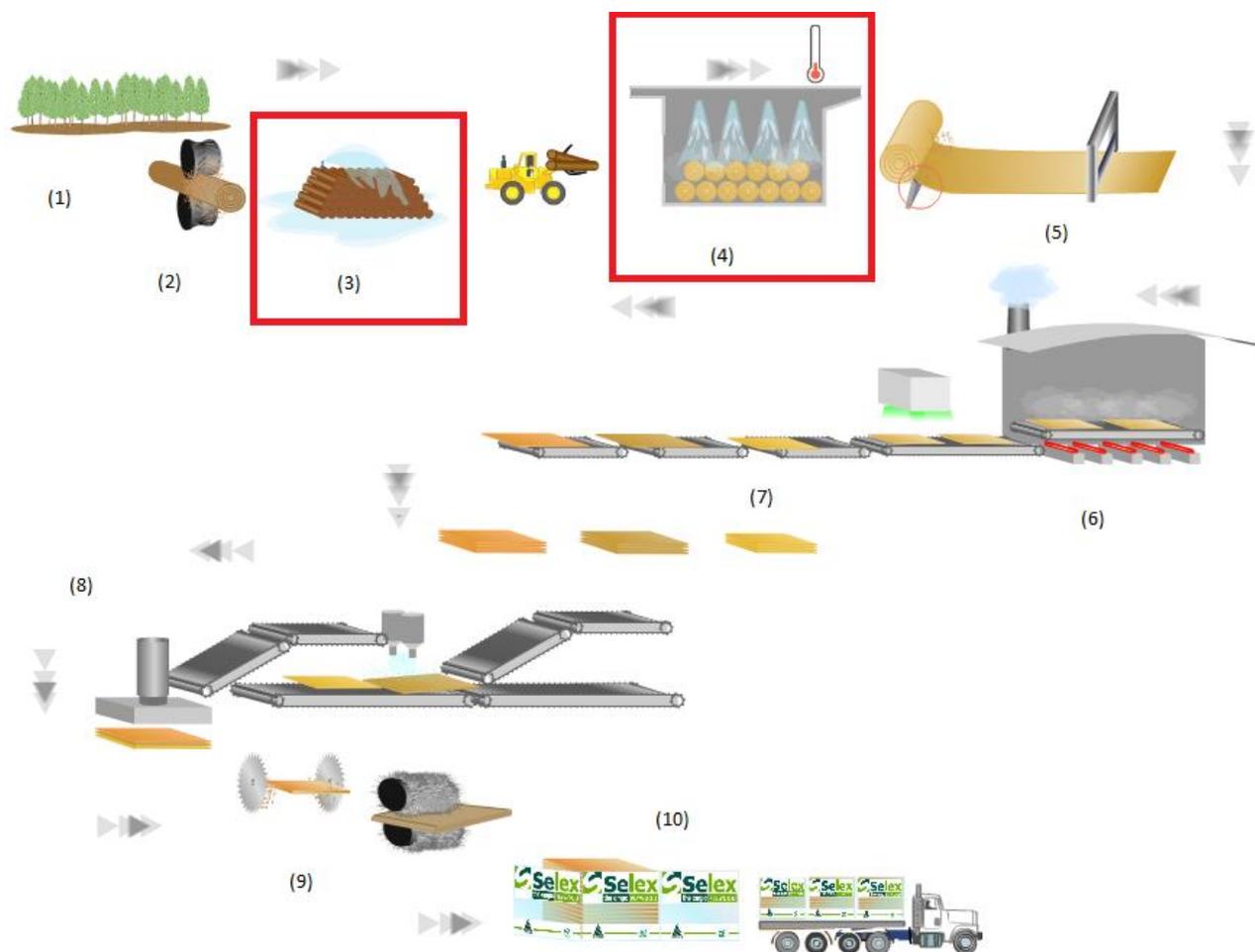


Figura 1.3 Esquema general de fabricación de tableros de contrachapado. [12]

En la figura 1.3 se puede observar las zonas numeradas del (1) al (10), las que corresponden a las distintas áreas en el proceso productivo al interior de la planta y que se describen a continuación.

- (1) Bosques de pino radiata entregan la materia prima para la elaboración de los paneles de contrachapado.
- (2) Los trozos son descortezados para obtener la materia prima de forma más limpia y sin corteza, así se aumenta la vida útil del producto final.
- (3) Cancha de riego automático, que mantiene saturada la fibra de los trozos descortezados. Con esto se evita la generación de manchas y hongos, además se asegura una óptima calidad en el producto final. La humedad de los trozos es una variable fundamental en el proceso de macerado.

(4) Transporte de trozos a cámaras de macerado, los que por medio de rociadores de agua y evaporadores, calientan y ablandan la madera con el fin de facilitar el debobinado, mejorar la calidad superficial y resistencia de las chapas.

(5) Debobinado de trozos acondicionados, lo que produce un manto continuo de chapa, que posteriormente es guillotinado para eliminar defectos, dimensionado al tamaño requerido y clasificado según su porcentaje de humedad.

(6) La chapa verde generada en el debobinado, es alimentada a secadores de rodillo donde se les extrae el agua hasta obtener el contenido de humedad requerido para su uso posterior.

(7) Salida del secador. Aquí existe un sistema de clasificación combinado, compuesto por un medidor de humedad y una cámara que detecta los defectos de la superficie de las chapas, las que luego son apiladas según las diferentes calidades.

(8) Línea de encolado automático. Aquí se aplica a la chapa seca, una cantidad homogénea de adhesivo para luego armar los tableros. Luego pasan a la etapa de prensado que comienza con el prensado en frío, necesario para consolidar los tableros y facilitar su ingreso a la prensa caliente, donde termina de fraguar el adhesivo.

(9) Escuadrado, se dimensiona el producto al tamaño requerido por el cliente. Luego, los tableros son lijados para obtener un espesor parejo y entregar un acabado suave y una superficie lisa.

(10) Etapa final, el tablero está listo para ser despachado al cliente.

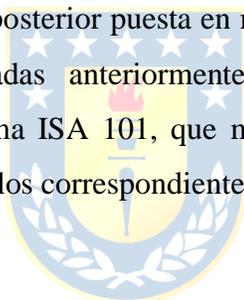
En la figura 1.3 se puede apreciar las zonas (3) y (4), estas son denominadas área verde. En el área verde de la planta, existe una sala de operadores que, a través de una aplicación SCADA es capaz de controlar las zonas (3) y (4) mencionadas anteriormente, de manera remota. Además, dicha aplicación SCADA también está configurada para operar otras áreas de la planta Plywood, que a pesar de no ser parte de la cadena productiva que se muestra en la figura 1.3, es igual de fundamental para el proceso de fabricación de contrachapado. Es así entonces que en dicha sala de control, mediante la actual aplicación SCADA configurado, los operadores son capaces de controlar y monitorear las siguientes áreas al interior de la planta:

- Vapor y Condensado.
- Macerado (4).
- Agua Industrial.
- Efluentes.
- Riego de Trozos (3).

- Planta Agua Potable.
- Aire Comprimido.
- Aguas Servidas.
- Tratamiento de Riles.

Una vez establecido el contexto de trabajo, el presente proyecto consiste en migrar la actual aplicación SCADA que opera en las áreas nombradas anteriormente, desde la versión del software desarrollado por Siemens AG WinCC V6.0 hacia la versión WinCC V7.3. En lo sucesivo, cada vez que se mencione la aplicación SCADA que opera en planta Plywood, se referirá sólo a la aplicación SCADA que opera en las áreas ya nombradas.

La actual aplicación SCADA que opera en planta Plywood presenta problemas de programación, navegación y en términos ergonómicos cognitivos, no es el adecuado debido al actual estándar de programación que utilizan para configurar los despliegues gráficos. Es por esto que el problema de ingeniería a solucionar, y que además es la génesis del presente proyecto, se refiere al diseño, programación, configuración y posterior puesta en marcha de una nueva aplicación SCADA para las áreas de la planta nombradas anteriormente. Lo anterior se realizará según las recomendaciones indicadas por la norma ISA 101, que muestra una nueva filosofía de diseño y confección de sistemas SCADA junto a los correspondientes despliegues gráficos HMI.



1.3. Trabajos Previos

- ♣ *Proyecto Sistema de Control Planta Plywood. Manual de Operación Sistema de Control Planta Plywood.* CMPC Maderas S.A., Planta Plywood, Mininco, Región de la Araucanía, Chile, Junio 2007. [1]

Este manual muestra todas las pantallas, botones, funciones e informaciones que se despliega en cada HMI. El documento analiza la estructura de los despliegues desarrollados y su funcionalidad. Este manual es la base para el proyecto que se desarrollará en el presente informe y corresponde a la ingeniería de detalle de la HMI que se entregó en el año 2007. Sin embargo, desde aquella fecha a la actualidad, la aplicación SCADA ha sufrido una gran cantidad de modificaciones funcionales y estéticas, y se le ha incorporado nuevos despliegues e interfaces. Todo lo anterior producto de que la propia planta ha sufrido modificaciones estructurales y de proceso. Es por esto que este documento representa la única base escrita que se tiene la aplicación SCADA y además es considerado el actual estándar de programación para las HMI de la planta.

- ♣ J. Segovia. “Estándar de Programación HMI REV 0”, Universidad de Concepción, Concepción, Chile, 2014. [2]

Este estándar muestra los despliegues básicos que debe tener una aplicación SCADA y los correspondientes pop-ups, además de exigir un código de colores para las HMI. Lo que más destaca de este documento, es que se exige con rigor la utilización de colores, letra y tamaño de ésta, para cada una de las pantallas y despliegues que se diseñen. También indica el nivel de privilegios y la categoría de usuarios que podrán existir. Uno de los despliegues más destacables es el referente al pop-up de los controladores PID, debido a que este contiene los parámetros configurables del controlador, que sin duda no debe estar ausente. También se exige una pantalla de variables análogas y otra con el histórico de alarmas.

- ♣ B. Hollifield and H. Pérez, “*High Performance Graphics to Maximize Operator Effectiveness. Version 2.0: Including a Major Case Study*”. PAS The Human Reliability Company, Houston, Texas, Estados Unidos, 2012. [3]

Este documento realiza un contraste entre las antiguas y actuales tendencias respecto al diseño y programación de HMI. Se realiza un estudio acerca de los errores que actualmente se comenten en el diseño de las pantallas. Se muestran ejemplos prácticos de mejoras realizadas a pantallas donde claramente se resaltan las diferencias y ventajas comparativas que se obtienen al utilizar los criterios mencionados en el documento. Se resaltan las diferencias respecto a lo que son datos y a lo que es información, dejando clara la importancia que tiene la información y que no sólo son datos por al azar. Este documento se basa en la norma ISA 101.

- ♣ *Best Practice Guideline. Operator Workplace and Process Graphics*, ABB, Zúrich, Suiza, 2013. [4]

Este manual muestra cómo diseñar de forma efectiva el manejo de las alarmas, las figuras y los colores asociados a éstas, dando énfasis a los colores y formas distintivas deben estar asociadas a situaciones irregulares y no al funcionamiento normal de los procesos. Es gracias al correcto uso de las figuras y los colores, que el documento destaca la eficiencia elevada que se tiene al operar con una HMI bien diseñada; es decir, a simple vista el operador puede detectar situaciones anómalas más rápido y por ende tomar acciones de forma preventiva con mayor eficacia. Este documento se basa en la ISA 101.

- ♣ K. Doman, “*How to Improve Plant Operations through Better HMI Graphics*”. Rockwell Automation, 2014. [14]

Los dos puntos más importantes de esta presentación son la filosofía de construcción de los despliegues de pantallas que debe contener una HMI. Al igual que los anteriores, este documento también está basado en la norma ISA 101, por lo que sigue la misma lógica en términos de despliegue de colores y manejo de situaciones anómalas. El documento entrega las herramientas necesarias para comprender lo que se requiere en una buena construcción y diseño de una aplicación SCADA, integrando de forma innovadora los conceptos proactivo-preventivo, por sobre los conceptos reactivo-correctivo.

1.3.1 Revisión Bibliográfica

- ♣ *Simatic HMI. WinCC V6.0 Documentación estándar. Manual* Siemens AG, Wittelsbacherplatz 2, 80333 Múnich, Alemania, 2003. [5]

Este manual presenta las bases de la programación del software WinCC V6.0. En él se encuentra toda la información respecto a la creación, tipo, edición, ejecución, edición y pruebas de proyectos. Además, se presenta de forma exhaustiva y detallada la creación y administración de todas las variables internas y externas de WinCC, como también la creación de los diagramas de proceso y la configuración de éstos. Otro aspecto relevante es que el manual incluye una sección que, primero explica la creación y configuración de funciones y acciones en lenguaje ANSI-C. Segundo, explica la configuración de alarmas y los históricos en variables de proceso; y tercero, explica la estructura para la configuración de usuarios y la configuración de comunicación entre el/los PLC y WinCC V6.0.

- ♣ F. Pérez, “WinCC Programación Elemental”, Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Bilbao, Universidad del País Vasco, Bilbao, España, Mayo 2014. [6]

Este documento presenta de forma ordenada y sistemática una guía básica para la creación y configuración de un primer programa demostrativo para el uso de WinCC V6.0. Se aprecia de forma práctica e ilustrativa cómo se crea el proyecto, cómo se configura el driver de comunicación entre el PLC y WinCC V6.0, y cómo se crean los *tags* a utilizar. Se muestran los detalles de la creación de una pantalla de proceso y la configuración de botones y *tags*. Además, se muestra de forma práctica la utilización del simulador de variables y de la configuración de mensajes y pop-ups.

- ♣ *SIMATIC HMI. WinCC 7.3. WinCC: Trabajar con WinCC. Manual de sistema.* Siemens AG. Wittelsbacherplatz 2, 80333 Múnich, Alemania, 2014. [7]

Este manual presenta las bases de la programación del software WinCC V7.3. Respecto a las características que presenta, estas son análogas a las mencionadas en el manual de WinCC V6.0. Sin embargo, es necesario incluir en esta revisión bibliográfica el mencionado manual, ya que la interfaz de operación, programación y configuración cambia lo suficiente de la versión v6.0 a la v7.3. por lo que es necesario consultar al manual sobre las características que se estén revisando en algún momento dado. Además, se presentan características que se pueden utilizar para obtener el máximo rendimiento del programa, que son propias de la versión y es indispensable consultarlas en el manual, como por ejemplo la configuración del servidor OPC WinCC.

- ♣ *SIMATIC Programar con STEP 7. Manual* Siemens AG. Wittelsbacherplatz 2, 80333 Múnich, Alemania, 2010. [8]

Este es el manual de programación del software STEP 7 v5.5. Presenta las bases de la programación de PLC S7-300 y S7-400. Además, explica la instalación del software al servidor y la configuración para programar un PLC S7-300 de forma completa. De lo anterior, lo que realmente importa destacar es que el manual explica la programación elemental, la configuración de los bloques de datos y los lenguajes que soporta STEP 7: esquemas de contactos, diagrama de funciones y lista de instrucciones o KOP, FUP y AWL, respectivamente.

- ♣ *SIMATIC. Software Estándar para S7-300/400. PID Control (Regulación PID). Manual.* Siemens AG. Wittelsbacherplatz 2, 80333 Múnich, Alemania, 1996. [9]

Este manual explica de forma detallada cómo se constituye el bloque que contiene el algoritmo de control PID, cómo se configura y parametriza. Se muestra a través de un diagrama en bloques cómo está programado el algoritmo PID y explica además cuáles son cada uno de los parámetros, si son de escritura, sólo de lectura o ambos. También se dejan claros los valores por defecto que asumen estos parámetros cuando no son configurados. Es totalmente necesario saber cómo funciona este algoritmo de control, cómo está programado y cuáles son todos sus parámetros.

- ♣ P. Mengual, *STEP 7. Una manera fácil de programar PLC de Siemens.* Barcelona. España: Marcombo S.A., Mayo 2013. [10]

Este libro contiene una amplia variedad de ejemplos, en los tres lenguajes de programación soportado por STEP 7 mencionados anteriormente. Los ejemplos destacados que ayudan a la

comprensión de la programación de un PLC S7-300, son aquellos que muestran operaciones con bit, temporizadores y contadores. Asimismo explica la utilización de los bloques OB, DB y algunos bloques de funciones FB y FC.

- ♣ C. Guarnizo, “Metodología para la implementación de controlador difuso tipo Takagi-Sugeno en PLC S7-300”, Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín, Medellín, Colombia. Mayo 2011. [11]

Esta investigación presenta una metodología para programar e implementar un algoritmo de control de lógica de difusa, en un PLC S7-300 utilizando el software STEP 7, a través del lenguaje de control estructurado o SCL (*Structured Control Language*). Mediante esta investigación es posible conocer una nueva forma de programación a través de SCL y con esto se abre la posibilidad de programar controladores más robustos como lo es el de lógica difusa.

Es cierto que en este proyecto no se programará un nuevo controlador en los PLC, sin embargo es parte de los objetivos el análisis de los lazos de control y es importante conocer el máximo de prestaciones que es capaz de entregar el PLC S7-300 y los lenguajes de programación que soporta STEP 7. Todo esto con el objetivo de tener la capacidad de entregar una solución que al menos sea programable en los PLC que actualmente tienen en planta.

1.3.2 Discusión

De la revisión bibliográfica se puede destacar que la génesis de este proyecto es la migración de la aplicación SCADA, que actualmente opera en planta Plywood, desde WinCC V6.0 hasta WinCC V7.3. Tomando en consideración todos los aspectos que se deben mantener, eliminar y mejorar del actual sistema y en base al Manual de Operación del Sistema de Control Planta Plywood como punto de partida desde el cual se trabajará. Según se puede apreciar dentro de dicho manual, el uso desmedido del color de los objetos podría generar distracción al operador, un contraste excesivamente alto pueden generar fatiga ocular para los operadores que trabajan 8 horas seguidas mirando los despliegues HMI; y las pantallas principales que sólo muestran gran cantidad de datos y no información, son la base que explica el por qué desarrollar este proyecto y la importancia que tiene para un mejor manejo de los procesos, de las alarmas y de las situaciones anómalas.

De lo anterior y en consideración a los estándares revisados, basados en la ISA 101, es que se prevé una gran oportunidad de mejora, haciendo uso de las recomendaciones visuales, el manejo de alarmas, de colores y de figuras y el manejo de datos e información en ellos descrito.

1.4. Hipótesis de Trabajo

- Los tiempos de reacción de operarios se verán disminuidos, gracias a la nueva versión del software utilizado y al rápido despliegue de pantallas y ventanas pop-up.
- Los operarios trabajarán en un ambiente ergonómico cognitivo más favorable, gracias a la utilización del nuevo estándar de programación basado en la norma ISA 101. Esto gracias a que el contraste de colores no será excesivo, exceptuando las eventuales situaciones anómalas, lo que se complementa con el punto anterior.
- Los despliegues pop-up y tiempos de espera entre cada pantalla se verán disminuidos, debido a las prestaciones actuales que ofrece WinCC V7.3, estos serán más rápidos que su versión anterior WinCC V6.0. Además gracias a las mejoras en hardware que tendrán y la estación de trabajo en el cual se ejecutará el programa.
- A través de la nueva filosofía de construcción de pantallas HMI, se cambiará la forma en que operadores podrán maniobrar y obtener información en tiempo real del proceso, esto gracias a que al observar las tendencias principales de forma constante estarán al tanto de la evolución del proceso y podrán intuir la evolución del sistema.
- El sistema puede ser más robusto y tolerante a fallas mediante el diseño de un diagrama de enclavamientos y de grupos. Con dicho diagrama, los operadores tendrán un conocimiento más detallado del sistema y de las lógicas programadas en el/los PLC, por lo que tendrán una poderosa herramienta para realizar un diagnóstico preciso en caso de fallas.

1.5. Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Diseñar, programar, configurar y poner en marcha una nueva aplicación SCADA para la planta Plywood, desarrollada en el software WinCC V7.3 de Siemens AG.

1.5.2 Objetivos Específicos

- La nueva aplicación SCADA se construirá para las siguientes áreas de la planta: Vapor y Condensado, Macerado, Agua Industrial, Efluentes, Riego de Trozos, Planta Agua Potable, Aire Comprimido, Aguas Servidas, Tratamiento de Riles.
- Comprender el funcionamiento y el modo de operar del área de Vapor y Condensado y de área de Macerado. Además, conocer los aspectos más relevantes de las siguientes áreas: Agua Industrial, Efluentes, Riego de Trozos, Planta Agua Potable y Aire Comprimido.
- Analizar la aplicación SCADA actual de la planta Plywood, utilizado en las áreas nombradas anteriormente, para encontrar las oportunidades de mejora pertinentes en las pantallas HMI.
- Utilizar la norma ISA 101, para diseñar y confeccionar la nueva aplicación SCADA y los despliegues HMI.
- Realizar una mejora sustancial en cuanto a la cantidad y calidad de la información desplegada en pantallas principales de la nueva aplicación SCADA.
- Mejorar la calidad y coherencia en utilización de colores en cada una de las pantallas, con el fin de hacer ergonómicamente comfortable el ambiente de trabajo, según indicaciones de estándar ISA 101.
- Diseñar el procedimiento de navegación a través de las pantallas de una forma lógica y eficiente.

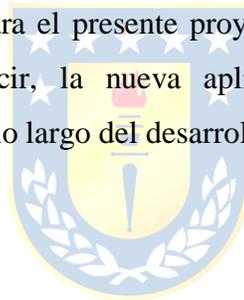
1.6. Alcances y Limitaciones

1.6.1 Alcances

- Se trabajará en la planta industrial sólo en las áreas anteriormente mencionadas.
- Se realizará el levantamiento de variables sólo para las áreas anteriormente mencionadas.
- La nueva aplicación tendrá como base al actual SCADA que utilizan los operadores.

1.6.2 Limitaciones

- No se modificará de ninguna manera y bajo ninguna circunstancia los programas de los PLC que actualmente operan en planta. La única modificación que sufrirán dichos programas es la operación de los parámetros que actualmente están configurados allí, y que es natural al momento de operar a través del SCADA.
- No se contempla el desarrollo de un software aparte para realizar las pruebas FAT (Factory Acceptance Test), debido que para el presente proyecto se realizarán pruebas del tipo SAT (Site Acceptance Test); es decir, la nueva aplicación SCADA será probada online, inmediatamente sea requerida a lo largo del desarrollo del mismo.



1.7. Metodología

El desarrollo del presente proyecto se realizará de acuerdo a los objetivos planteados. En primer lugar, para comprender el funcionamiento de las áreas más importantes definidas en este, se requirió de los diagramas P&ID de dichas áreas, para analizar su funcionamiento y verificar los lazos de control más importantes. Segundo, se realizaron charlas con los operadores para conocer cómo ellos comprenden y trabajan los procesos de cada área. Además, es necesario conocer cómo es la arquitectura del sistema de control implementado para realizar el levantamiento de la aplicación SCADA actual y de los PLC en el sistema.

Se analizará la aplicación SCADA actual para comprender su funcionamiento y analizar los problemas operativos que presenta.

Se realizará el levantamiento de las variables involucradas en cada una de las áreas mencionadas anteriormente, y se definirá el tipo de variables y la relación que se tiene entre cada área/pantalla con las variables y señales involucradas. La importancia de estas variables radica en que son las que permiten la existencia de una aplicación SCADA. Este punto debe ser tratado de forma ordenada y en detalle debido a la importancia en el éxito del proyecto.

Luego de esto, se realizará el diseño, programación y habilitación de las nuevas pantallas HMI y la aplicación SCADA en el software WinCC V7.3. Considerando todos los aspectos a mejorar y los problemas detectados, además de introducir la norma ISA 101 como el nuevo concepto de animación, se propondrá el nuevo menú del sistema y la estructura de navegación final que poseerá el sistema.

Posteriormente se desarrollará el proceso de comisionamiento de las pantallas de la aplicación SCADA, para luego realizar la puesta en marcha del sistema. Finalmente se propondrán recomendaciones finales y oportunidades de mejora respecto a la configuración de lazos de control o propuestas para automatizar algún proceso que actualmente no sea automático.

Capítulo 2. Levantamiento aplicación SCADA y PLC actual

2.1. Introducción

Luego de haber definido el contexto de trabajo en el primer capítulo, en el segundo se presentan los subsistemas de la planta asociados a la aplicación SCADA actual, los diagramas P&ID y la descripción de las áreas que están bajo estudio. Tal como se detalló en los objetivos específicos, es necesario comprender el funcionamiento y el modo de operar de las áreas más relevantes: Vapor y Condensado y Macerado, puesto que éstas son las áreas que más necesitan de la intervención humana para el proceso que se lleva a cabo en cada una de ellas.

La necesidad de comprender el funcionamiento de cada área y el cómo operan en ella es debido a que el diseñador de despliegues gráficos de cualquier sistema debe ser capaz de comprender la forma de operar en ellos para poder diseñar y construir los diagramas en base a las necesidades y expectativas de los operadores. Es más, el diseño debe ser intuitivo y representativo del proceso que se lleva cabo; es decir, debe contener todos los elementos necesarios para tener pleno control y conocimientos de instrumentos y actuadores instalados en terreno.

Además, en este capítulo se muestra el levantamiento de la arquitectura actual del sistema de control y de la relación que existe entre cada área y los PLC, con el fin de cuantificar la cantidad de trabajo a realizar.

Finalmente se presenta el análisis realizado a la actual aplicación SCADA y PLC involucrados en las áreas mencionadas en el capítulo 1. Se presenta la necesidad de modificación de la aplicación SCADA actual y los problemas operacionales detectados. Se adelanta que la actual aplicación SCADA, a pesar de tener grandes oportunidades de mejora, problemas operacionales y funcionales, es la base para la implementación de una nueva aplicación SCADA en un nuevo software y en una nueva estación de trabajo.

2.2. Subsistemas de la planta y arquitectura actual

Tal como se mencionó en el capítulo 1, la aplicación SCADA actual que se analizará, está asociado a las siguientes áreas de la planta Plywood: Vapor y Condensado, Macerado, Agua Industrial, Efluentes, Riego de Trozos, Planta Agua Potable, Aire Comprimido, Aguas Servidas y Tratamiento de Riles.

No se contempla analizar las áreas de Aire Comprimido, Aguas Servidas y Tratamiento de Riles, puesto que éstas áreas no son controladas desde la sala de operadores. Sin embargo, de igual manera estas áreas serán incluidas en la nueva aplicación SCADA a implementar.

El desarrollo de esta sección fue a través del análisis de los diagramas P&ID facilitados en planta, las visitas guiadas en terreno por parte de los operadores, y la explicación que ellos dieron acerca de cómo operan las áreas a través de la aplicación SCADA que actualmente utilizan.



2.2.1 Vapor y Condensado

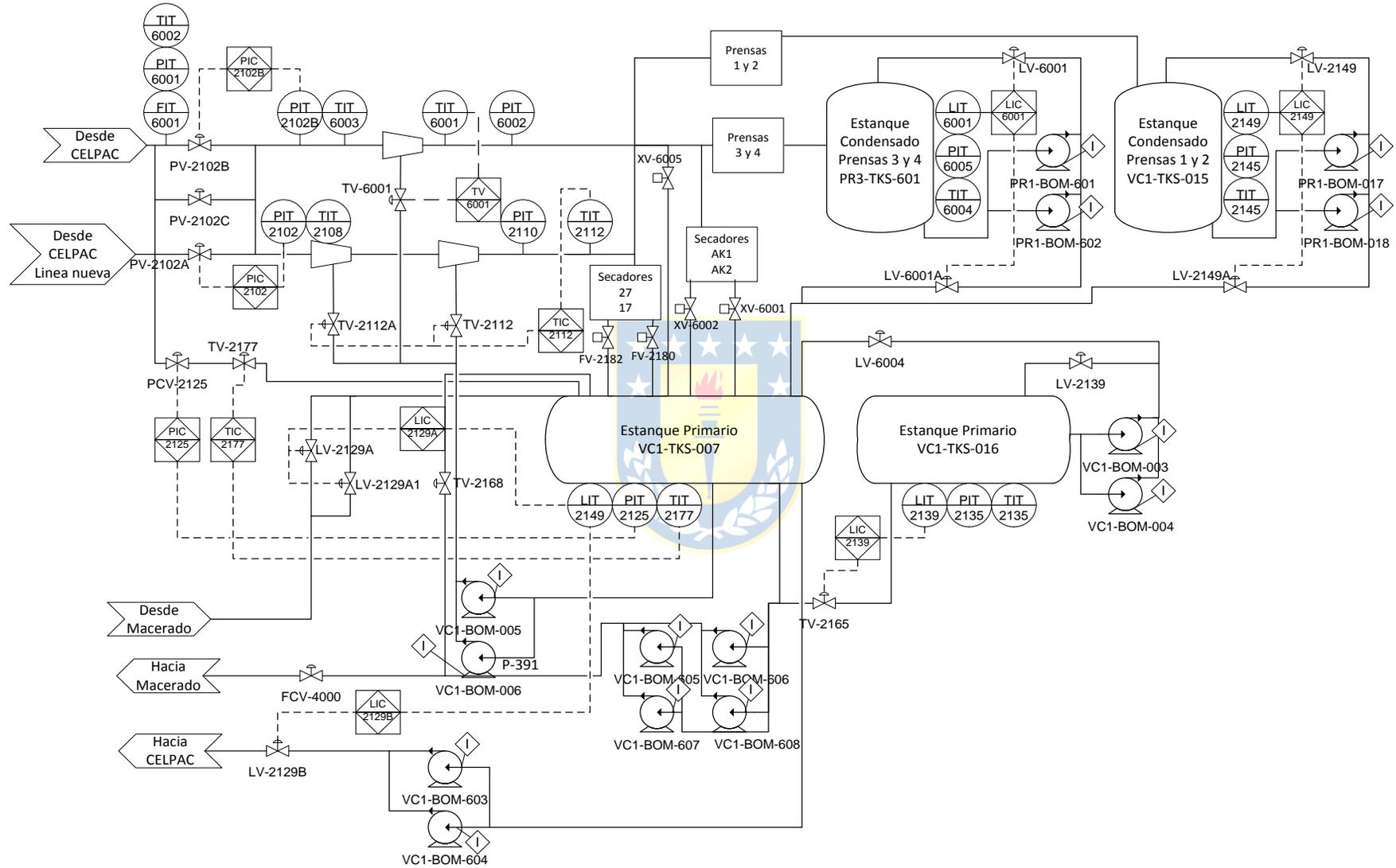


Figura 2.1 Diagrama P&ID Vapor y Condensado.

En la figura 2.1 se puede apreciar el diagrama P&ID de Vapor y Condensado de la planta Plywood. Esta área es fundamental para el proceso de fabricación de los paneles de contrachapado, ya que es necesario utilizar el vapor desde el área de macerado, hasta el área de prensas, incluyendo las zonas intermedias, es decir, desde las zonas (4) hasta la (8) según lo mostrado en la figura 1.3. El vapor es suministrado por CELPAC, Planta Celulosa Pacífico, de CMPC Celulosa.

Desde el año 2007, fecha en la que comenzó la producción de tableros en la planta Plywood, sólo existía una línea de suministro de vapor desde CELPAC. Esta línea es capaz de suministrar el vapor necesario para los secadores de 17 y 27 (cuyos nombres provienen de la cantidad de secciones que tiene cada secador), además suministra el vapor necesario para las prensas 1 y 2; y el del Estanque Primario VC1-TKS-007, manteniendo nivel, temperatura y presión específico dentro de éste y cuyas consignas de control de presión y temperatura son las necesarias para así asegurar vapor saturado para calentamiento. Estas tres consignas de control se logran a través de las siguientes válvulas:

- LV-2129B válvula proporcional que es capaz de controlar el nivel del estanque a través del flujo que se retorna hacia CELPAC.
- TV-2177 válvula proporcional cuya principal función es restringir el vapor de entrada al estanque para mantener la temperatura requerida,
- PCV-2125 válvula proporcional es quien se encarga de controlar la presión al interior del estanque.

Estas últimas dos válvulas son de vital importancia para el proceso que ocurre al interior de dicho estanque, tomando en consideración la información entregada anteriormente respecto al vapor saturado.

Por otra parte luego de que el vapor ha pasado por las prensas, éste es almacenado en un estanque de condensando, cuya principal función es mantener una reserva de vapor saturado en caso de requerirse para rellenar el estanque primario o secundario. Esto se le logra a través de las válvulas LV-2149A para las prensas 1 y 2; y LV-6001A para las prensas 3 y 4. Cuando se requiere vaciar el estanque de condensado de prensas o es necesario controlar el nivel, el condensado restante es retornado hacia el estanque primario.

Los secadores una vez que han utilizado el vapor es devuelto directamente al estanque primario. Es acá donde se puede explicar la presencia del estanque secundario, pues fue ideado con el fin de que el condensado de salida de los secadores pudiera ser almacenado en dicho estanque, ya que éste iba a estar presurizado a una menor presión respecto al primario. Sin embargo, esto nunca

pudo funcionar de ésta forma y en la actualidad el secundario es utilizado para almacenar condensado y poder rellenar el primario.

El estanque primario tiene directa relación con el área de macerado, pues todo el vapor que utiliza tinas y cámaras es suministrado por dicho estanque a través de las 4 bombas con *tag* VC1-BOM-605/606/607/608. Las bombas deben ser activadas según la cantidad de tinas de macerado en servicio. Una gran deficiencia en este proceso es que en vez de actuar las bombas en automático, existe un aviso a través del SCADA que indica al operador cuándo debe activar o desactivar alguna bomba, por lo que esta acción queda sujeta a si el operador observó o no el aviso.

El condensado que se retorna a CELPAC tiene directa relación con el nivel configurado en el controlador del estanque primario, pues no existe una regulación en el flujo de retorno del condensado.

A partir del año 2013, se implementó una nueva línea de condensado desde CELPAC hacia Plywood, que funciona de manera análoga a la línea antigua, con la única diferencia de que ésta no abastece directamente al estanque primario. Los secadores asociados a esta línea son AK1 y AK2, mientras que las prensas asociadas son la 3 y la 4. Éstas trabajan de la misma manera que lo hacen los secadores 17 y 27, y prensas 1 y 2.

Finalmente existen dos bombas extras, que tienen los siguientes *tags*: VC1-BOM-005 y VC1-BOM-006. Estas recién se están instalando en terreno y tienen la finalidad de ser atemperadores de las líneas de vapor desde CELPAC; es decir, se utilizarán para reducir la temperatura de ambas líneas y mantenerlas estables en el tiempo.

2.2.2 Macerado

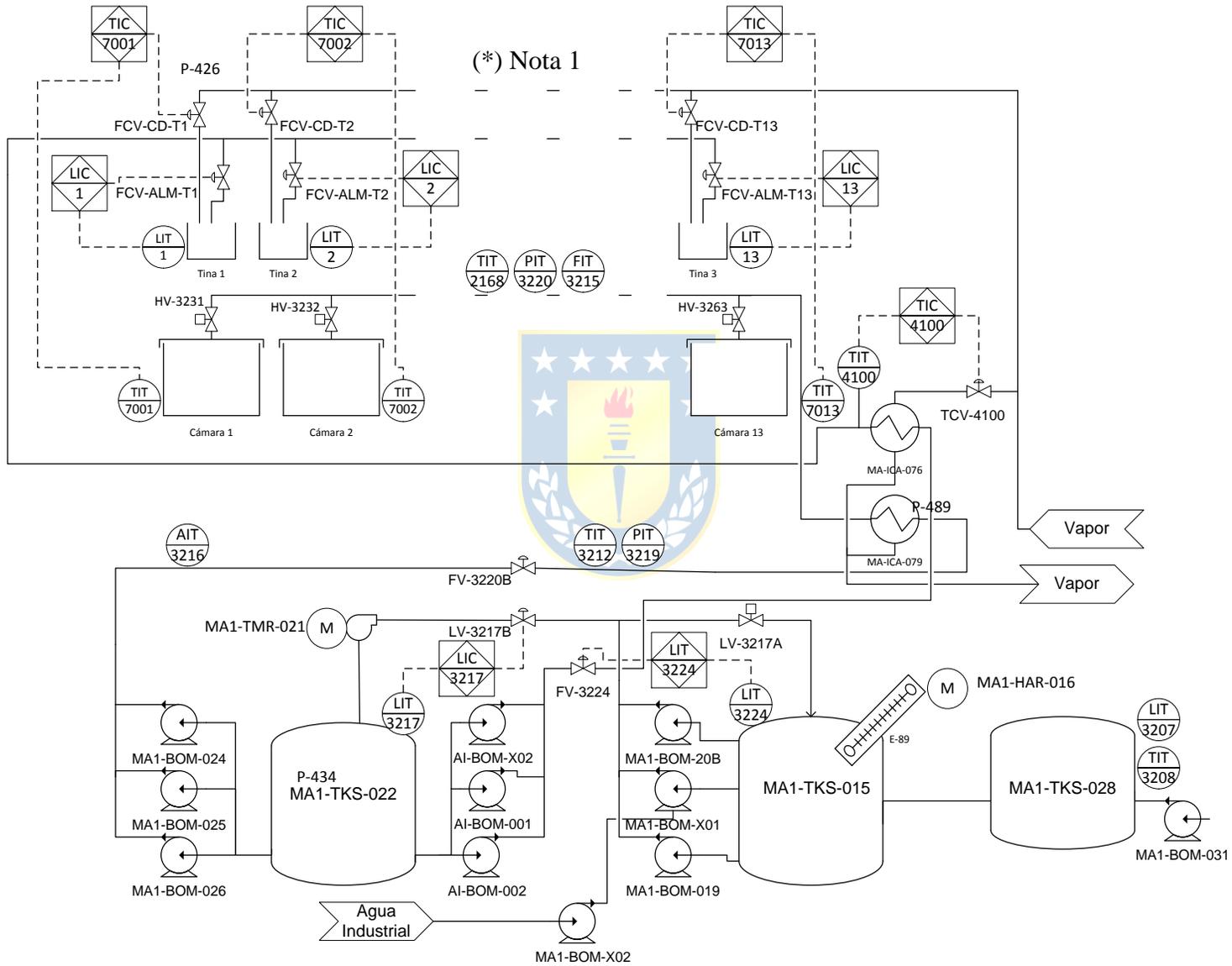


Figura 2.2 Diagrama P&ID Macerado.

() Nota 1: Existen 13 cámaras y tinas en el área de Macerado, en el diagrama mostrado en la figura 2.2 sólo se muestran las primeras dos y la última. Todas las tinas y cámaras funcionan de la misma manera y los instrumentos tienen tags sucesivos tal como se muestra en la figura.*

En la figura 2.2 se muestra el diagrama P&ID del área de Macerado. El proceso de macerado consiste en un método de tratamiento térmico de los trozos de madera, a través de vaporizadores y baños de agua caliente, con el fin de ablandar la madera y saturarla con agua. Esto sirve para que en la etapa de debobinado de los trozos a través de los tornos, se produzcan láminas de madera de manera eficiente, pues con madera blanda se evita el desgaste excesivo de las cuchillas y permite una disminución en el consumo de energía.

El proceso de macerado es uno de los primeros pasos en la fabricación de contrachapado y los resultados que se obtienen en esta etapa, son de vital importancia para las etapas posteriores. Para cada tipo de trozo de pino radiata que es puesto a macerar, los operadores discriminan entre el ancho, el diámetro y otros factores que ellos estiman convenientes, para así decidir cuántas horas se dejan macerando estos troncos. En general se macera entre 7 a 12 horas, dependiendo de las características de los trozos.

Actualmente existen trece cámaras de macerado, las que operan de la misma forma, por lo tanto se describirá el proceso para una cámara, ya que para el resto es equivalente.

Para macerar se utiliza un control de temperatura al interior de cada cámara, ya que esta variable es uno de los factores más importantes para un buen macerado. La medición de temperatura se consigue a través de sensores instalados en puntos estratégicos de la cámara de macerado. El más importante es el que está instalado a nivel del suelo con tag TBS3-C1, TBS3-C2, etc. El control de la temperatura al interior de las cámaras se consigue a través de la evaporación de agua que se encuentra al interior de tinas, que están en el techo de cada cámara de macerado. Se rellena cada tina con agua y a través de éstas tinas, por un serpentín circula vapor a más de 150 °C, lo que provoca que el agua se evapore. Con el vapor resultante a gran temperatura, escapa a través de tubos instalados a lo largo del techo de las cámaras. El actuador que controla la temperatura son válvulas proporcionales con los tags FCV-CD-T1, FCV-CD-T2, etc. El nivel del agua en las tinas se mantiene en general entre 40% y 50% de la capacidad total de ésta y se controla a través de las válvulas proporcionales con tags FCV-ALM-T1, FCV-ALM-T2, etc. Respecto al relleno de las tinas, cuando se están usando con agua limpia se controla la temperatura a la que se hace circular, gracias a la acción de la válvula TCV-4100. Dicha válvula controla el paso del condensado a través del intercambiador de calor MA-ICA-076, considerando que el sensor de temperatura es el TIT

4100. La cantidad de agua que está ingresando a las tinas, se controla a través de la válvula proporcional FV-3224. El flujo de condensado hacia todas las tinas no es controlado por ninguna válvula, este depende sólo de la presión y la cantidad de válvulas abiertas.

El agua que se va utilizando en el proceso de macerado se devuelve al estanque MA1-TKS-015, el cual es llamado pozo colector. Su principal función es hacer recircular el agua total para formar un circuito semicerrado y así disminuir el consumo de agua limpia. A esta agua se le debe ingresar soda NaOH para controlar el pH. Esto se hace de forma manual y depende de la experticia de cada operador que revisa el sensor de pH AIT 3216, intentar mantener el pH en 7, pues es recomendable que el agua con que se macera sea neutra, para evitar la erosión de los trozos de madera.

El nivel del estanque MA1-TKS-015 es controlado a través de la válvula proporcional LV-3217B. El agua que pasa desde el pozo colector hasta el estanque MA1-TKS-022 y se le denomina estanque de agua filtrada. Justamente obtiene este nombre debido a que el agua es filtrada a través del motor MA1-TMR-022. Esta agua filtrada es la que se utiliza para el riego por aspersión en cada cámara de macerado.

El proceso de macerado en cada cámara es de acuerdo a una receta que se le da a operadores, la que indica la cantidad de horas que se debe macerar sólo con vapor, sólo con riego por aspersión o de forma mixta. Cabe destacar que este tipo de control *batch* que realizan los operadores, lo hacen de forma completamente manual. Existe un software aparte que calcula los tiempos y sólo avisa al operador en qué momento debe tomar alguna acción de acuerdo a la receta, lo que implica que el trabajo que realiza el operador puede que no sea eficiente, pues debe estar constantemente revisando distintas pantallas en distintas estaciones de trabajo.

2.2.3 Agua Industrial

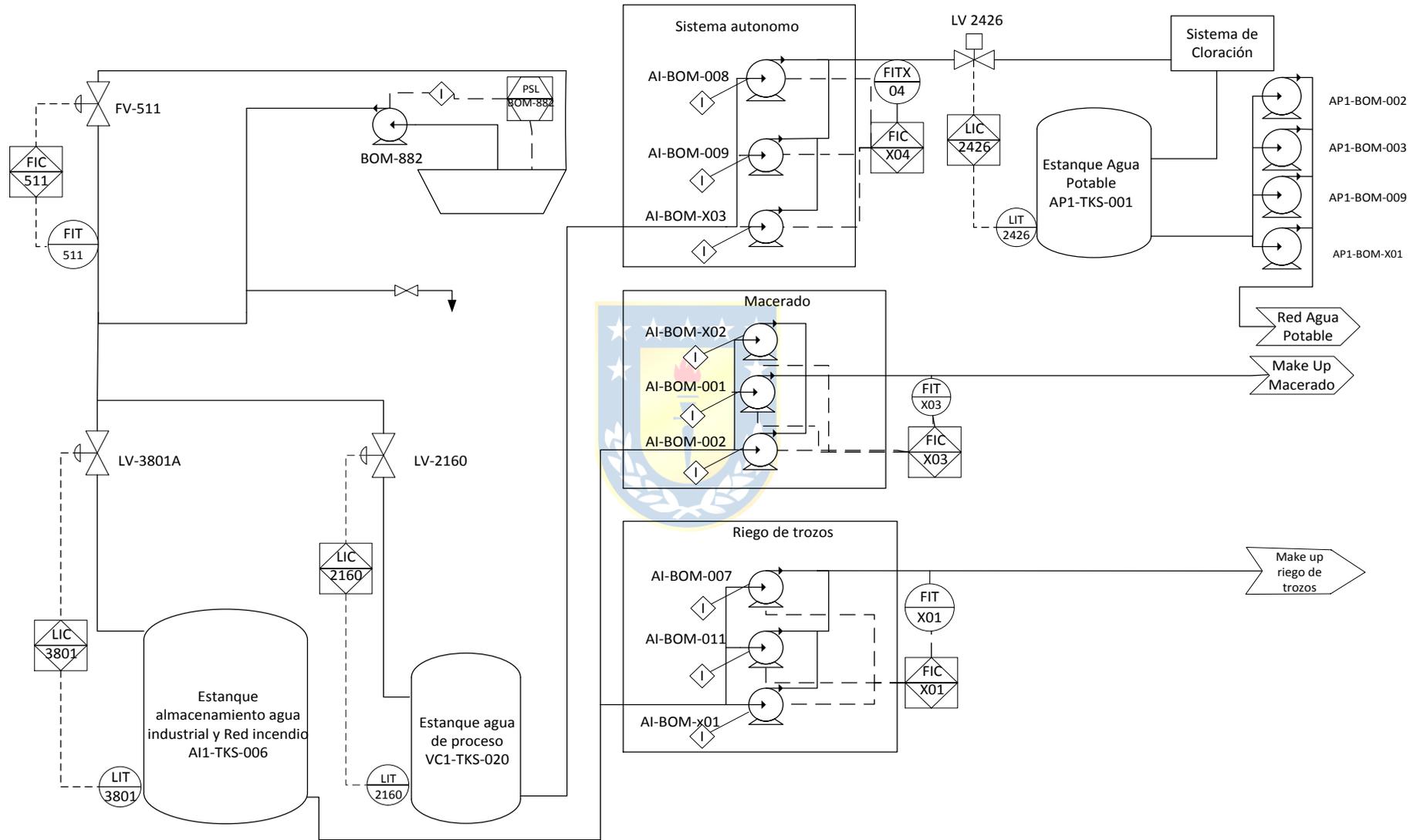


Figura 2.3 Diagrama P&ID Agua Industrial.

En la figura 2.3 se puede apreciar el diagrama P&ID del área de Agua Industrial que existe en la planta Plywood. El área de agua industrial es la encargada de abastecer con agua a toda la planta Plywood. Se reconocen tres grupos de motores, los que tienen directa relación con las áreas más importantes de la planta:

-Sistema autónomo: su principal función es abastecer con agua potable a departamentos, a oficinas y al sistema de seguridad contra incendios. Esto lo hace a través de las bombas que tienen los siguientes *tag*: AI-BOM-008, AI-BOM-009, AI-BOM-X03. La válvula LV-2426 se encarga de controlar el nivel del estanque de agua potable AP1-TKS-001 y esto se hace a través de un control del tipo todo-nada, pues dicha válvula es solenoide y sólo tiene dos estados: abierta o cerrada.

-Macerado: la misión de las bombas con *tag*: AI-BOM-X02, AI-BOM-X01 y AI-BOM-002, es impulsar el agua hacia las tinajas de macerado y hacia las válvulas de riego por aspersión; también para los estanques, el pozo colector y el de agua filtrada cuando se requiera, pues se recuerda que el circuito de agua en el área de Macerado es semicerrado. Sin embargo, es necesario rellenar dichos estanques en algunas situaciones, por ejemplo para las puestas en marcha luego de la parada general de planta. El sensor de flujo FITX03 sólo sirve para mostrar al operador cuánto es el flujo que consume el área de Macerado.

-Riego de trozos: el objetivo de estas bombas es impulsar el agua hacia las canchas de riego automático donde se almacenan los trozos que están en espera del proceso de descortezado y macerado. El proceso de Riego de Trozos se explicará en la sección 2.2.5.

La planta Plywood es abastecida con agua a través de tuberías desde CELPAC y posee dos estanques de almacenamiento de agua para abastecer las áreas nombradas anteriormente, a través de los grupos de motores ya explicados. Estos estanques son:

- AI1-TKS-006: que se utiliza principalmente para suministrar el agua hacia las áreas de Macerado y Riego de Trozos. El nivel de agua almacenada es medido a través del sensor LIT-3801 y se controla con la válvula proporcional: LV-3801A.
- VC1-TKS-020: el que se utiliza para abastecer el sistema autónomo, explicado anteriormente. El nivel de este estanque es medido a través del sensor LIT-2160 y se controla con la válvula proporcional LV-2160.

2.2.4 Efluentes

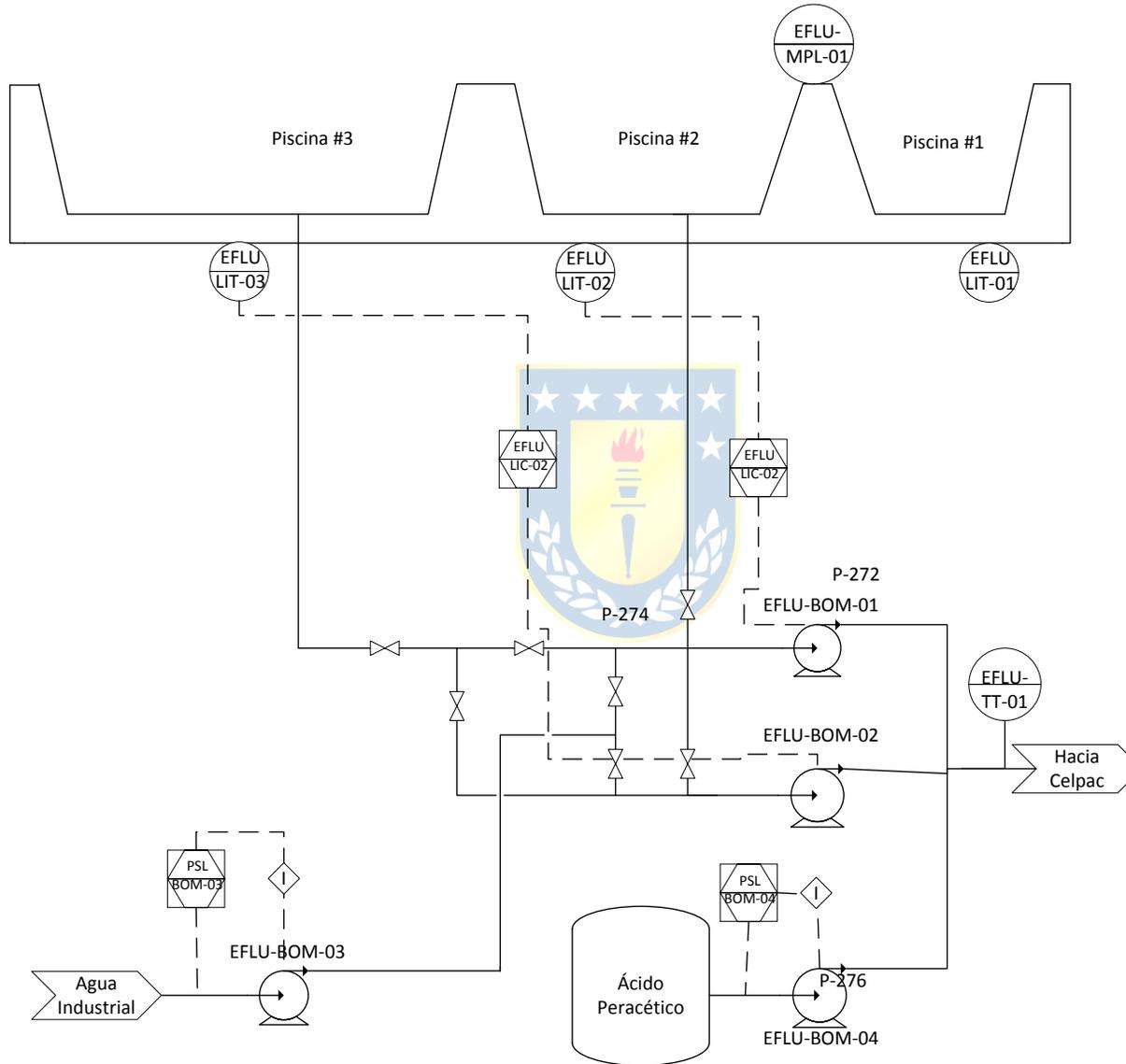


Figura 2.4 Diagrama P&ID Efluentes.

En la figura 2.4 se puede apreciar el diagrama P&ID del área de Efluentes de la planta Plywood. Esta área se compone por tres piscinas que se encargan de almacenar toda el agua lluvia que cae, además del agua industrial que es necesario eliminar de las instalaciones de Plywood.

Los efluentes son tratados con ácido peracético como un agente antimicrobiano, a través de la bomba EFLU-BOM-04, que impulsa dicho ácido hacia las tres piscinas. Esta acción es realizada de forma local en terreno. Cuando es requerido se envían los efluentes de las piscinas hacia CELPAC, donde es tratada y finalmente vertida en el embalse Huelehueico. El envío de efluentes se controla de modo remoto pero en forma manual; es decir, los operadores deben decidir cuándo hacer funcionar las bombas EFLU-BOM-01 y EFLU-BOM-02 para eliminar los efluentes de la planta.

El envío de efluentes hacia CELPAC está restringido a un total de 1800 m³ diarios.



2.2.5 Riego de Trozos

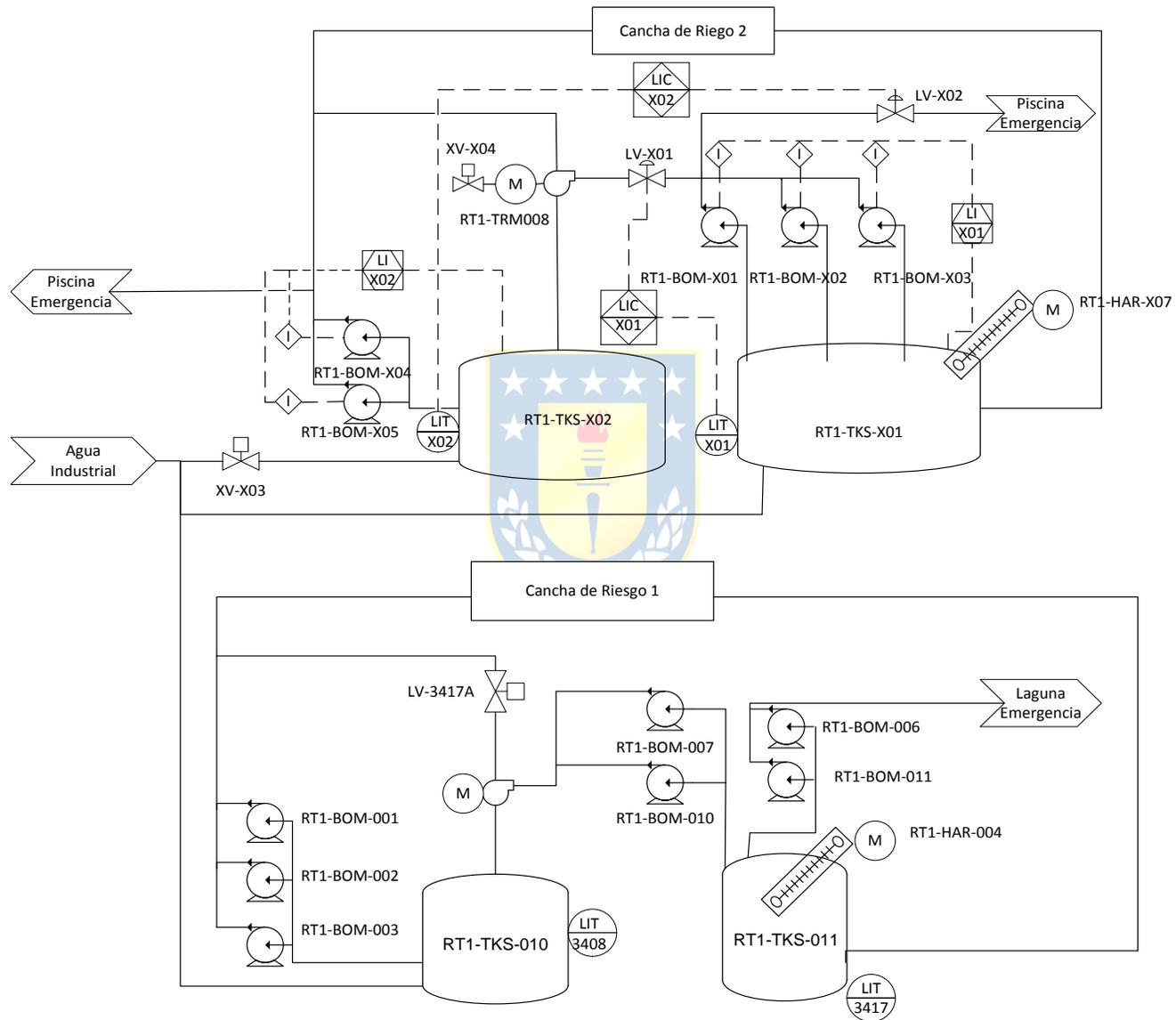


Figura 2.5 Diagrama P&ID Riego de Trozos.

En la figura 2.5 se puede apreciar el diagrama P&ID del área de Riego de Trozos que existe en la planta Plywood. Esta área sirve para saturar con agua los trozos de madera dispuestos a ser macerados. Las dos razones principales por las que los trozos son regados son: primero debido a que evitan la formación de hongos y manchas en la madera; y segundo, para evitar que éstos se endurezcan. El macerado de un trozo de madera blando es más eficaz que uno endurecido, pues el calor aplicado es capaz de penetrar más profundamente en madera más blanda.

El proceso de riego funciona de la siguiente manera:

- Desde el área de Agua Industrial se abastecen los estanques: RT1-TKS-010 y RT1-TKS X02 de las canchas de riego 1 y 2 respectivamente.
- Las bombas RT1-BOM-001, RT1-BOM-002 y RT1-BOM-003 son las que impulsan el agua almacenada en el estanque RT1-TKS-010 hacia la cancha de riego 1.
- Las bombas RT1-BOM-X04 y RT1-BOM-X05 son las que impulsan el agua almacenada en el estanque RT1-TKS-X02 hacia la cancha de riego 2.
- El agua que cae y se drena desde las canchas de riego, es recolectada y almacenada en los estanques RT1-TKS-011 y RT1-TKS-X01, para las canchas de riego 1 y 2 respectivamente. El agua que se almacena en estos dos estanques es impulsada por medio de bombas hacia los otros dos estanques nombrados anteriormente, formando así un circuito semicerrado para el agua que se utiliza en las canchas de riego.

Cabe destacar que actualmente sólo la cancha de riego 2 se puede controlar de forma remota, pues en la cancha de riego 1 es posible visualizar de sólo forma remota los sensores de nivel de ambos estanques.

El control de nivel de ambos estanques de la cancha 1 se realiza de forma manual y local. Mientras que para la cancha 2, el control del nivel del estanque RT1-TKS-X01 se realiza a través de la válvula proporcional LV-X01 y el control del nivel del estanque RT1-TKS-X02 se realiza a través de la válvula solenoide XV-X03.

2.2.6 Planta Agua Potable

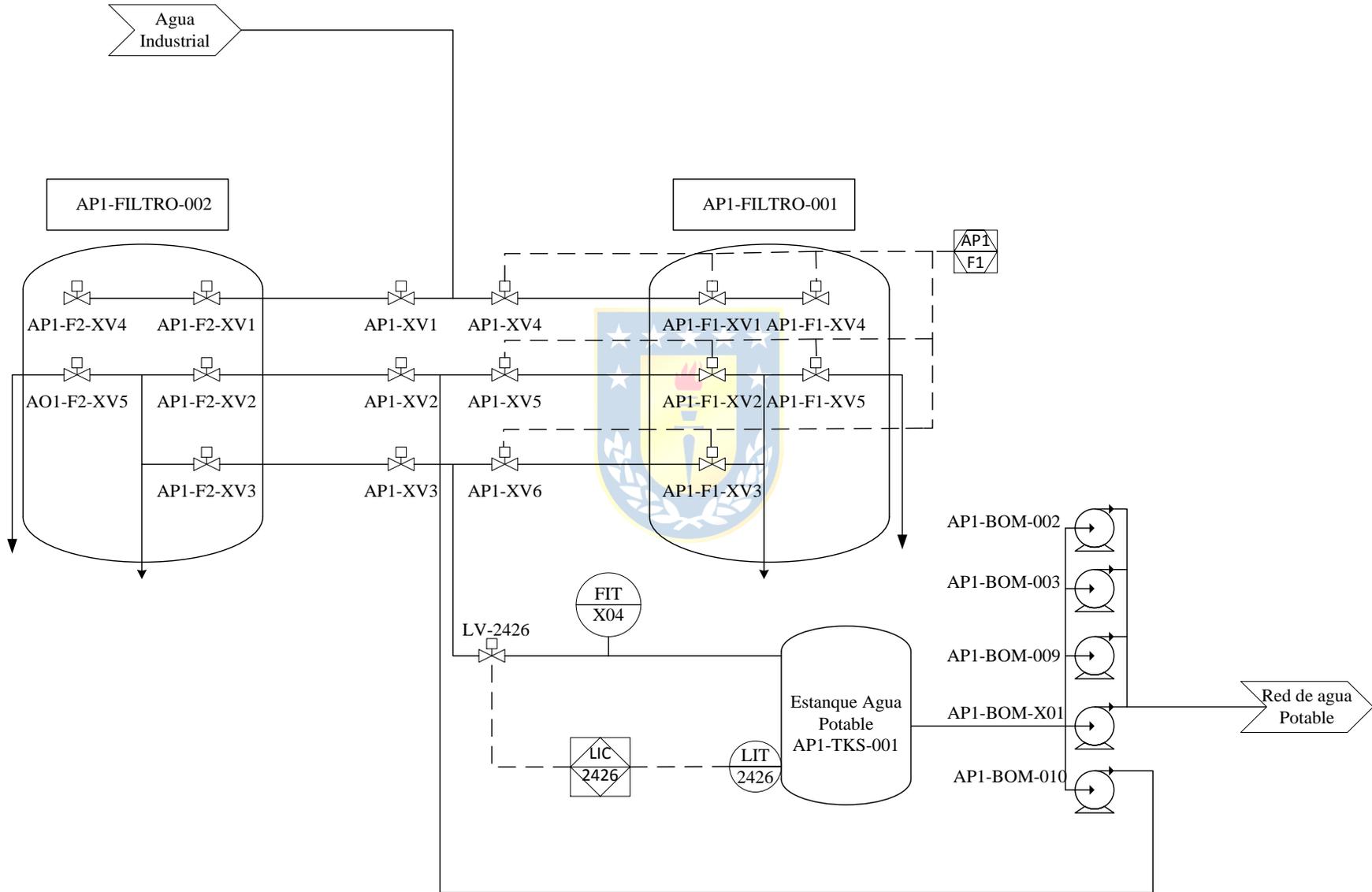


Figura 2.6 Diagrama P&ID Planta Agua Potable.

En la figura 2.6 se puede apreciar el diagrama P&ID del área de Planta de Agua Potable que existe en la planta Plywood. Esta área es la encargada de filtrar el agua proveniente desde el estanque de agua de proceso, a través de una serie de filtros controlados por válvulas solenoides. El filtro AP1-FILTRO-001 es el único que cuenta con control desde el PLC accionado por el operador desde la aplicación SCADA, por lo tanto es posible controlar este proceso de forma remota. El proceso de filtraje del agua es llevado a cabo por medio de un ciclo de lavado que permite limpiar desde afuera hacia adentro al filtro; y otro de retrolavado que permite limpiar desde adentro hacia afuera del filtro. De esta manera se controlan las válvulas solenoides de forma automática para llevar a cabo dichos ciclos.

Al estanque de agua potable AP1-TKS-001, se le controla el nivel por medio de la válvula solenoide LV-2426.

La bomba de cloro AP1-BOM-010 inyecta este material a la zona de filtraje con el fin de limpiar y desinfectar el agua y se controla de manera manual y local.



2.2.7 Arquitectura del sistema actual

En la figura 2.7 se muestra la arquitectura actual del sistema de control involucrado en las áreas descritas anteriormente.

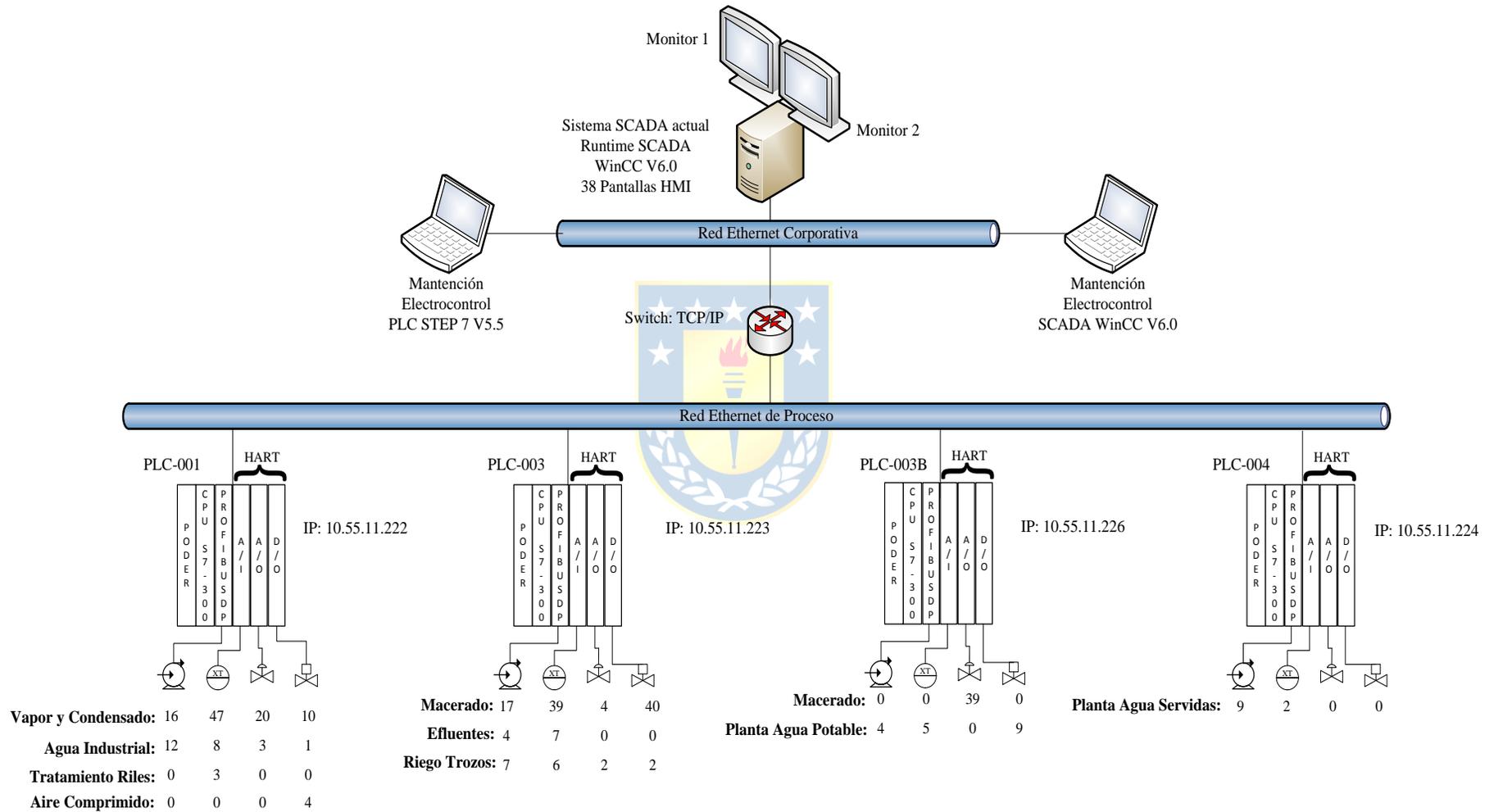


Figura 2.7 Arquitectura del sistema de control actual.

En la figura 2.7 se muestra la arquitectura del sistema de control que actualmente opera en las áreas descritas en el presente documento para la planta Plywood.

En la figura se pueden apreciar tres zonas numeradas. La estructura aparenta ser una figura piramidal. En la base de esta pirámide, la zona número 1, están los equipos de campo. En esta zona se ubican sensores, transmisores, válvulas, motores y bombas, entre otros equipos o elementos menores. En la figura, se puede apreciar la cantidad de sensores, transmisores, válvulas proporcionales, bombas o motores y válvulas solenoides por cada área.

Cabe destacar que en terreno existen otros equipos instalados como por ejemplo, sensores de presión que activen la seguridad de una bomba para que ésta no trabaje en vacío o comience a funcionar para evitar la presurización de alguna línea. Sin embargo, esta información es prácticamente imposible recolectarla debido a la envergadura de instrumentos y sensores dedicados a estas funciones de seguridad. Es por ello que esta sección sólo informa acerca de aquellos elementos que tienen gran incidencia en la aplicación SCADA; es decir, actuadores, válvulas, bombas y motores, y sensores de temperatura, de nivel, de presión y otros. Cabe destacar que un lazo de control simple está compuesto por sensores, actuadores.

En la zona número 2 se encuentra el nivel del control de procesos. Es en esta zona donde se encuentran los autómatas programables o PLC, que tendrán la misión de controlar de forma autónoma bajo supervisión humana, los procesos que ocurren al interior de la planta. Las áreas descritas en el presente proyecto se controlan y/o monitorean a través de los cuatro PLC Siemens S7-300 los que se comunican entre sí a través de una red Ethernet.

Finalmente en la última zona se encuentra la operación y supervisión a través de la aplicación SCADA. Es en esta red que se pueden conectar computadores para la mantención de los sistemas de control configurados en los PLC a través del software STEP 7 V5.5 y de la aplicación SCADA a través del software WinCC V6.0.

2.3. Necesidad de modificación SCADA actual y análisis de problemas

A continuación se muestran los análisis realizados a la aplicación SCADA actual que opera en planta Plywood, y los problemas detectados en él. En esta sección, se muestran las razones que justifican la existencia de este proyecto.

Dado que la aplicación SCADA actual cuenta con gran cantidad de pantallas, sólo se mostrarán los despliegues principales y con esto se explicará de forma genérica los problemas detectados para la aplicación SCADA actual y los aspectos a mejorar, solucionar o eliminar.

El desarrollo de esta sección fue realizada gracias al análisis realizado en la sección anterior, y la comprensión a cabalidad de los procesos de Vapor y Condensado y Macerado, estudiados previamente. Cabe destacar que tal como se explicó anteriormente, estas son las dos áreas que más utilizan los operadores en el actual SCADA y que; por lo tanto; son prioridad para encontrar problemas y oportunidades de mejora.



2.3.1 Análisis SCADA actual

A continuación se presentan los despliegues HMI principales de la actual aplicación SCADA.



Figura 2.8 Pantalla principal aplicación SCADA actual.

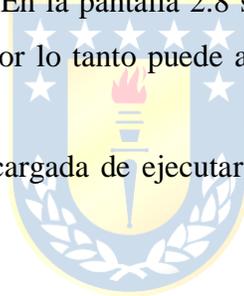
En la figura 2.8 se puede apreciar la pantalla principal de la aplicación SCADA que actualmente utiliza en la planta Plywood, para la supervisión, monitoreo y control de las áreas nombradas anteriormente. En la pantalla se puede apreciar que existe un botón para ingresar el usuario y clave, y otro para desplegar el menú principal. Es cierto que existe una botonera global que está en la parte inferior de la pantalla. Sin embargo, ésta sólo tiene figuras, no se aprecia ningún nombre descriptivo por lo que para cualquier usuario nuevo esto resultaría poco intuitivo. También existe una barra de información global que está en la parte superior de la pantalla, pero ésta sólo muestra el nombre de usuario, computador, fecha y hora. Existe una línea en negro, la que estaría destinada para mostrar alarmas, pero esto no ocurre debido a que nunca se implementó una base de

datos de alarmas ni de fallas para la actual aplicación SCADA. Respecto a la funcionalidad de los botones de la barra inferior, estos sirven para realizar las siguientes acciones:

- (1) Sirve para cambiar la contraseña de algún usuario.
- (2) Funciona para entrar al menú principal.
- (3) Es usado para volver hacia atrás desde cualquier pantalla.
- (4) Se utiliza para cambiar de usuario.
- (5) Despliega el resumen de alarmas, pero tal como se comentó anteriormente esta pantalla nunca funcionó y por ende, el sistema actual funciona sin ninguna alarma ni sistema que advierta sobre fallas. Por lo tanto esta pantalla nunca es revisada por los operadores.
- (6) Sirve para silenciar una alarma, que por las razones dadas anteriormente no se utiliza.
- (7) Sirve para reconocer una alarma.
- (8) Funciona para salir de la aplicación *Runtime*.

Cabe destacar que todos estos botones sólo pueden ser presionados cuando exista un usuario conectado y reconocido en el sistema. En la pantalla 2.8 se puede apreciar que el usuario *Cristian* ha iniciado la sesión en el sistema y, por lo tanto puede acceder y presionar los botones descritos anteriormente.

La aplicación *Runtime* es la encargada de ejecutar la aplicación SCADA en la estación de trabajo.



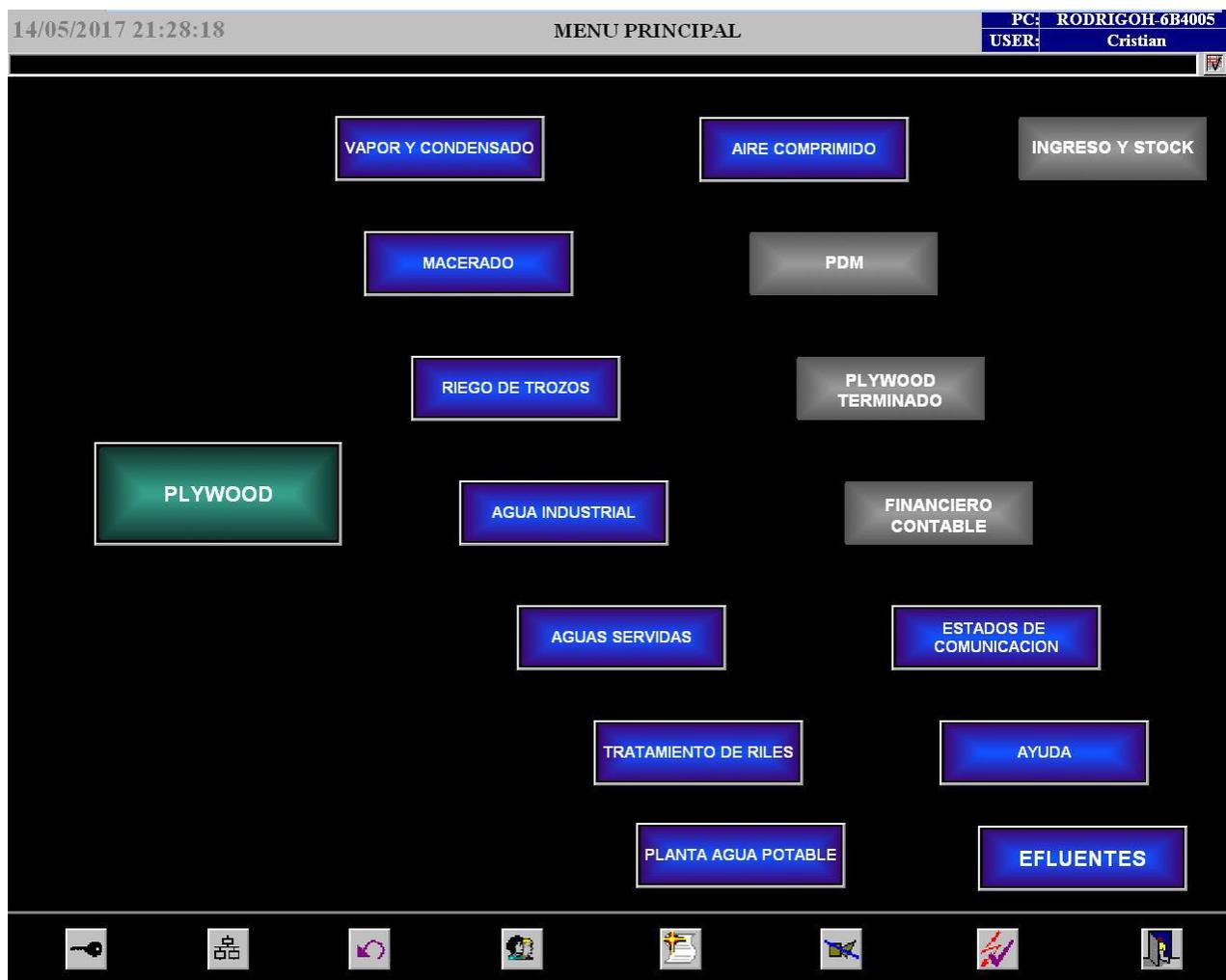


Figura 2.9 Menú principal aplicación SCADA actual.

En la figura 2.9 se muestra el menú principal de la actual aplicación SCADA. No existen mayores inconvenientes respecto a esta pantalla, el gran detalle que se puede comentar es que para ingresar a cualquier área, necesariamente se debe ingresar a través del segundo botón de la botonera inferior. Esto provoca que se pierdan de vista por algunos instantes la pantalla actual que se esté revisando, por lo que bajo este punto de vista no es eficiente el cambio de pantallas.

Como se explicaba anteriormente, todas las áreas nombradas se encuentran listadas en este menú principal y es posible acceder a ellas a través de la acción del mouse. Sin embargo, al acceder a algunas de estas áreas, como por ejemplo Macerado, se desplegará otro menú, lo que hace aún más engorroso el acceso a las distintas áreas.

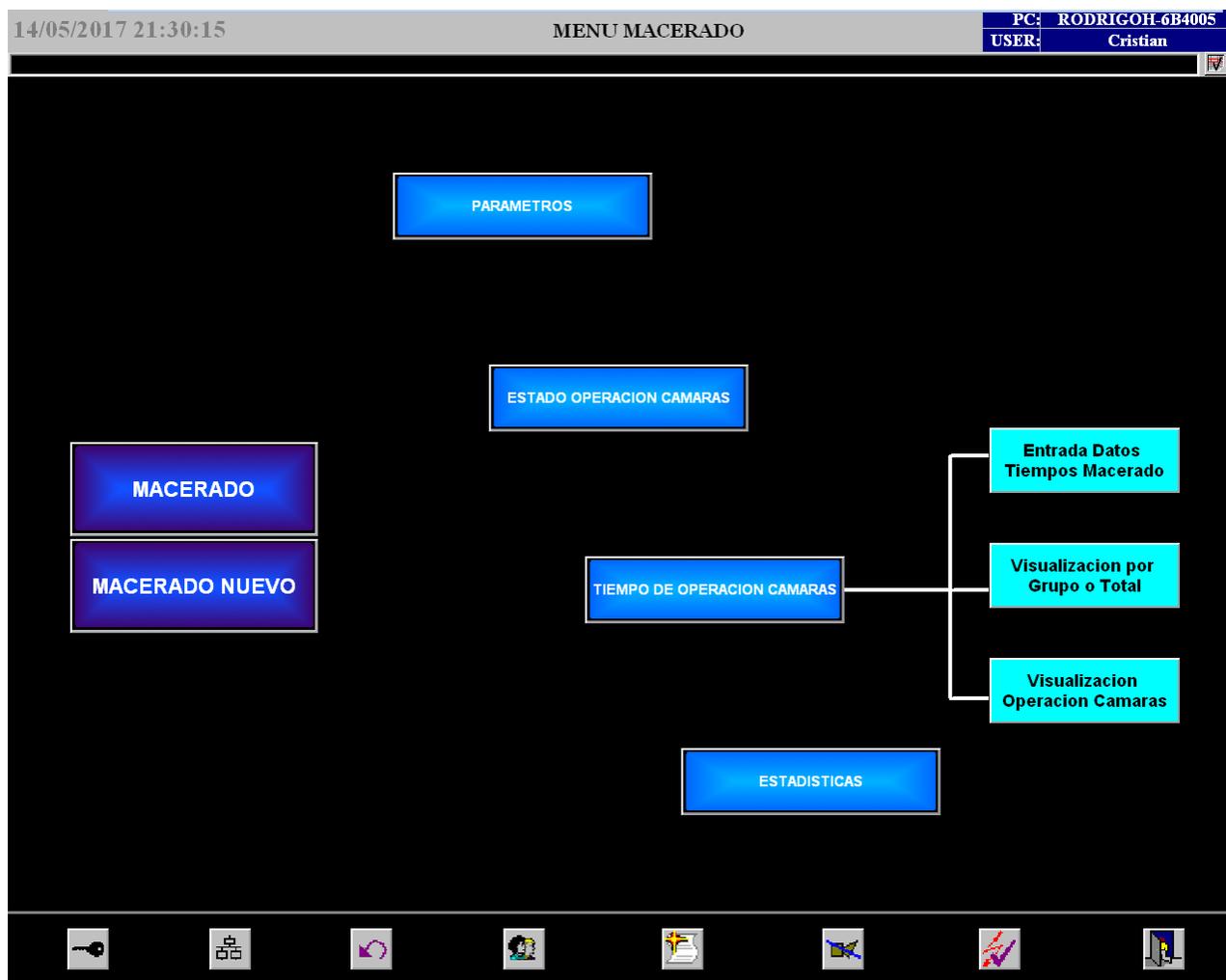


Figura 2.10 Menú principal área de Macerado, SCADA actual.

Tal como se comentaba anteriormente, al presionar el botón “MACERADO”, se despliega la pantalla mostrada en la figura 2.10. Esta muestra el menú principal del área de Macerado. A través de esta pantalla es que se puede acceder a los distintos despliegues gráficos configurados para el área de Macerado. Particularmente, debido a que los operadores no poseen un sistema de control del tipo *batch*, que permita realizar el proceso de macerado de forma automática de acuerdo a los tiempos requeridos de maceración, es que las pantallas del estado y tiempo de operación de las cámaras, no son revisadas por ellos. Esto debido a que no existe información útil que puedan extraer de dichos despliegues. Los operadores tienen la opción de acceder a dos despliegues que muestran el proceso de Macerado, sin embargo el botón llamado “MACERADO NUEVO” es que el realmente muestra toda la información del proceso, por lo que el despliegue mostrado a través de este botón será la base en la cual se trabajará el área de Macerado. La pantalla principal del área de Macerado se muestra en la figura 2.11.

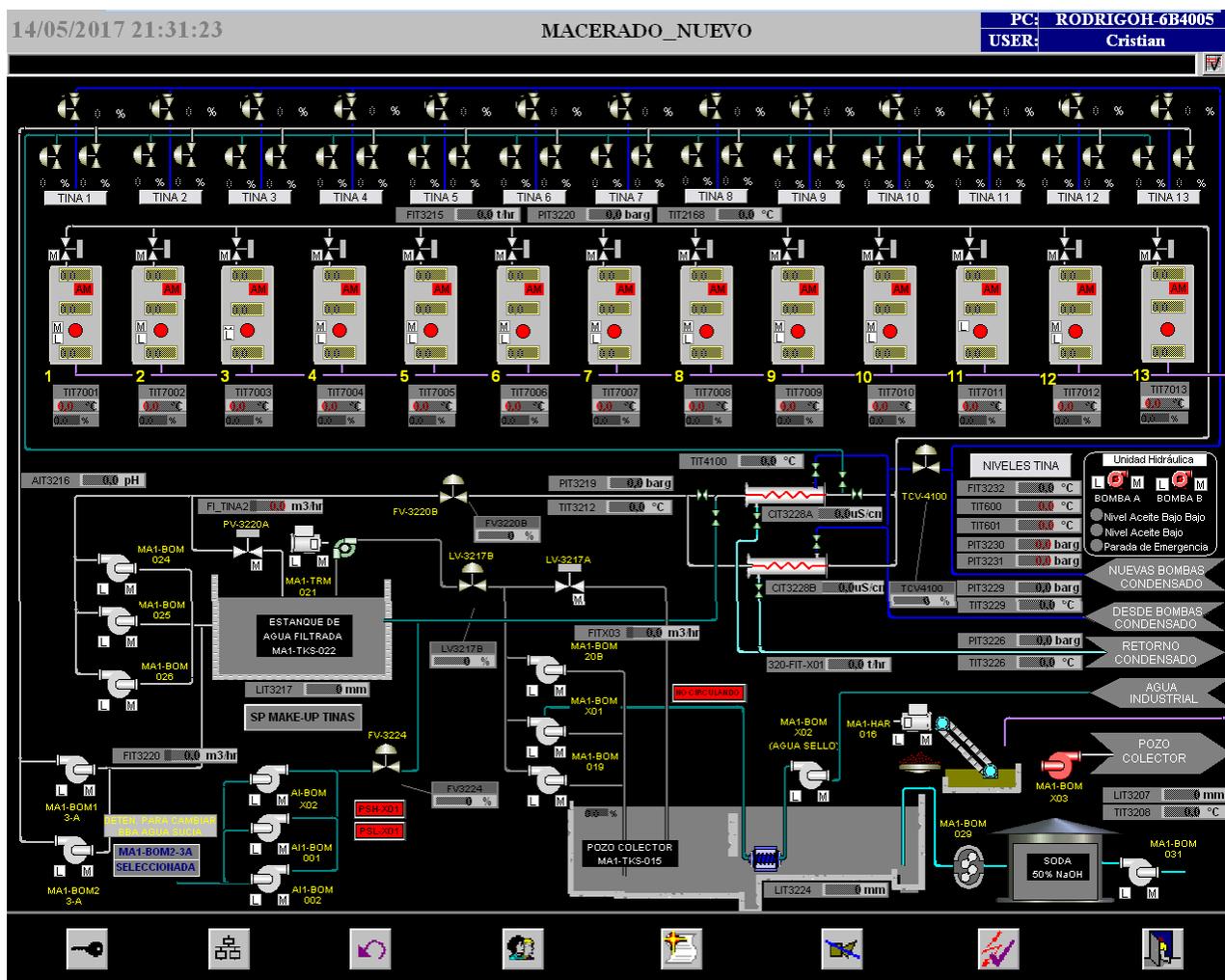


Figura 2.11 Despliegue gráfico principal área de Macerado, SCADA actual.

En la figura 2.11 se muestra el despliegue gráfico de la pantalla principal del área de Macerado. A simple vista se puede apreciar el gran contraste que existe entre el color de fondo, el color de las letras y los colores de los objetos. A pesar de que todas las figuras de bombas están en color gris (debido a que esta imagen fue obtenida de forma offline), en general los tres colores que se proyectan siempre son verde cuando están funcionando, rojo cuando están detenidas y amarillo cuando están en falla. Ocurre lo mismo con las válvulas solenoides. El tamaño para representar los estanques es bastante excesivo y además no despliegan mayor información al operador, puesto que al interior de éstos sólo se muestra una barra animada que representa el nivel actual de dicho estanque. Sin embargo, no es posible conocer inmediatamente el nivel instantes antes, ni tampoco se puede interpolar esta información para poder intuir dicho nivel instantes después. Debido al excesivo uso de colores es que no se pueden ver a simple vista las situaciones anómalas como fallas o alarmas.

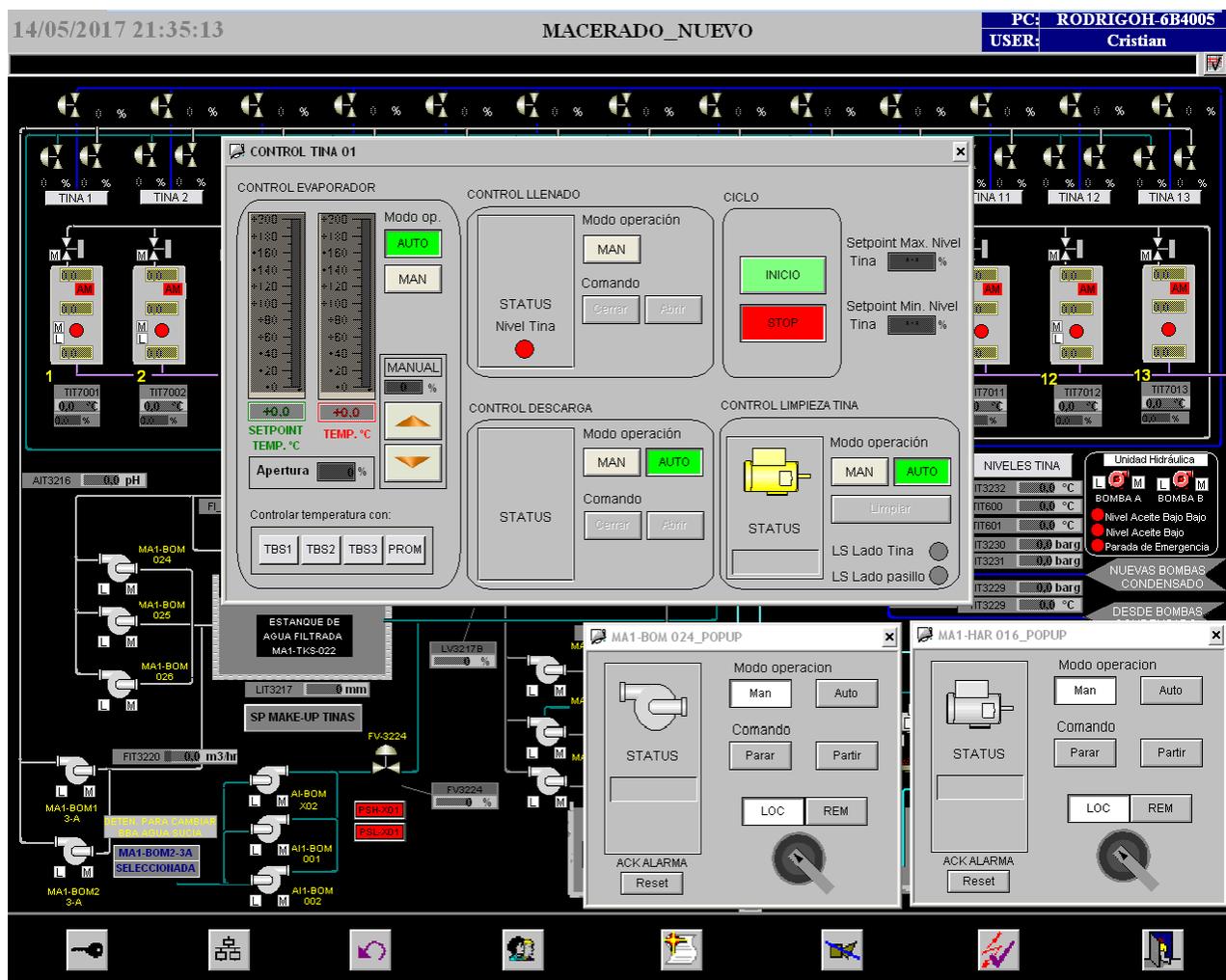


Figura 2.12 Despliegue de pop-up del área de Macerado, SCADA actual.

En la figura 2.12 se muestran distintos despliegues pop-up para el área de Macerado. En estas ventanas se deberían enviar los distintos comandos al PLC para provocar una determinada acción de control sobre el proceso. Por ejemplo, en la ventana de la bomba MA1-BOM 024-POPUP, al hacer un *click* sobre el comando partir, la bomba debería comenzar a funcionar. Ocurre lo mismo para la configuración de los *Set Point* de los distintos lazos de control configurado. Sin embargo, en ningún pop-up de los controladores es posible cambiar el *Set Point* configurado, ya que todos éstos se modifican a través de una pantalla de parámetros que se mostrará en la figura 2.13. Esta incongruencia provoca que la actual aplicación SCADA sea ineficiente e inconsistente.

14/05/2017 21:42:33 MACERADO - PARAMETROS PC: RODRIGO-H-6B4005 USER: Cristian

The screenshot displays the 'MACERADO - PARAMETROS' configuration screen. It features several panels for adjusting control parameters:

- SELECCION HORAS DE MACERADO:** A panel with a slider set to 0.
- SELECCION OPERACION BOMBAS POZO COLECTOR:** A panel with two radio buttons for 'AI1-BOM-001 STDBY' and 'AI1-BOM-002 STDBY'.
- SELECCION OPERACION BOMBAS ESTANQUE AGUA FILTRADA:** A panel with two radio buttons for 'MA1-BOM-019 STDBY' and 'MA1-BOM-020 STDBY'.
- SELECCION OPERACION BOMBAS CAMARAS MACERADO:** A panel with three radio buttons for 'MA1-BOM-024 STDBY', 'MA1-BOM-025 STDBY', and 'MA1-BOM-026 STDBY'.
- SETPOINT PARA ACTIVACION SEGUNDA BOMBA:** A panel with a slider set to 0, labeled '(EN FUNCION DE CPTAS MACERANDO)'.
- SETPOINT PARA ACTIVACION SEGUNDA BOMBA:** A panel with a slider set to 0.0, labeled '(EN FUNCION DE CPTAS MACERANDO)'.
- CONTROL NIVEL POZO COLECTOR MA1-TKS-015:** A panel for 'LV-3217B' (Setpoint Nivel Estanque Agua Filtrada) and 'LV-3217A' (Setpoint Corte Recirculacion) with sliders at 0.0 mm and 0.0 %.
- CONTROL NIVEL ESTANQUE AGUA FILTRADA MA1-TKS-022:** A panel for 'LV-3224' (Setpoint Nivel Estanque Pozo Colector) with a slider at 0.0 mm.
- CONTROL TEMPERATURA CONDENSADO:** A panel for 'TCV-4100' (Setpoint Temperatura Condensado Camaras Macerado) with a slider at 0.0 °C.
- SET POINT FLUJO DE CONDENSADO A TINAS:** A panel for 'SET POINT FLUJO POR CADA CAMARA' with a slider at 110 m3/h. A note below states: '(Debe subir o bajar el valor no mas de 10 unidades por vez, de lo contrario no se permitirá realizar cambio de seting)'. A 'SIGUIENTE' button is located below this panel.
- CONTROL FLUJO ALIMENTACION MACERADO:** A panel for 'FV-3220B' (Setpoint Flujo de Agua Alimentación Macerado) and 'LIM CIERRE FV 3220B' (Limite cierre valvula) with sliders at 50 T/h and 30%.
- TIEMPO PROMEDIO DE RETARDO ENTRE ACTIVACION DE CAMARAS:** A panel with two sliders for 'HORAS' and 'MINUTOS', both set to 0.
- FLUJO DE AGUA SUCIA:** A panel with three sliders for 'FLUJO PARA CADA TINA CON AGUA SUCIA', 'N° DE TINAS ACTIVAS CON AGUA SUCIA', and 'N° DE TINAS ACTIVAS CON AGUA LIMPIA'.

At the bottom of the screen, there is a navigation bar with several icons for system functions.

Figura 2.13 Pantalla de parámetros del área de Macerado, SCADA actual.

En la figura 2.13 se muestra la pantalla de parámetros configurada para el área de Macerado. Tal como se comentaba anteriormente, es en este tipo de pantallas que se pueden cambiar los *Set Point* de los lazos de control configurados. Además, a través de estas pantallas, es posible modificar otros aspectos, como por ejemplo la selección de operación de alguna bomba en modo automático. Cabe destacar que en general todas las bombas, válvulas solenoides y compuertas, funcionan en modo manual, pues tal como se indicó en los comentarios de la figura 2.10, no existe un control del tipo *batch* que permita ejecutar acciones de control en el sistema de manera automática, según sean requeridas.

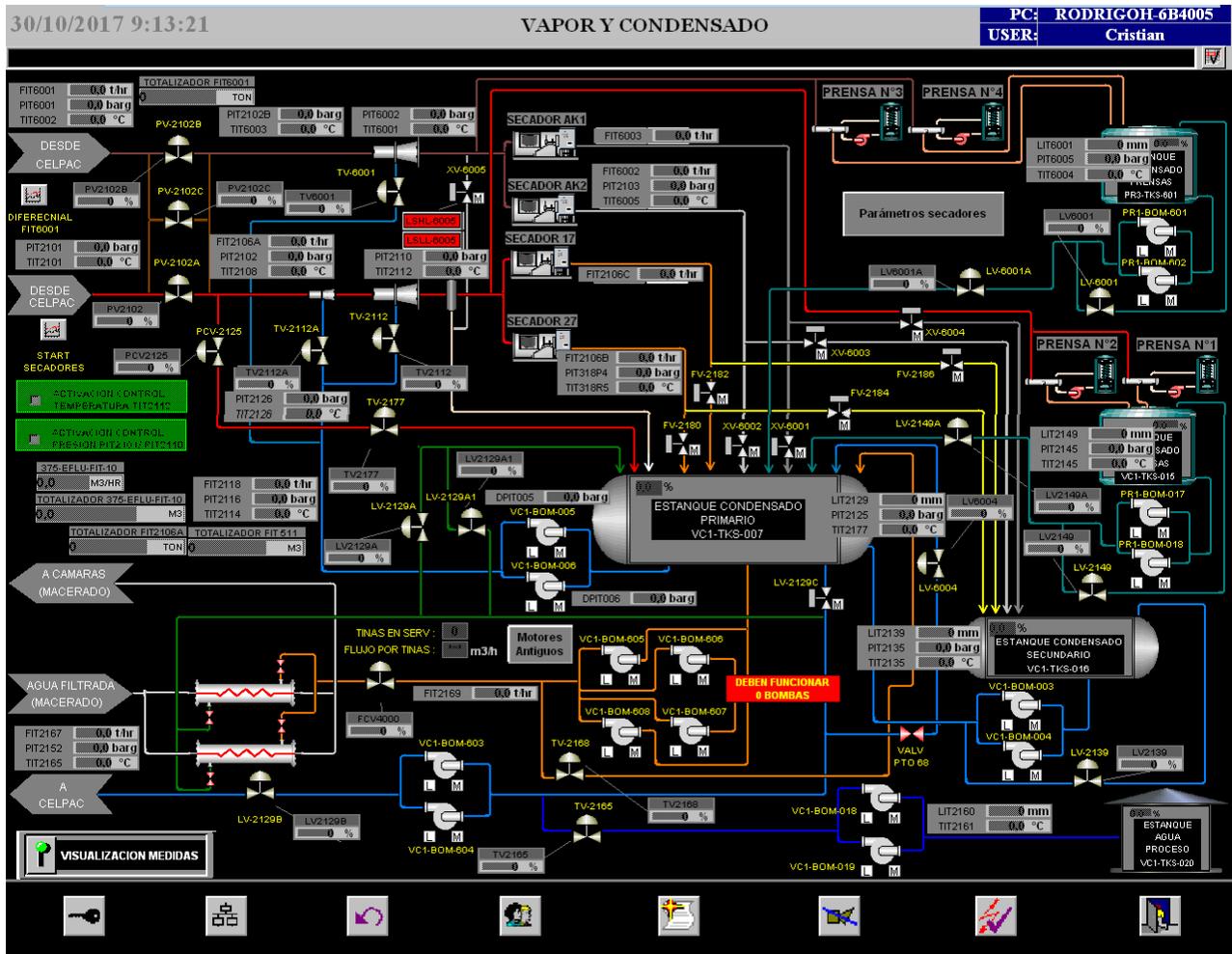


Figura 2.14 Despliegue gráfico principal área de Vapor y Condensado, SCADA actual.

En la figura 2.14 se puede apreciar el despliegue gráfico principal del área de Vapor y Condensado. Al igual como se pudo apreciar en la figura 2.11, se puede ver que existe gran cantidad de datos provenientes de los sensores instalados en terreno. Sin embargo, en ninguna parte de este diagrama principal se puede ver mayor información respecto a estos datos.

La construcción de todas las pantallas sigue la misma lógica demostrada en las figuras anteriores; es decir, un fondo negro, descripción de los equipos con textos color amarillo, gran cantidad de datos provenientes de sensores, colores con gran contraste, estados normales de equipos en colores verde o rojo y exceso de menú para entrar a las pantallas principales.

Ya que la construcción de los diagramas principales de proceso de las otras áreas, los despliegues de las pantallas de parámetros y los pop-up configurados en cada uno de ellos, siguen la misma norma de diseño que lo mostrado anteriormente, es que no se presentarán en este análisis, pues lo único relevante serían las pantallas principales y estas se construyen tomando como base los diagramas P&ID ya expuestos.

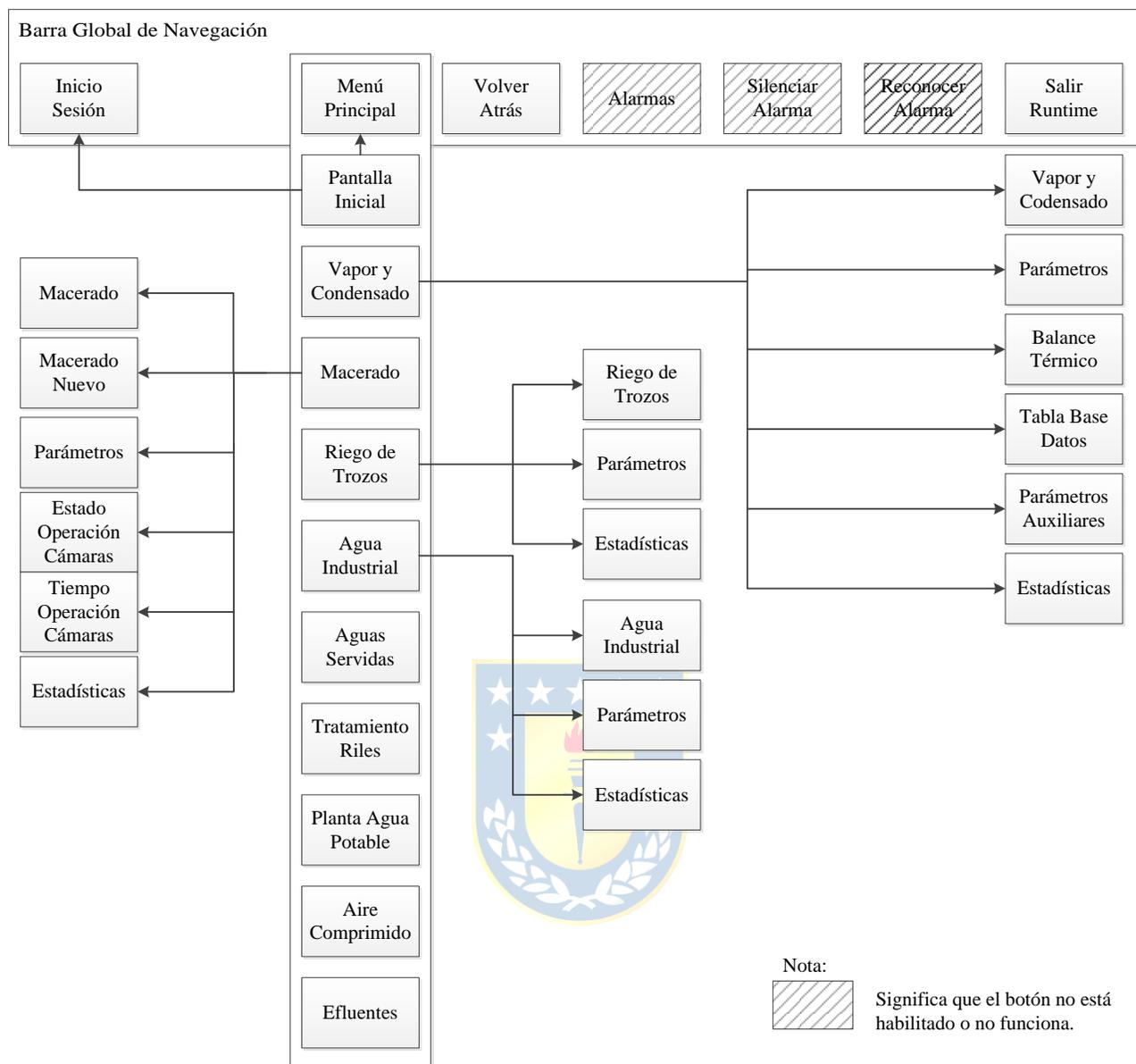


Figura 2.15 Navegación aplicación SCADA actual.

En la figura 2.15 se puede apreciar la lógica de navegación de la aplicación SCADA actual. En la figura se puede apreciar la forma ineficiente de navegar en el sistema, pues tal como se explicaba anteriormente, existe una gran cantidad de menús para poder ingresar finalmente a la pantalla HMI del diagrama de proceso buscado. Además, tal como muestran las implicancias, el sentido de las flechas es único, por lo que para poder volver atrás es necesario accionar el botón de volver atrás en la barra global o tener que acceder nuevamente al menú principal a través de la misma barra. Se muestran los botones referentes a alarmas, que actualmente no prestan utilidad según ya se indicó.

2.3.2 Análisis de problemas SCADA actual

A continuación se presenta un listado con todos los problemas detectados en la aplicación SCADA actual. Estos son los principales a arreglar, mejorar o eliminar, de la nueva aplicación SCADA a implementar.

- Los diagramas de procesos diseñados en las pantallas de la aplicación SCADA actual no están acorde a lo instalado en terreno.
- El diseño de la aplicación SCADA actual no demuestra tener un ambiente ergonómico cognitivo favorable para los operadores.
- La navegación en la aplicación SCADA actual no es eficaz. Esto debido a que se requieren de varios menús para poder entrar a las pantallas principales, lo que provoca gran pérdida de tiempo y además se pierden de vista los diagramas principales para cambiar a otros despliegues.
- Los tiempos de espera para que carguen las pantallas son excesivamente altos. Las áreas que más se utilizan son Vapor y Condensado y Macerado. Por cada vez que se requiere acceder a estas pantallas, el sistema se demora aproximadamente 25 segundos en cargar dichas pantallas.
- Los pop-up de los controladores configurados no son capaces de modificar todos los parámetros que están configurados en ellos, tal como se vio anteriormente, el operador no es capaz de configurar el *Set Point* a través de dichos pop-up.
- Los despliegues principales no muestran información útil al operador para conocer el estado actual e interpretar dicha información para intuir el comportamiento del sistema.
- La actual aplicación SCADA no tiene un sistema de alertas de fallas y alarmas. Por lo tanto no existe la posibilidad de conocer un histórico de las alarmas y de las fallas ocurridas. Al no existir una base de datos de fallas y alarmas configuradas, tampoco existe información desplegada de manera global acerca de estas situaciones anómalas.
- Existe gran cantidad de datos en la actual aplicación SCADA que operadores no utilizan, ya sea porque están obsoletos o por desconocimiento. Esto sólo provoca que el sistema actual esté sobrecargado y genere lentitud en la estación de trabajo.

Capítulo 3. Levantamiento de variables y señales

3.1. Introducción

Uno de los aspectos fundamentales para desarrollar una aplicación SCADA es tener pleno conocimiento acerca de cuáles son las variables y señales que están involucradas en el proceso a supervisar y controlar a través de la aplicación SCADA. Es por ello que es necesario realizar un levantamiento de todas las variables y señales de la actual aplicación SCADA y seccionarlas por cada u área nombrada en el capítulo 2.

En este capítulo se mostrará cómo fue realizado el levantamiento de las variables por cada área y se destacarán las más importantes, pues en total son 1966 variables provenientes de los distintos PLC configurados y no tiene mayor relevancia nombrarlas todas.

Se presenta un análisis de cómo están configuradas las bases de datos en los distintos PLC Siemens S7-300 y cómo están relacionadas con las rutinas programadas en dicho autómata. Tal como se mostró en la figura 2.7 del capítulo 2, existe una relación entre los PLC y la estación de trabajo en la que se ejecuta la aplicación SCADA. Dicha relación radica en la transferencia de datos que realizan ambos equipos; esto ya que desde el PLC se obtiene la información de los diferentes equipos e instrumentos que es desplegada en las pantallas HMI. Mientras que desde la aplicación SCADA a través de las pantallas HMI, los operadores son capaces de enviar los distintos comandos hacia los PLC para ejecutar alguna acción sobre el sistema.

Otro aspecto que se aborda en el presente capítulo es la estructura y definición de variables al interior de la aplicación SCADA. Además la relación que existe entre las variables configuradas en la aplicación SCADA y las pantallas HMI diseñadas.

3.2. Bases de datos en PLC y rutinas

Para explicar cómo están relacionadas las bases de datos en el PLC y las rutinas asociadas a estas, se analizará la programación de la válvula solenoide LV-3217A del PLC-003, del área de Macerado, que es la encargada de habilitar la recirculación del estanque MA1-TKS-015. En general, la gran mayoría de las rutinas están programadas tal como se muestra a continuación. Sin embargo, no es posible abordar todas las características de las rutinas y bases de datos programados en todos los PLC debido a la gran envergadura de información que significaría. Cabe mencionar que tal como se muestra en la figura 2.7, el software para programar los PLC S7-300 de la planta es el STEP 7 V5.5.

En primer lugar se crea un bloque de función (FB101) para todas las válvulas solenoides presentes en el PLC. Esto se muestra en la figura 3.1 a continuación.

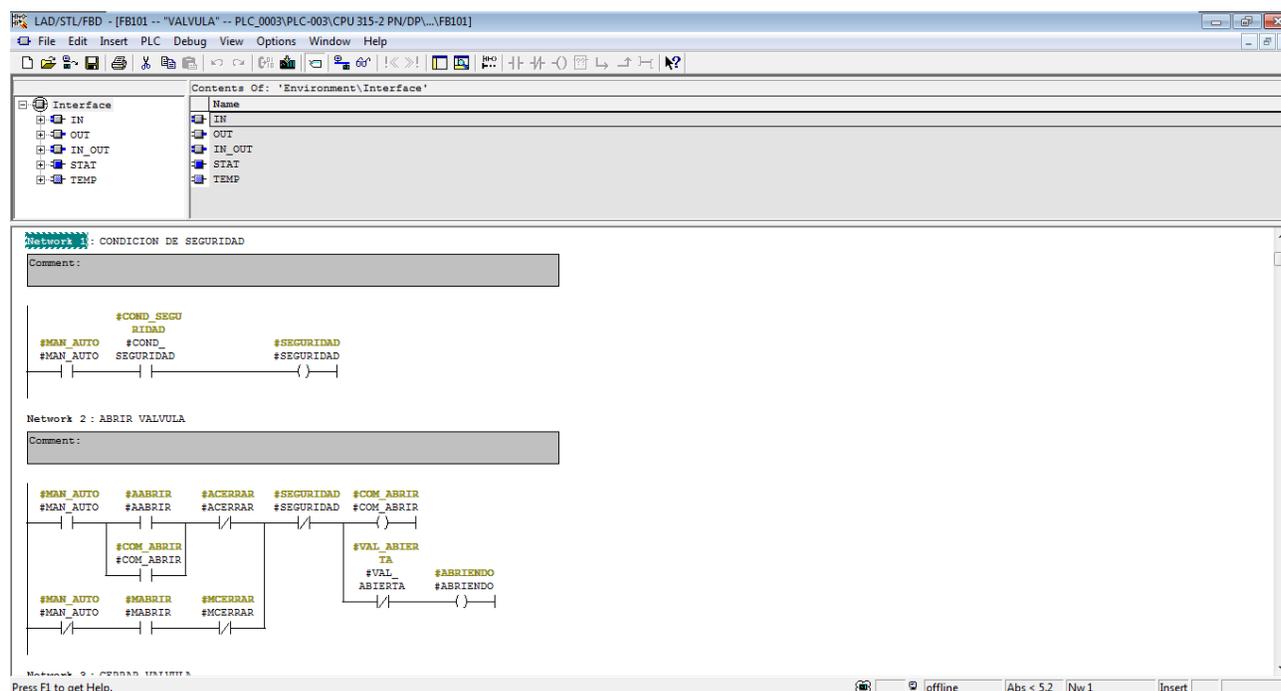


Figura 3.1 Bloque de función FB101, válvulas solenoides PLC-003.

Es través de este bloque de función que se programan las características y comandos que tienen estas válvulas; como por ejemplo, activar el modo manual o automático, habilitar la apertura o cierre de la válvula, verificar o enclavar las condiciones de seguridad o de fallas. Este bloque de función tiene tanto entradas (que son los comandos de abrir, cerrar, automático, manual, reconocer fallas) como salidas, que en este caso al ser válvulas solenoides con dos estados permitidos, son sólo dos: abrir o cerrar. Cada uno de los comandos o estados de la válvula debe tener un lugar definido dentro de la memoria del PLC, es decir debe existir una base de datos que almacenan estas señales.

La programación del bloque FB101 es a través del lenguaje de programación *Ladder* tal como se puede apreciar en la figura 3.1.

El bloque de función FB101 almacena la lógica de cómo debe funcionar cualquier válvula solenoide que se comande a través del PLC-003. Sin embargo, este bloque por sí solo no serviría si es que no se utilizara para definir específicamente qué válvula solenoide utilizará dicha lógica. Es por ello que se crean funciones que utilizan los bloques de función, para realizar lo comentado anteriormente.

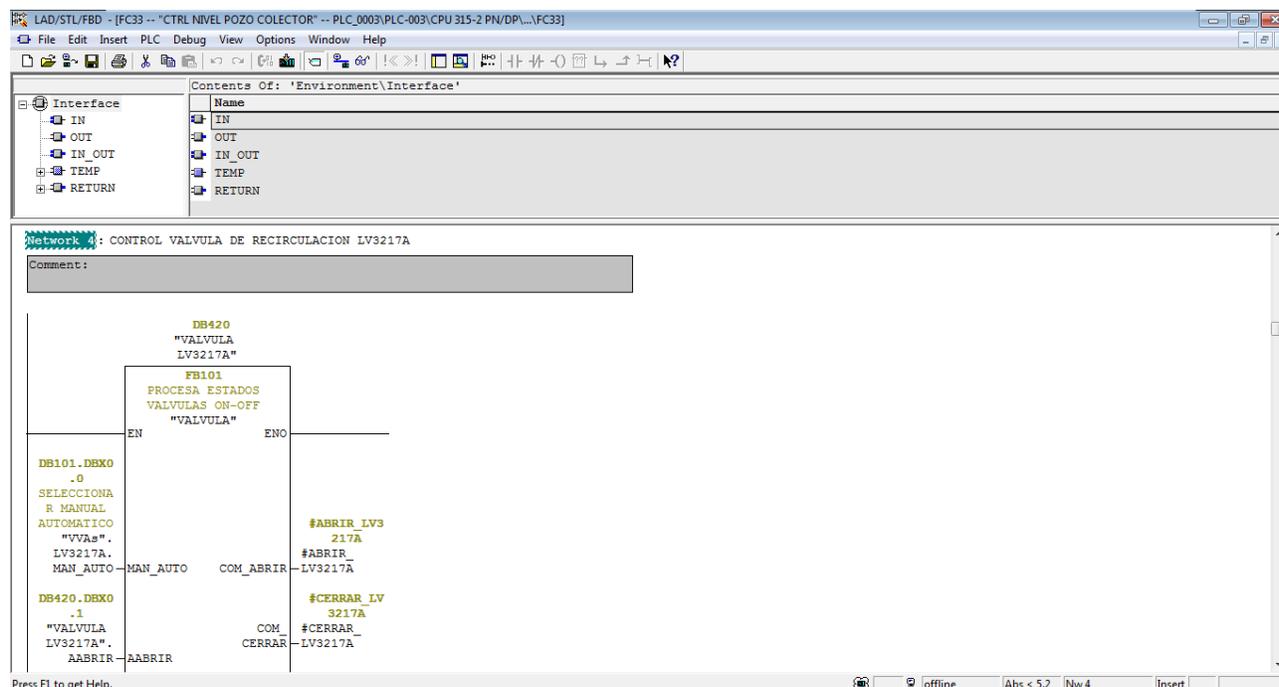


Figura 3.2 Función FC33 control de nivel del pozo colector del área de Macerado.

En la figura 3.2 se puede apreciar el bloque de función FC33. Claramente muestra que en la red 4 se programa la válvula LV3217A utilizando el bloque de función FB101. Ahora se puede ver que, por ejemplo, el comando MAN_AUTO viene desde un DB101.DBX0.0. Esto indica que dicho comando está almacenado en el bloque de datos DB101, en el *bit* 0 del *byte* 0. Por lo tanto existe una base de datos programada especialmente para almacenar los estados y comandos de la válvula LV3217A, específicamente. Dicha base de datos se encuentra en el bloque de datos DB101.

Antes de explicar cómo está ordenada la base de datos para la válvula LV3217A, se explicó que el bloque de datos FB101 tiene entradas y salidas. Tal como se puede ver en la figura 3.2, una de las entradas es el comando ABRIR y una de las salidas es el COM_ABRIR, que almacena su estado en la variable #ABRIR_LV3217A. En la figura 3.3 se muestra qué ocurre con la variable #ABRIR_LV3217A.

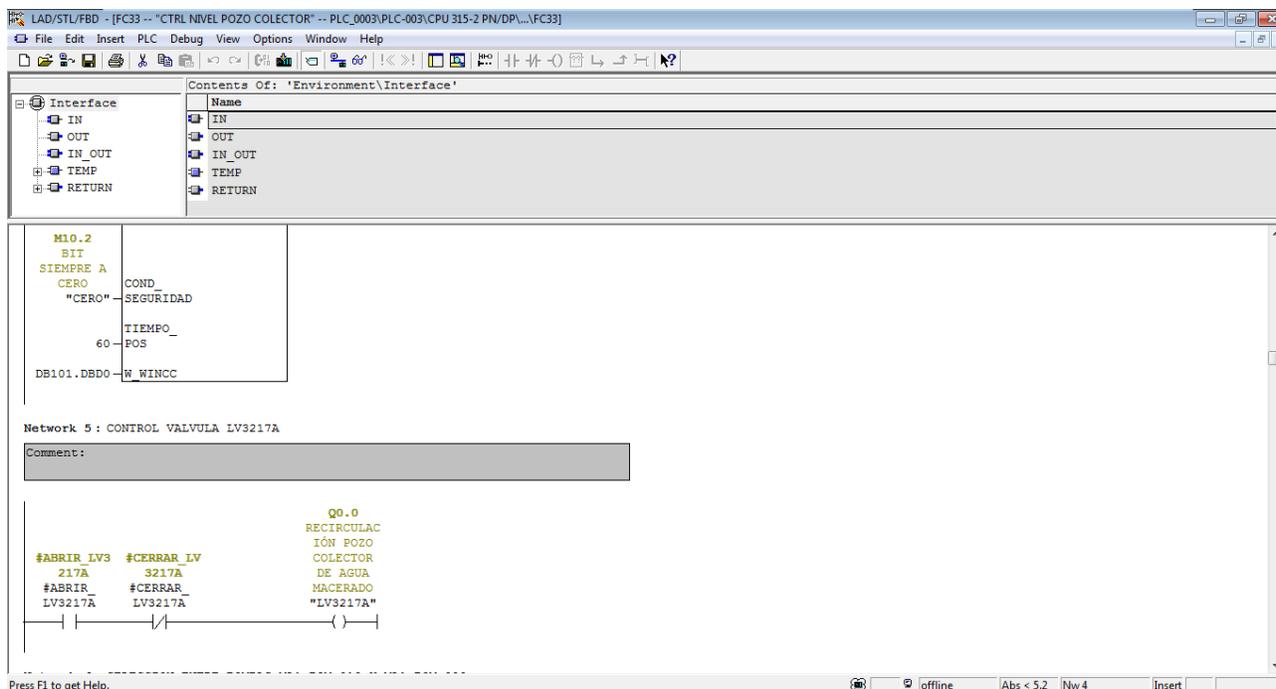


Figura 3.3 Función FC33 comando abrir válvula LV-3217A.

En la figura 3.3 se puede apreciar que en la red 5, el comando #ABRIR_LV3217A, enclava directamente la salida configurada en el PLC, previamente verificando que el comando de #CERRAR_LV3217A se encuentra desactivado. La válvula LV3217A se encuentra físicamente conectada a la salida Q0.0 del PLC-003, es por eso que se enclava dicha dirección el comando de abrir o cerrar.

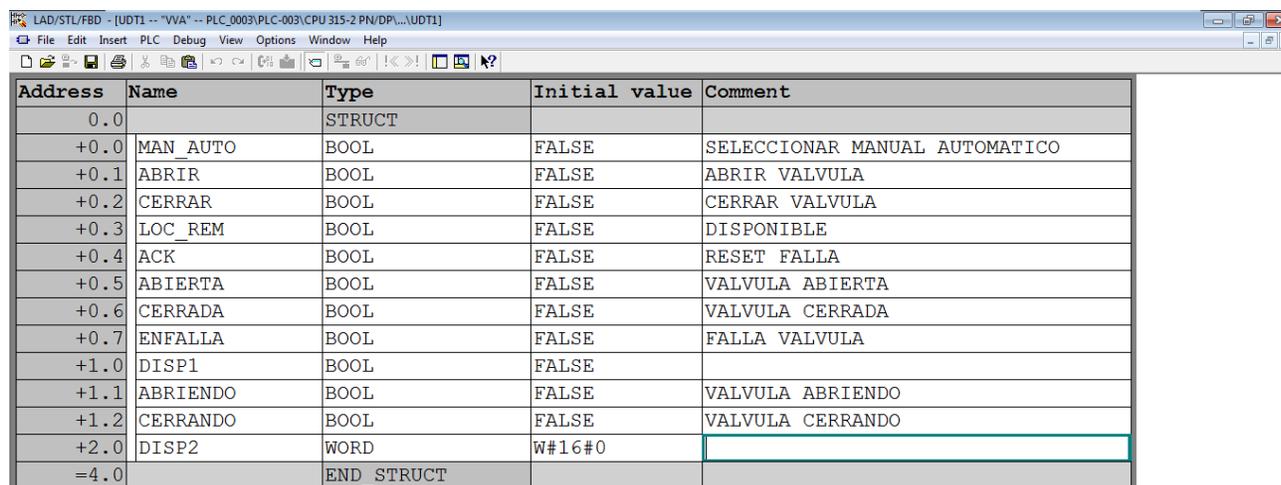
Como se vio antes, los estados y comandos para la válvula LV3217A se almacenan en el bloque de datos DB101.

Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	LV3217A	"VVA"		
+4.0	PV3220A	"VVA"		
+8.0	HV3231	"VVA"		
+12.0	HV3232	"VVA"		
+16.0	HV3233	"VVA"		
+20.0	HV3234	"VVA"		
+24.0	HV3235	"VVA"		
+28.0	HV3236	"VVA"		
+32.0	HV3237	"VVA"		
+36.0	HV3238	"VVA"		
+40.0	HV3239	"VVA"		
+44.0	HV3240	"VVA"		
+48.0	HV3241	"VVA"		
+52.0	HV3242	"VVA"		
+56.0	HV3243	"VVA"		
+60.0	LV3417A	"VVA"		
=64.0		END_STRUCT		

Figura 3.4 Bloque de datos DB101, PLC-003.

En la figura 3.4 se muestra el bloque de datos que almacena los estados y señales para todas las válvulas solenoides que están configuradas en el PLC-003.

En la primera posición, es decir DB101, DD0 (*address* 0.0), se almacenan todos los estados y señales para la válvula LV3217A, se puede ver que esta válvula ocupa un largo de 4 *bytes* en la memoria del PLC. El tipo de variable que está almacenado en dicha posición es una estructura y esta se llama “VVA”. Ahora que ya se conoce cómo se almacenan las variables dentro del PLC, y se supone conocida la base de datos, es necesario analizar cómo está compuesto el tipo de estructura “VVA”, pues es ahí donde se organizan los estados de las válvulas solenoides.



Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	MAN_AUTO	BOOL	FALSE	SELECCIONAR MANUAL AUTOMATICO
+0.1	ABRIR	BOOL	FALSE	ABRIR VALVULA
+0.2	CERRAR	BOOL	FALSE	CERRAR VALVULA
+0.3	LOC_REM	BOOL	FALSE	DISPONIBLE
+0.4	ACK	BOOL	FALSE	RESET FALLA
+0.5	ABIERTA	BOOL	FALSE	VALVULA ABIERTA
+0.6	CERRADA	BOOL	FALSE	VALVULA CERRADA
+0.7	ENFALLA	BOOL	FALSE	FALLA VALVULA
+1.0	DISP1	BOOL	FALSE	
+1.1	ABRIENDO	BOOL	FALSE	VALVULA ABRIENDO
+1.2	CERRANDO	BOOL	FALSE	VALVULA CERRANDO
+2.0	DISP2	WORD	W#16#0	
=4.0		END_STRUCT		

Figura 3.5 Estructura “VVA” del PLC-003.

La figura 3.5 muestra cómo está compuesta la estructura “VVA” del PLC-003. Se puede ver que en la primera dirección de la estructura 0.0, se almacena el comando MAN_AUTO, que permite activar el modo manual o automático de la válvula. Esto se corrobora con lo expuesto en la figura 3.2 donde se puede apreciar que el comando MAN_AUTO de la válvula LV3217A, está en la dirección DB101 DBX0.0.

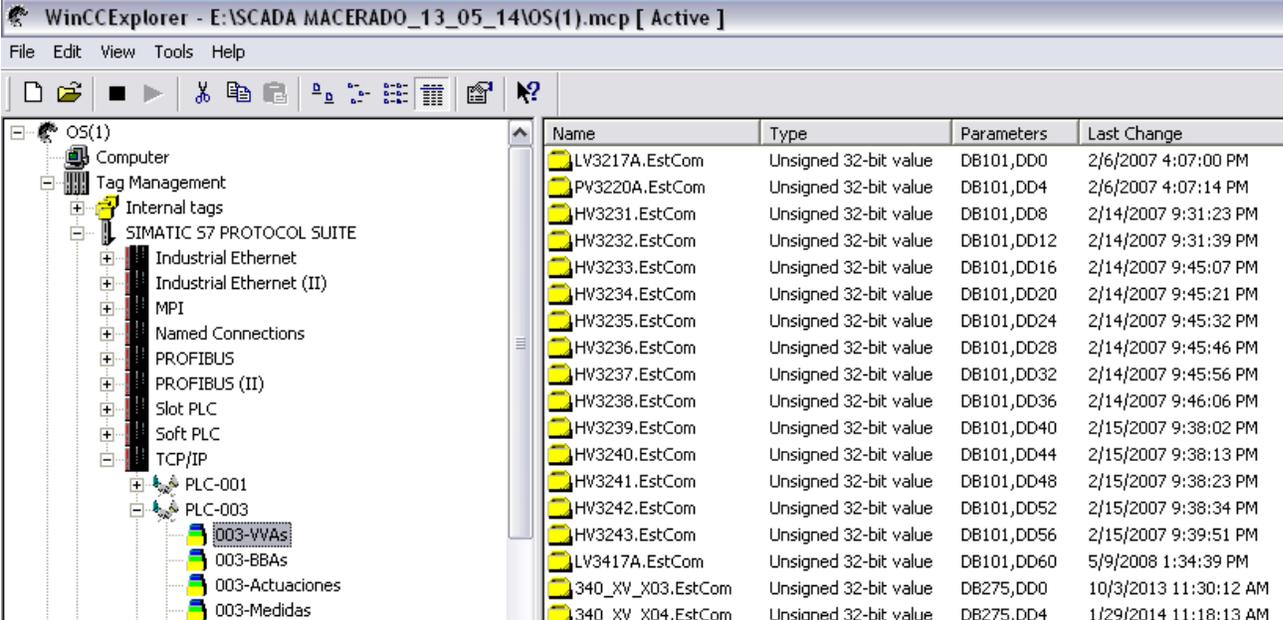
Tal como se pudo ver anteriormente todas las válvulas solenoides funcionan de manera similar a lo explicado. También bombas y compuertas funcionan de manera similar puesto que son elementos análogos en cuanto al tipo de salida, donde sólo se permiten dos estados (funcionando/abierta/on y detenido/cerrada/off).

Para los otros elementos, como por ejemplo válvulas proporcionales, los estados, los valores, las señales y variables, se almacenan de igual forma que lo expuesto anteriormente, por lo que existe gran cantidad de bloques de datos con la información que se debe almacenar. Para todos los PLC Siemens S7-300 configurados en la planta Plywood, el modo de administrar las bases de datos y la relación con las rutinas programadas, es análogo a lo planteado en esta sección.

3.3. Definición de variables SCADA

Como ya se conoce el modo en que los PLC administran las bases de datos de las variables y señales configuradas en ellos, ahora es necesario establecer cómo se definirán las variables que interactuarán entre los PLC y la aplicación SCADA. Para ello, se analizará la base de datos de las variables definidas en la actual aplicación SCADA, pues esta base de datos será el punto de partida para la configuración de la nueva aplicación SCADA.

Siguiendo con el análisis que se hizo a la válvula LV3217A respecto a su programación y configuración en el PLC-003. Ahora se verá como los estados y comandos almacenados en la memoria del PLC, son utilizados y enlazados con el software WinCC V6.0 de la actual aplicación SCADA.



Name	Type	Parameters	Last Change
LV3217A.EstCom	Unsigned 32-bit value	DB101,DD0	2/6/2007 4:07:00 PM
PV3220A.EstCom	Unsigned 32-bit value	DB101,DD4	2/6/2007 4:07:14 PM
HW3231.EstCom	Unsigned 32-bit value	DB101,DD8	2/14/2007 9:31:23 PM
HW3232.EstCom	Unsigned 32-bit value	DB101,DD12	2/14/2007 9:31:39 PM
HW3233.EstCom	Unsigned 32-bit value	DB101,DD16	2/14/2007 9:45:07 PM
HW3234.EstCom	Unsigned 32-bit value	DB101,DD20	2/14/2007 9:45:21 PM
HW3235.EstCom	Unsigned 32-bit value	DB101,DD24	2/14/2007 9:45:32 PM
HW3236.EstCom	Unsigned 32-bit value	DB101,DD28	2/14/2007 9:45:46 PM
HW3237.EstCom	Unsigned 32-bit value	DB101,DD32	2/14/2007 9:45:56 PM
HW3238.EstCom	Unsigned 32-bit value	DB101,DD36	2/14/2007 9:46:06 PM
HW3239.EstCom	Unsigned 32-bit value	DB101,DD40	2/15/2007 9:38:02 PM
HW3240.EstCom	Unsigned 32-bit value	DB101,DD44	2/15/2007 9:38:13 PM
HW3241.EstCom	Unsigned 32-bit value	DB101,DD48	2/15/2007 9:38:23 PM
HW3242.EstCom	Unsigned 32-bit value	DB101,DD52	2/15/2007 9:38:34 PM
HW3243.EstCom	Unsigned 32-bit value	DB101,DD56	2/15/2007 9:39:51 PM
LV3417A.EstCom	Unsigned 32-bit value	DB101,DD60	5/9/2008 1:34:39 PM
340_XV_X03.EstCom	Unsigned 32-bit value	DB275,DD0	10/3/2013 11:30:12 AM
340_XV_X04.EstCom	Unsigned 32-bit value	DB275,DD4	1/29/2014 11:18:13 AM

Figura 3.6 Base de datos WinCC V6.0.

En la figura 3.6 se puede apreciar la base de datos configurada en el software WinCC V6.0. En primer lugar es necesario configurar la conexión de los PLC con el software. Por lo que se agrega el PLC-003 y se le asigna la dirección IP correspondiente a dicho PLC. Con esta configuración ya es posible comunicarse entre la estación de trabajo donde se ejecuta la aplicación SCADA y el PLC.

Se creó un grupo de variables que contiene el *tag* de todas las válvulas denominado 003-VVAs. Al interior de dicho grupo se encuentra la válvula LV3217A EstCom con la dirección DB101,DD0. Tal como se puede apreciar en la figura 3.4, la válvula LV3217A, ocupa exactamente el lugar DD0, del bloque de datos DB101. Por lo tanto este es el enlace necesario que requerido para

poder manipular y visualizar los estados de la válvula LV3217A en la aplicación SCADA. Además en la figura 3.6 se puede apreciar que la siguiente válvula PV3220A.EstCom se encuentra en la posición DD4, es decir, 4 *bytes* después de la LV3217A. Esto también es congruente con lo mostrado en la figura 3.5, pues la asignación de cada estado de válvula ocupa 32 *bits* de espacio de memoria en el PLC (o 4 *bytes*).

Gracias a como están programados los PLC, se puede establecer la base de datos en la aplicación SCADA de forma ordenada e intuitiva para el programador, pues por cada elemento que existe en terreno y que está configurado en algún PLC, se puede extraer la información de forma eficiente.

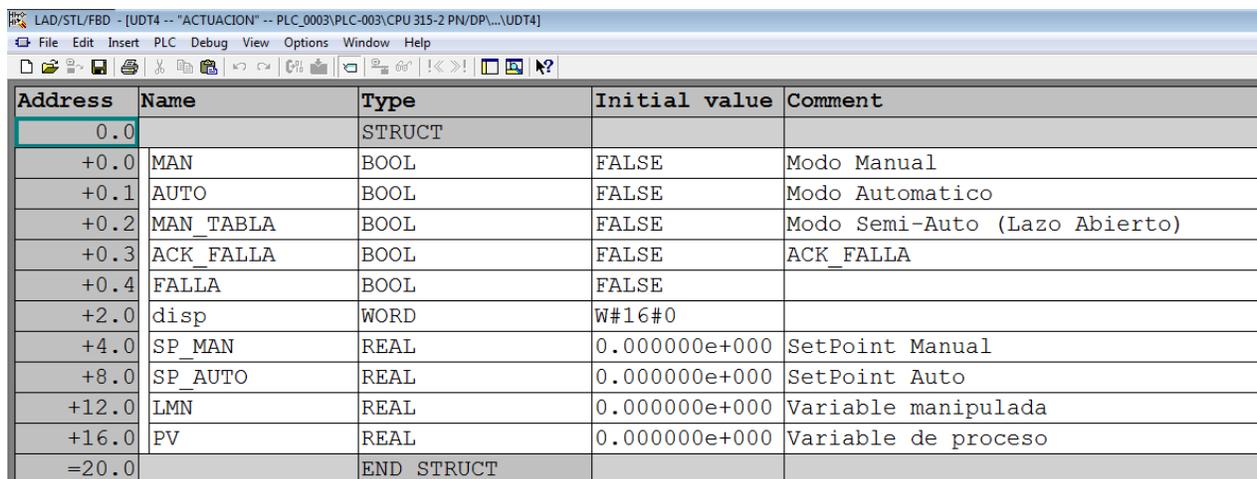
Es así entonces que se definirán las siguientes variables conformar la base de datos de la aplicación SCADA, estas variables son definidas a partir del manejo que se realiza en la aplicación SCADA actual.



TABLA 3.1 Definición de variables SCADA.

Elemento	Variable SCADA	Tipo	Ejemplo	Dirección Ejemplo (PLC-003)
Bombas	.EstCom	Unsigned 32-bit value	BOM3231.EstCom	DB102,DD32
Válvulas Solenoides	.EstCom	Unsigned 32-bit value	LV3217A.EstCom	DB101,DD0
Cámaras	.EstCom	Unsigned 32-bit value	HY3251.EstCom	DB111,DD0
Válvulas Proporcionales	.EstCom	Unsigned 32-bit value	FV3224.EstCom	DB104,DD80
	.SPMan	Floating-point number 32-bit IEEE 754	FV3224.SPMan	DB104,DD84
	.SP	Floating-point number 32-bit IEEE 754	FV3224.SP	DB104,DD88
	.LMN	Floating-point number 32-bit IEEE 754	FV3224.LMN	DB104,DD92
	.PV	Floating-point number 32-bit IEEE 754	FV3224.PV	DB104,DD96
Sensores	.EstCom	Unsigned 32-bit value	AIT3216.EstCom	DB103,DD140
	.VALOR	Floating-point number 32-bit IEEE 754	AIT3216.VALOR	DB103,DD144
	.HH_LIM	Floating-point number 32-bit IEEE 754	AIT3216.HH_LIM	DB103,DD148
	.H_LIM	Floating-point number 32-bit IEEE 754	AIT3216.H_LIM	DB103,DD152
	.L_LIM	Floating-point number 32-bit IEEE 754	AIT3216.L_LIM	DB103,DD156
	.LL_LIM	Floating-point number 32-bit IEEE 754	AIT3216.LL_LIM	DB103,DD160

En la tabla 3.1 se puede apreciar la definición que se ha realizado a elementos típicos en el sistema. Las bombas y cámaras siguen la misma lógica de programación que lo explicado para las válvulas solenoides. Para aclarar por qué las válvulas proporcionales y sensores tienen más de una variable asociada, se recurrirá nuevamente a cómo están definidas dichas variables en la base de datos del PLC-003. En la figura 3.7 se puede apreciar cómo está definida la base de datos para las válvulas proporcionales.

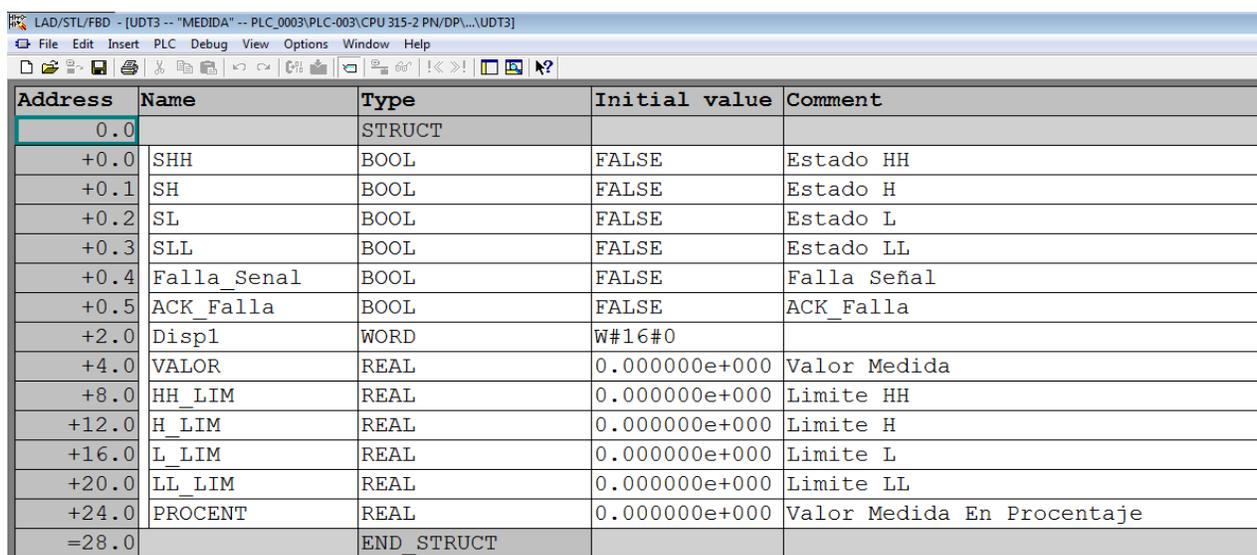


Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	MAN	BOOL	FALSE	Modo Manual
+0.1	AUTO	BOOL	FALSE	Modo Automatico
+0.2	MAN_TABLA	BOOL	FALSE	Modo Semi-Auto (Lazo Abierto)
+0.3	ACK_FALLA	BOOL	FALSE	ACK_FALLA
+0.4	FALLA	BOOL	FALSE	
+2.0	disp	WORD	W#16#0	
+4.0	SP_MAN	REAL	0.000000e+000	SetPoint Manual
+8.0	SP_AUTO	REAL	0.000000e+000	SetPoint Auto
+12.0	LMN	REAL	0.000000e+000	Variable manipulada
+16.0	PV	REAL	0.000000e+000	Variable de proceso
=20.0		END_STRUCT		

Figura 3.7 Base de datos válvulas proporcionales PLC-003.

Tal como se puede ver en la figura 3.7 la base de datos de las válvulas proporcionales cuentan con comandos: manual (MAN), automático (AUTO), semiautomático (MAN_TABLA) y reconocer fallas (ACK_FALLA), además de un *bit* para fallas. Como estos datos son sólo *bits*, es posible juntarlos en un grupo más grande, denominado EstCom. como se muestra en la tabla 3.1. Además están los comandos para cambiar la apertura de la válvula cuando está en modo manual (SP_MAN), para cambiar el *set point* en modo automático (SP_AUTO), para visualizar la apertura actual de la válvula (LMN) y para visualizar el valor de la variable de proceso (PV).

La misma situación ocurre con los sensores. La definición de las variables de los sensores, viene dada debido a cómo están definidos estos en el PLC-003. Tal como se muestra en la figura 3.8 a continuación:



Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	SHH	BOOL	FALSE	Estado HH
+0.1	SH	BOOL	FALSE	Estado H
+0.2	SL	BOOL	FALSE	Estado L
+0.3	SLL	BOOL	FALSE	Estado LL
+0.4	Falla_Senal	BOOL	FALSE	Falla Señal
+0.5	ACK_Falla	BOOL	FALSE	ACK_Falla
+2.0	Disp1	WORD	W#16#0	
+4.0	VALOR	REAL	0.000000e+000	Valor Medida
+8.0	HH_LIM	REAL	0.000000e+000	Limite HH
+12.0	H_LIM	REAL	0.000000e+000	Limite H
+16.0	L_LIM	REAL	0.000000e+000	Limite L
+20.0	LL_LIM	REAL	0.000000e+000	Limite LL
+24.0	PROCENT	REAL	0.000000e+000	Valor Medida En Procentaje
=28.0		END_STRUCT		

Figura 3.8 Base de datos para los sensores en PLC-003.

En la figura 3.8 se pueden apreciar los elementos comunes que pueden ser agrupados en la variable .EstCom:

- Cuando la variable de proceso supera el límite Alto Alto configurado (SHH)
- Cuando supera el límite Alto (SH)
- Cuando cae por debajo del límite Bajo (SL) o cae por debajo del límite Bajo Bajo (SLL)
- Cuando existe una falla en la señal (Falla_Senal)
- Cuando se envía el comando para reconocer la falla (ACK_Falla).

Además, para el mismo sensor se define el valor actual que tiene la variable de proceso (VALOR) y también se definen los límites Alto Alto (HH), Alto (H), Bajo (B) y Bajo Bajo (LL), aparte de entregar el valor en porcentaje (PERCENT). Esa es la razón de por qué en la tabla 3.1 se definen dichas variables para los sensores.

El resto de variables que no pertenecen a las descritas en la tabla 3.1 se agregan a la base de datos de la aplicación SCADA con un nombre intuitivo y característico.

La cantidad total de variables que responden a lo expuesto en la tabla 3.1 es de 1107. Por lo que quedan 859 variables que no son posibles de calificar por regla general de definición, pues son casos particulares. Como por ejemplo, la selección del tiempo de operación del ciclo de lavado, retrolavado y tiempo en servicio del filtro del área de Planta de Agua Potable, que están configuradas en el PLC-003B. Estas variables se definen tal como se muestra en la tabla 3.2.

TABLA 3.2 Definición de variables tiempos de filtro.

Variable SCADA	Tipo	Dirección
TIEMPO_EN_LAVADO	Floating-point number 32-bit IEEE 754	DB27,DD190
TIEMPO_EN_RETRO	Floating-point number 32-bit IEEE 754	DB27,DD194
TIEMPO_EN_SERVICIO	Floating-point number 32-bit IEEE 754	DB27,DD198

3.4. Relación de variables y pantallas HMI

A continuación se define la relación que tienen las variables definidas anteriormente en la tabla 3.1, con las pantallas principales HMI de las áreas de la aplicación SCADA a implementar. Tal como se mencionó anteriormente, debido a que existen 859 variables que se no es posible definir de forma general, estas tampoco se presentaran en esta sección, pues carece de sentido para este informe. Sin embargo, se darán a conocer los actuadores y sensores principales que tendrán relación con cada pantalla HMI principal de las áreas descritas a continuación.

3.4.1 Vapor y Condensado

TABLA 3.3 Bombas Vapor y Condensado.

Bomba	Tag	PLC	Dirección
BOM601P	BOM601P.EstCom	PLC-001	DB721,DD0
BOM602P	BOM602P.EstCom	PLC-001	DB721,DD4
BOM2117P	BOM2117P.EstCom	PLC-001	DB721,DD8
BOM2118P	BOM2118P.EstCom	PLC-001	DB721,DD12
BOM2103	BOM2103.EstCom	PLC-001	DB721,DD16
BOM2104	BOM2104.EstCom	PLC-001	DB721,DD20
BOM2118	BOM2118.EstCom	PLC-001	DB721,DD24
BOM2119	BOM2119.EstCom	PLC-001	DB721,DD28
BOM605	BOM605.EstCom	PLC-001	DB102,DD56
BOM606	BOM606.EstCom	PLC-001	DB102,DD0
BOM607	BOM607.EstCom	PLC-001	DB102,DD4
BOM2105	BOM2105.EstCom	PLC-001	DB102,DD12
BOM608	BOM608.EstCom	PLC-001	DB102,DD16
BOM2106	BOM2106.EstCom	PLC-001	DB102,DD20
BOM603	BOM603.EstCom	PLC-001	DB102,DD24
BOM604	BOM604.EstCom	PLC-001	DB102,DD36

TABLA 3.4 Válvulas Solenoides Vapor y Condensado.

Válvula Solenoide	Tag	PLC	Dirección
XV6001	XV6001.EstCom	PLC-001	DB720,DD0
XV6002	XV6002.EstCom	PLC-001	DB720,DD4
XV6003	XV6003.EstCom	PLC-001	DB720,DD8
XV6004	XV6004.EstCom	PLC-001	DB720,DD12
XV6005	XV6005.EstCom	PLC-001	DB720,DD16
LV2129C	LV2129C.EstCom	PLC-001	DB732,DD0
FV2182	FV2182.EstCom	PLC-001	DB732,DD4
FV2184	FV2184.EstCom	PLC-001	DB732,DD8
FV2180	FV2180.EstCom	PLC-001	DB732,DD12
FV2186	FV2186.EstCom	PLC-001	DB720,DD0

TABLA 3.5 Válvulas Proporcionales Vapor y Condensado.

Válvula Proporcional
PV2102B
PV2102C
PV2102A
TV6001
TV2112A
TV2112
PCV2125
TV2177
LV2129A
LV2129A1
TV2168
FCV4000
LV2129B
TV2165
LV2139
LV6004
LV2149
LV2149A
LV6001
LV6001A
LV6004
LV2139

La tabla 3.5 muestra la base de datos de las válvulas proporcionales para el área de Vapor y Condensado. Esta tabla contiene un total de 23 válvulas proporcionales, las que tienen 5 *tag* por cada una, según lo indicado en la tabla 3.1. Es así que para no hacer tan extensa la tabla mostrada (debido a que serían en total 115 variables sólo para válvulas proporcionales de ésta área), se decidió sólo mostrar el nombre de cada válvula. Misma situación ocurre para todas las tablas que se crearán para válvulas proporcionales y para sensores.

TABLA 3.6 Sensores Vapor y Condensado.

Sensores de Nivel	Sensores de Presión	Sensores de Temperatura
LIT6001	PIT6001	TIT6001
LIT2149	PIT6002	TIT6002
LIT2129	PIT6005	TIT6003
LIT2139	PIT2145	TIT6004
LIT2160	PIT2102B	TIT6005
	PIT2101	TIT2145
	PIT2102	TIT318R5
	PIT2110	TIT2114
	PIT318P4	TIT2101
	PIT2116	TIT2108
	PIT2152	TIT2165
	PIT2125	TIT2177
	PIT2135	TIT2135
	PIT2103	TIT2161
	DPIT005	TIT2126
	DPIT006	TIT2112

3.4.2 Macerado

TABLA 3.7 Bombas Macerado.

Bomba	Tag	PLC	Dirección
BOM3224	BOM3224.EstCom	PLC-003	DB810,DD28
BOM3225	BOM3225.EstCom	PLC-003	DB102,DD4
BOM3226	BOM3226.EstCom	PLC-003	DB810,DD32
BOMX02	BOMX02.EstCom	PLC-003	DB810,DD36
BOM3201	BOM3201.EstCom	PLC-003	DB102,DD52
BOM3202	BOM3202.EstCom	PLC-003	DB102,DD36
BOM3220B	BOM3220B.EstCom	PLC-003	DB102,DD40
BOM32X01	BOM32X01.EstCom	PLC-003	DB102,DD44
BOM3219	BOM3219.EstCom	PLC-003	DB102,DD48
BOM3231	BOM3231.EstCom	PLC-003	DB102,DD8
BOM32X02	BOM32X02.EstCom	PLC-003	DB102,DD20
TMR021	TMR021.EstCom	PLC-003	DB102,DD24
HAR16	HAR16.EstCom	PLC-003	DB102,DD28

TABLA 3.8 Cámaras Macerado.

Cámara	Tag	PLC	Dirección
HY3251	HY3251.EstCom	PLC-003	DB111,DD0
HY3252	HY3252.EstCom	PLC-003	DB111,DD4
HY3253	HY3253.EstCom	PLC-003	DB111,DD8
HY3254	HY3254.EstCom	PLC-003	DB111,DD12
HY3255	HY3255.EstCom	PLC-003	DB111,DD16
HY3256	HY3256.EstCom	PLC-003	DB111,DD20
HY3257	HY3257.EstCom	PLC-003	DB111,DD24

HY3258	HY3258.EstCom	PLC-003	DB111,DD28
HY3259	HY3259.EstCom	PLC-003	DB111,DD32
HY3260	HY3260.EstCom	PLC-003	DB111,DD36
HY3261	HY3261.EstCom	PLC-003	DB111,DD40
HY3262	HY3262.EstCom	PLC-003	DB111,DD44
HY3263	HY3263.EstCom	PLC-003	DB111,DD48

TABLA 3.9 Válvulas Proporcionales Macerado.

Válvulas Proporcionales			
FCV-CD-T1	FCV-ALM-T1	FCV-ASM-T1	TCV-4100
FCV-CD-T2	FCV-ALM-T2	FCV-ASM-T2	FV3220B
FCV-CD-T3	FCV-ALM-T3	FCV-ASM-T3	LV3217B
FCV-CD-T4	FCV-ALM-T4	FCV-ASM-T4	FV3224
FCV-CD-T5	FCV-ALM-T5	FCV-ASM-T5	
FCV-CD-T6	FCV-ALM-T6	FCV-ASM-T6	
FCV-CD-T7	FCV-ALM-T7	FCV-ASM-T7	
FCV-CD-T8	FCV-ALM-T8	FCV-ASM-T8	
FCV-CD-T9	FCV-ALM-T9	FCV-ASM-T9	
FCV-CD-T10	FCV-ALM-T10	FCV-ASM-T10	
FCV-CD-T11	FCV-ALM-T11	FCV-ASM-T11	
FCV-CD-T12	FCV-ALM-T12	FCV-ASM-T12	
FCV-CD-T13	FCV-ALM-T13	FCV-ASM-T13	

TABLA 3.10 Sensores Macerado.

Sensores de Nivel	Sensores de Flujo	Sensores de Presión	Sensores de Temperatura	Otros sensores
LIT1	FIT3215	PIT3219	TIT2168	AIT3216
LIT2	FITX03	PIT3220	TIT3208	CIT3228A
LIT3	FITX01	PIT3226	TIT3212	CIT3228B
LIT4		PIT3229	TIT3229	
LIT5		PIT3230	TIT4100	
LIT6			TIT600	
LIT7			TIT601	
LIT8			TIT7001	
LIT9			TIT7002	
LIT10			TIT7003	
LIT11			TIT7004	
LIT12			TIT7005	
LIT13			TIT7006	
LIT3217			TIT7007	
LIT3224			TIT7008	
LIT3207			TIT7009	
			TIT7010	
			TIT7011	
			TIT7012	
			TIT7013	

3.4.3 Agua Industrial

TABLA 3.11 Bombas Agua Industrial.

Bomba	Tag	PLC	Dirección
BOM882	BOM882.EstCom	PLC-001	DB102,DD52
BOM240_X03	BOM240_X03.EstCom	PLC-001	DB724,DD0
BOM240_X02	BOM240_X02.EstCom	PLC-001	DB724,DD4
BOM2401	BOM2401.EstCom	PLC-001	DB102,DD36
BOM2402	BOM2402.EstCom	PLC-001	DB102,DD40
BOM2407	BOM2407.EstCom	PLC-001	DB102,DD44
BOM2411	BOM2411.EstCom	PLC-001	DB102,DD48
BOM240_X01	BOM240_X01.EstCom	PLC-001	DB724,DD0

TABLA 3.12 Válvulas Solenoides Agua Industrial.

Válvulas Solenoides	Tag	PLC	Dirección
LV2426	LV2426.EstCom	PLC-001	DB101,DD20

TABLA 3.13 Válvulas Proporcionales Agua Industrial.

Válvulas Proporcionales
FV511
LV3801A
LV2160

TABLA 3.14 Sensores Agua Industrial.

Sensores de Nivel	Sensores de Flujo	Sensores de Presión
LIT3801	FITX04	DPIT513
LIT2160	FITX03	
LIT2426	FITX01	
	FIT511	

3.4.4 Efluentes

TABLA 3.15 Bombas Efluentes.

Bomba	Tag	PLC	Dirección
EFLU-BOM-01	EFLU-BOM-01.EstCom	PLC-003	MW2000
EFLU-BOM-02	EFLU-BOM-02.EstCom	PLC-003	MW2020
EFLU-BOM-03	EFLU-BOM-03.EstCom	PLC-003	MW2040

TABLA 3.16 Sensores Efluentes.

Sensores
EFLU-LIT-03
EFLU-LIT-02
EFLU-LIT-01
EFLU-TT-01
EFLU-MPL-01
375-EFLU-FIT-10

3.4.5 Riego de Trozos

TABLA 3.17 Bombas Riego de Trozos.

Bomba	Tag	PLC	Dirección
RT1_BOM_X01	RT1_BOM_X01.EstCom	PLC-003	DB810,DD0
RT1_BOM_X02	RT1_BOM_X02.EstCom	PLC-003	DB810,DD4
RT1_BOM_X03	RT1_BOM_X03.EstCom	PLC-003	DB810,DD8
RT1_BOM_X04	RT1_BOM_X04.EstCom	PLC-003	DB810,DD12
RT1_BOM_X05	RT1_BOM_X05.EstCom	PLC-003	DB810,DD16
RT1_HAR_X07	RT1_HAR_X07.EstCom	PLC-003	DB810,DD20
RT1_TRM_X08	RT1_TRM_X08.EstCom	PLC-003	DB810,DD24

TABLA 3.18 Válvulas Solenoides Riego de Trozos.

Válvulas Solenoides	Tag	PLC	Dirección
340_XV_X03	340_XV_X03.EstCom	PLC-003	DB275,DD0
340_XV_X04	340_XV_X04.EstCom	PLC-003	DB275,DD4

TABLA 3.19 Válvulas Proporcionales Riego de Trozos.

Válvulas Proporcionales
340_LV_X01
340_LV_X02

TABLA 3.20 Sensores Riego de Trozos.

Sensores de Nivel
340_LIT_X02
340_LIT_X01
340_LIT_X03
LIT3408
LIT3417

3.4.6 Planta Agua Potable

TABLA 3.21 Bombas Planta Agua Potable.

Bomba	Tag	PLC	Dirección
BOM010	BOM010.EstCom	PLC-003B	DB27,DD176

TABLA 3.22 Válvulas Solenoides Planta Agua Potable.

Válvulas Solenoides	Tag	PLC	Dirección
AP1_XV4	AP1_XV4.EstCom	PLC-003B	DB27,DD24
AP1_XV5	AP1_XV5.EstCom	PLC-003B	DB27,DD28
AP1_XV6	AP1_XV6.EstCom	PLC-003B	DB27,DD32
AP1_F1_XV1	AP1_F1_XV1.EstCom	PLC-003B	DB27,DD36
AP1_F1_XV2	AP1_F1_XV2.EstCom	PLC-003B	DB27,DD40
AP1_F1_XV3	AP1_F1_XV3.EstCom	PLC-003B	DB27,DD44
AP1_F1_XV4	AP1_F1_XV4.EstCom	PLC-003B	DB27,DD48
AP1_F1_XV5	AP1_F1_XV5.EstCom	PLC-003B	DB27,DD52

TABLA 3.23 Sensores Planta Agua Potable.

Sensores
LIT2160
TURB01
FITX04

3.4.7 Aire Comprimido

TABLA 3.24 Válvulas Solenoides Aire Comprimido.

Válvulas Solenoides	Tag	PLC	Dirección
XV_X01	XV_X01.EstCom	PLC-001	DB732,DD0
XV_X02	XV_X02.EstCom	PLC-001	DB732,DD4
XV_X03	XV_X03.EstCom	PLC-001	DB732,DD8
XV_X04	XV_X04.EstCom	PLC-001	DB732,DD12

3.4.8 Aguas Servidas

TABLA 3.25 Bombas Aguas Servidas.

Bomba	Tag	PLC
SOP1	SOP1.EstCom	PLC-004
SOP2	SOP2.EstCom	PLC-004
BBC1	BBC1.EstCom	PLC-004
BBC2	BBC2.EstCom	PLC-004
BBE1	BBE1.EstCom	PLC-004
BBE2	BBE2.EstCom	PLC-004
BBR	BBR.EstCom	PLC-004
BBI1	BBI1.EstCom	PLC-004
BBI2	BBI2.EstCom	PLC-004

TABLA 3.26 Sensores Aguas Servidas.

Sensores
FLUJO_ENTRADA
FLUJO_SALIDA

3.4.9 Tratamiento de Riles

TABLA 3.27 Sensores Tratamiento de Riles.

Sensores
375_AIT_X01
375_FIT_X01
375_FIT_X02

Capítulo 4. Diseño, programación y habilitación nuevas pantallas HMI

4.1. Introducción

Gracias al estudio realizado en los capítulos anteriores, ahora se puede comenzar a diseñar y programar en el software WinCC V7.3 los nuevos despliegues HMI, de la nueva aplicación SCADA a implementar en la planta Plywood para las áreas en cuestión. Sin embargo, un paso previo a realizar esto es estudiar la norma ISA 101 que es la base con la que se trabajarán los nuevos despliegues HMI. Esta presenta un concepto innovador respecto al diseño y animación de pantallas HMI. Dentro del mismo contexto se identificarán los elementos relevantes de animación para la nueva aplicación SCADA, siguiendo las recomendaciones de diseño dadas por la norma ISA 101.

Es en esta parte del proyecto donde se deben arreglar los problemas que presenta la aplicación SCADA actual, por lo que a lo largo del diseño de las pantallas HMI se deben tener presente los problemas identificados en la sección 2.3.2 del capítulo 2 de este informe. Además, tal como se presentó el menú de navegación de la actual aplicación SCADA, se dará a conocer el menú de navegación final diseñado y programado para la nueva aplicación SCADA.

Finalmente, se presentan a modo de ejemplo algunas de las más importantes pantallas implementadas en la nueva aplicación SCADA, resaltando las características propias y comparando las pantallas actuales con las nuevas para poder observar los cambios más importantes realizados en los nuevos despliegues.

4.2. Introducción norma ISA 101

La norma ISA 101 centra las bases para conseguir a un control de proceso más efectivo y eficiente, tanto en situaciones normales de operación, como en situaciones anormales ante fallas y alarmas. A través de las recomendaciones que se indican en esta norma, se pretende mejorar las habilidades de los operadores de la aplicación SCADA para detectar, diagnosticar y responder apropiadamente ante situaciones anormales.

Lo primero que se indica en la norma ISA 101, es que toda pantalla HMI y aplicación SCADA tiene un ciclo de vida.

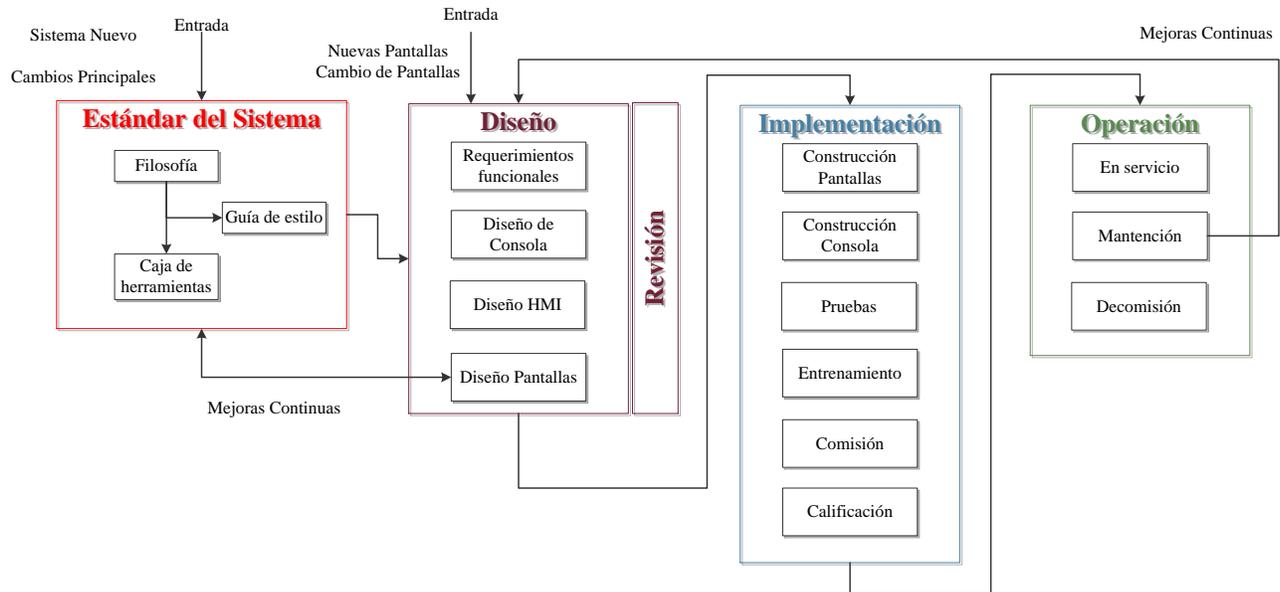


Figura 4.1 Ciclo de vida de aplicación SCADA.

En la figura 4.1 se presenta el ciclo de vida de una aplicación SCADA bajo la norma ISA 101.

Se puede apreciar que existen cinco áreas que están relacionadas entre sí y que hacen referencia al proceso que se sigue al realizar el diseño de una aplicación SCADA.

- **Estándar del sistema**

Documentos que sientan las bases para todas las decisiones de diseño de la aplicación SCADA.

Filosofía:

La filosofía del diseño de la aplicación SCADA es un documento estratégico que sienta las bases de cómo será la estructura de diseño para el sistema. Proporciona los conceptos para que nuevos desarrolladores y operadores tengan pleno conocimiento de los principios planteados en el sistema. Esto se implementó y se muestra en el Anexo A del presente documento.

Guía de estilos:

Es un documento que incluye de forma general los principios para el diseño de las pantallas HMI a implementar en la aplicación SCADA. Este documento es un complemento para el documento comentado anteriormente. Esto se implementó junto con el anterior y se encuentra en el Anexo A del presente informe.

Caja de herramientas:

Son los despliegues de plantillas a usar para la confección de las pantallas HMI. Generalmente son incluidas en el software a desarrollar el sistema. Para efectos de este proyecto esta caja de herramientas viene incluida en el software WinCC V7.3.

- **Diseño**

Requerimientos funcionales:

Se refiere a la tareas que debe ejecutar el operador del sistema, por lo que se debe definir la razón de por qué será usado el sistema a diseñar, optimizando las funciones que deberá cumplir la aplicación SCADA.

Diseño de consola:

Es el levantamiento que se debe realizar tanto en software como en hardware para la implementación de la aplicación SCADA.

Diseño HMI:

Se debe verificar el sistema operativo de la estación de trabajo, la arquitectura de la red a instalar el sistema, las cuentas de usuarios, las cajas de herramientas, etc.

Diseño Pantallas:

Finalmente se pueden confeccionar, configurar y programar las pantallas HMI.

- **Implementación**

Construcción de Pantallas:

Diseño y confección de pantallas en el software. Etapa finalizada para el presente proyecto, realizada en WinCC V7.3.

Construcción de consolas:

Diseño y construcción del sistema en el que se trabajará la aplicación SCADA; desde software, hasta hardware, sala de operadores, etc.

Pruebas:

Verificación del funcionamiento, pantalla por pantalla, botón por botón.

Entrenamiento:

Asegurar que el sistema realmente funciona y entrenamiento de operadores en nuevo sistema.

Comisión:

Proceso para poner el sistema en marcha en un ambiente de producción industrial y pruebas finales de la aplicación SCADA y pantallas HMI.

Calificación:

Verificación final de que la aplicación SCADA está lista para partir.

- **Operación**

En servicio:

Finalmente la aplicación SCADA es puesta en servicio.

Mantenición:

Corrección de errores menores en el sistema. Se aplican parches al sistema y se respaldan archivos.

Decomisión:

La aplicación SCADA (o parte de él), ha llegado al fin de su vida útil y por lo tanto es eliminado y archivado.

Otros elementos que indica la norma ISA 101 respecto a la construcción de la aplicación son:

- La operación en las pantallas debe ser intuitiva al operador, es decir, la relación pantalla función debe ser clara para todos los operadores.
- Las pantallas no deben contener elementos distractores, intermitentes, diseños en 3D, etc. Sólo aquellas situaciones anómalas como fallas o alarmas, deben tener un color distintivo en el sistema.
- “Conocimiento de la situación” se define en la norma como: La relación entre la comprensión que tiene el operador de las condiciones actuales de la planta y su condición real en cualquier momento dado.
- Existen varios factores humanos que limitan el conocimiento de la situación actual de la planta, lo que se quiere lograr con esta norma es facilitar un ambiente ergonómico cognitivo favorable para la operación de la planta.
- El método de navegación de la aplicación SCADA debe ser rápido, lógico, consistente y directo.
- Las pantallas del operador de la aplicación SCADA deben ser una herramienta efectiva para el control seguro y eficiente del proceso, tanto en condiciones normales como anómalas.
- Las pantallas HMI deben ayudar para la detección temprana, el diagnóstico y la correcta respuesta ante situaciones anómalas.
- La falla de una pantalla, o elementos al interior de ésta debe ser inmediatamente identificable por el operador.

4.2.1 Identificación de elementos de animación relevantes

A continuación se destacan los elementos de animación relevantes con los que se deberá construir la nueva aplicación SCADA. La codificación de los colores que se muestran a continuación están detallados en el Anexo A del presente informe.

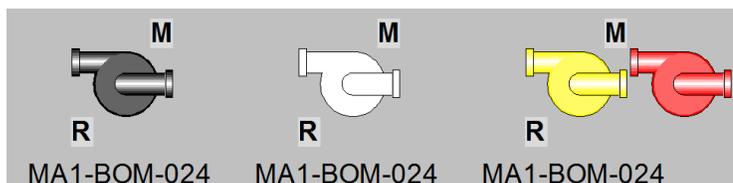


Figura 4.2 Elementos de animación relevantes: Bombas.

En la figura 4.2 se puede apreciar cómo se deben animar las bombas según el estado actual que ésta posea. De izquierda a derecha los colores y estados que representa la bomba MA1-BOM-024 son los siguientes:

- Negro: Bomba en estado detenido.
- Blanco: Bomba en estado funcionando.
- Amarillo/Rojo: Bomba en falla (los colores son intermitentes).

Respecto a las letras que aparecen en la parte superior derecha e inferior izquierda representan las siguientes condiciones de la bomba:

- M: Bomba en modo manual.
- R: Bomba con control remoto.
- A: Está en el lado superior izquierdo y significa que la bomba está en modo automático.
- L: Está en lado inferior derecho y significa que la bomba está en control local.



Figura 4.3 Elementos de animación relevantes: válvulas solenoides.

En la figura 4.3 se puede apreciar cómo se deben animar las válvulas solenoides según el estado actual que ésta posea. De izquierda a derecha los colores y estados que representa la válvula solenoide LV-3217A son los siguientes:

- Negro: Válvula solenoide en estado cerrado.
- Blanco: Válvula solenoide en estado abierto.
- Amarillo/Rojo: Válvula solenoide en falla (los colores son intermitentes).

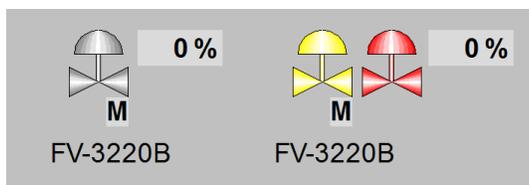


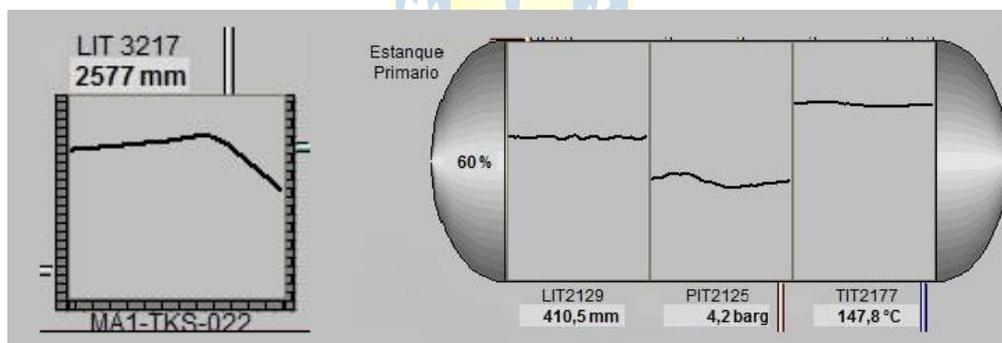
Figura 4.4 Elementos de animación relevantes: válvulas proporcionales.

En la figura 4.4 se puede apreciar cómo se deben animar las válvulas proporcionales según el estado actual que ésta posea. De izquierda a derecha los colores y estados que representa la válvula proporcional FV-3220B son los siguientes:

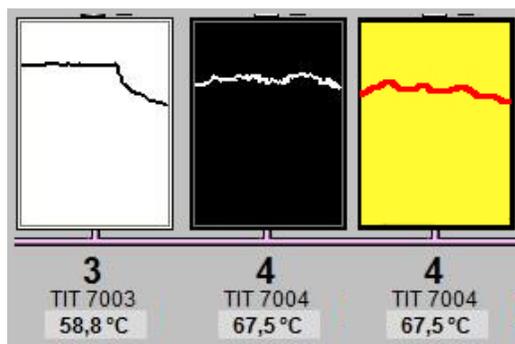
- Gris: Válvula proporcional en estado normal funcionando.
- Amarillo/Rojo: Válvula proporcional en falla (los colores son intermitentes).

Respecto al porcentaje y las letras que aparecen en la parte inferior de la válvula, representan los siguientes aspectos de la válvula:

- 0 %: Porcentaje de apertura actual de la válvula, es decir, en 0% se encuentra totalmente cerrada, mientras que en 100% se encuentra totalmente abierta.
- M: Válvula proporcional en modo manual.
- A: Aparece en lado inferior izquierdo y significa que la válvula proporcional está en modo automático.



(a)



(b)

Figura 4.5 Elementos de animación relevantes: (a) Estanques, (b) cámaras de macerado.

En la figura 4.5, se puede apreciar cómo se deben animar los estanques y las cámaras de macerado. En general, cualquier elemento que deba ocupar un espacio amplio en la pantalla de proceso deberá contener la o las tendencias más relevantes de éste junto al valor actual que ésta tenga.

En la figura 4.5 (a) se puede apreciar el estanque MA1-TKS-022 con su tendencia actual y su valor actual en milímetros. Además, se muestra el estanque de condensado primario de la sala de vapor y condensado. En él se pueden apreciar las tres tendencias que se monitorean junto a los valores correspondientes en la parte inferior.

En la figura 4.5 (b) se pueden apreciar las cámaras de macerado junto a la actual tendencia de temperatura que existe al interior de cada cámara. Además, se puede apreciar que el color de fondo es característico pues representa los siguientes estados:

- Fondo blanco tendencia en negro: La compuerta está abierta.
- Fondo negro tendencia en blanco: La compuerta está cerrada.
- Fondo amarillo tendencia en rojo: La compuerta está en falla.



Figura 4.6 Elementos de animación relevantes: (a) Alarmas HH o LL, (b) Alarmas H o L.

En la figura 4.6 (a) se puede ver que las animaciones respecto a las alarmas Alto Alto (HH) o Bajo Bajo (LL) son encuadradas en rojo con el número 1 al interior. Es decir, son alarmas redundantes en color, figura y número. Estas alarmas se registrarán en el histórico de alarmas de la aplicación SCADA nuevo.

En la figura 4.6 (b) se puede apreciar cómo serán las animaciones cuando una variable sobrepasa una alarma Alto (H) o Bajo (L). Estas animaciones deben aparecer en el diagrama principal junto al valor de la variable en la que ocurra dicha alarma. Estas alarmas no se registran en el histórico configurado en la nueva aplicación SCADA.

4.3. Desarrollo de menú y navegación final en aplicación SCADA nueva

Tal como se mencionó anteriormente, los problemas identificados que tiene la actual aplicación SCADA, la navegación y la cantidad de menús eran excesivas para poder ingresar a las distintas áreas. Es por ello que a continuación se muestran los menús creados para la nueva aplicación SCADA y el diagrama de navegación que posee el nuevo sistema.

Inicio	Vapor y Condensado	Macerado	Otras Áreas	Alarmas
Principal	Parámetros	Tendencias	Resumen Estados	Enclavamientos

Figura 4.7 Menú de navegación global aplicación SCADA nueva.

Inicio	Vapor y Condensado	Macerado	Otras Áreas	Alarmas															
Principal	Parámetros	Tendencias																	
<table border="1"> <tr><td> </td></tr> <tr><td>Agua Industrial</td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td>Efluentes</td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td>Riego de Trozos</td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td>Planta Agua Potable</td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td>Aire Comprimido</td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td>Aguas Servidas</td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td>Tratamiento de Riles</td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>						Agua Industrial		Efluentes		Riego de Trozos		Planta Agua Potable		Aire Comprimido		Aguas Servidas		Tratamiento de Riles	
Agua Industrial																			
Efluentes																			
Riego de Trozos																			
Planta Agua Potable																			
Aire Comprimido																			
Aguas Servidas																			
Tratamiento de Riles																			

Figura 4.8 Menú de navegación Otras Áreas aplicación SCADA nueva.

En la figura 4.7 se puede apreciar la barra de navegación global implementada en la aplicación SCADA nueva. Claramente muestra que la navegación en el sistema es más rápida y directa que lo que el sistema actual tiene. Además, puesto que las áreas que siempre se están monitoreando y utilizando son Vapor y Condensado y Macerado, es que estas dos tienen mayor

preferencia en la barra global de navegación y existen dos botones para acceder a ellas de forma independiente. Para entrar a la pantalla de parámetros, tendencias y resumen de estados de cada área, no es necesario ingresar a un menú aparte, ya que cada vez que se pincha sobre el botón para entrar a un área, en la misma barra global aparece un sub-menú global para ingresar a dichas pantallas.

En la figura 4.8 se puede apreciar la barra de navegación de las otras áreas. Sigue la misma lógica que lo presentado anteriormente, pero que en este caso, para ingresar a las áreas se despliega un menú en el lado izquierdo de la pantalla.

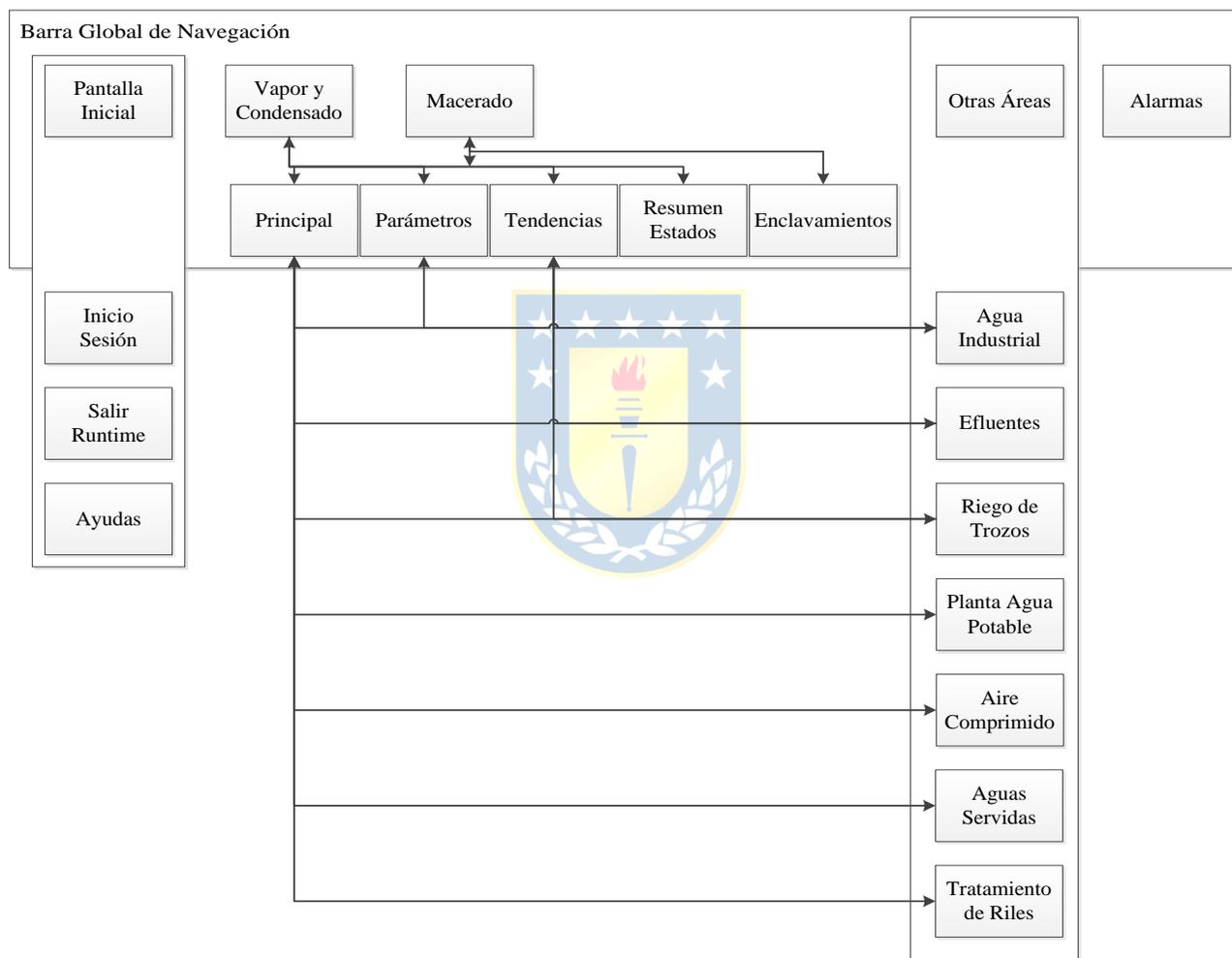


Figura 4.9 Diagrama de navegación aplicación SCADA nueva.

En la figura 4.9 se puede ver cómo es la navegación entre pantallas de la aplicación SCADA nuevo. Tal como se explicaba anteriormente, para acceder a todos los aspectos de las áreas, se configuró una barra de navegación global. Esta permite hacer cambios entre pantallas, sin perder de vista la última pantalla que se esté revisando. Esta es la forma más eficiente y directa para navegar en la aplicación SCADA.

4.4. Ejemplos de nuevas pantallas HMI

A continuación, se presentan a modo de ejemplo algunas de las pantallas HMI implementadas en la nueva aplicación SCADA. Se deja claro que antes de presentar las pantallas operativas, se les aplicó un proceso de comisionamiento. Esto último será presentado con más detalle en el capítulo 5.

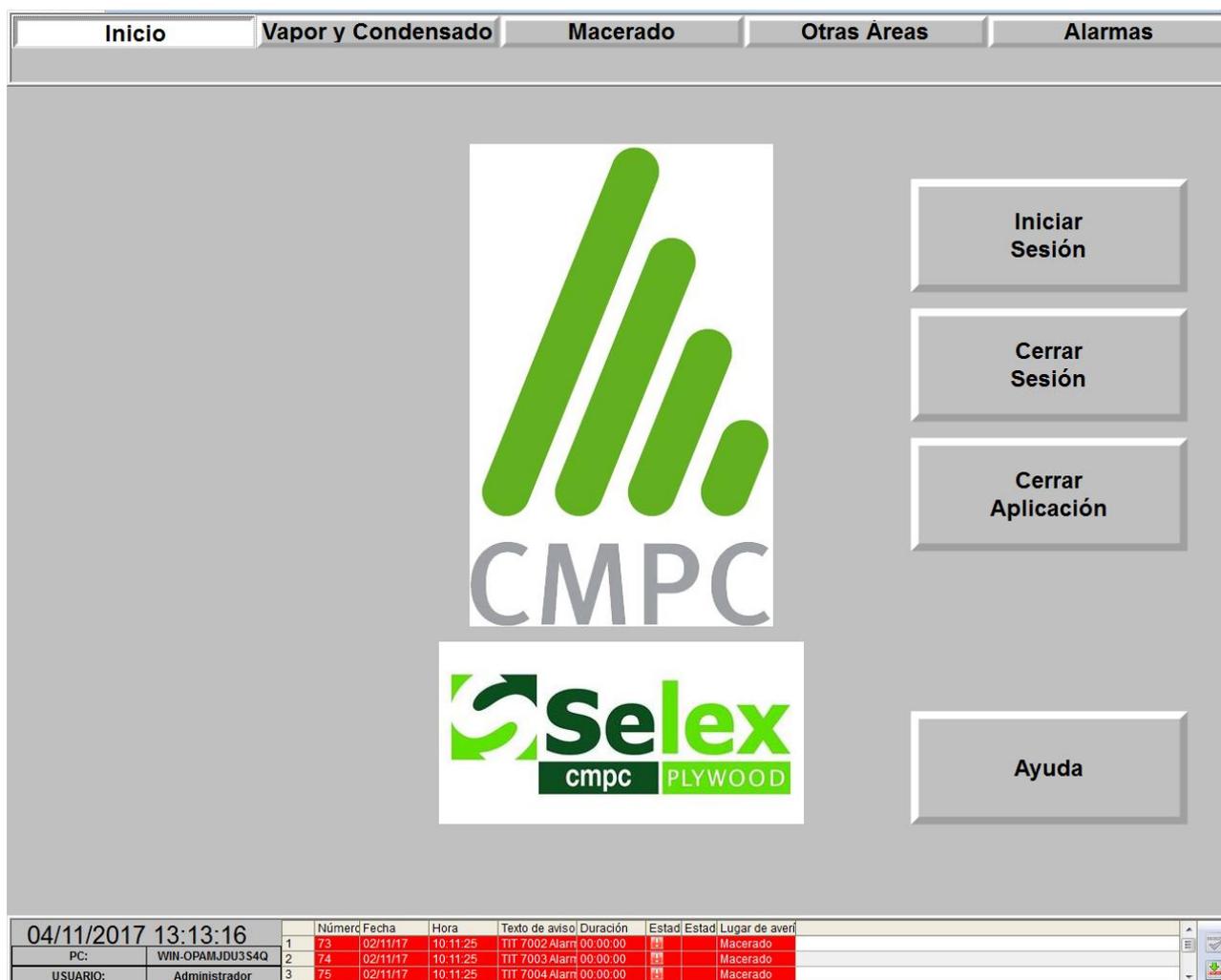


Figura 4.10 Pantalla inicial aplicación SCADA nueva.

En la figura 4.10 se muestra la pantalla inicial de la aplicación SCADA nueva, la que no tiene mayores diferencias respecto a la de la aplicación SCADA actual. A excepción del color de fondo, la barra de navegación global y la barra de información global. La barra de información global ahora es capaz de mostrar las alarmas o fallas que ocurren en las distintas áreas del sistema, debido a que se logró implementar la base de datos de fallas y alarmas para la nueva aplicación SCADA.

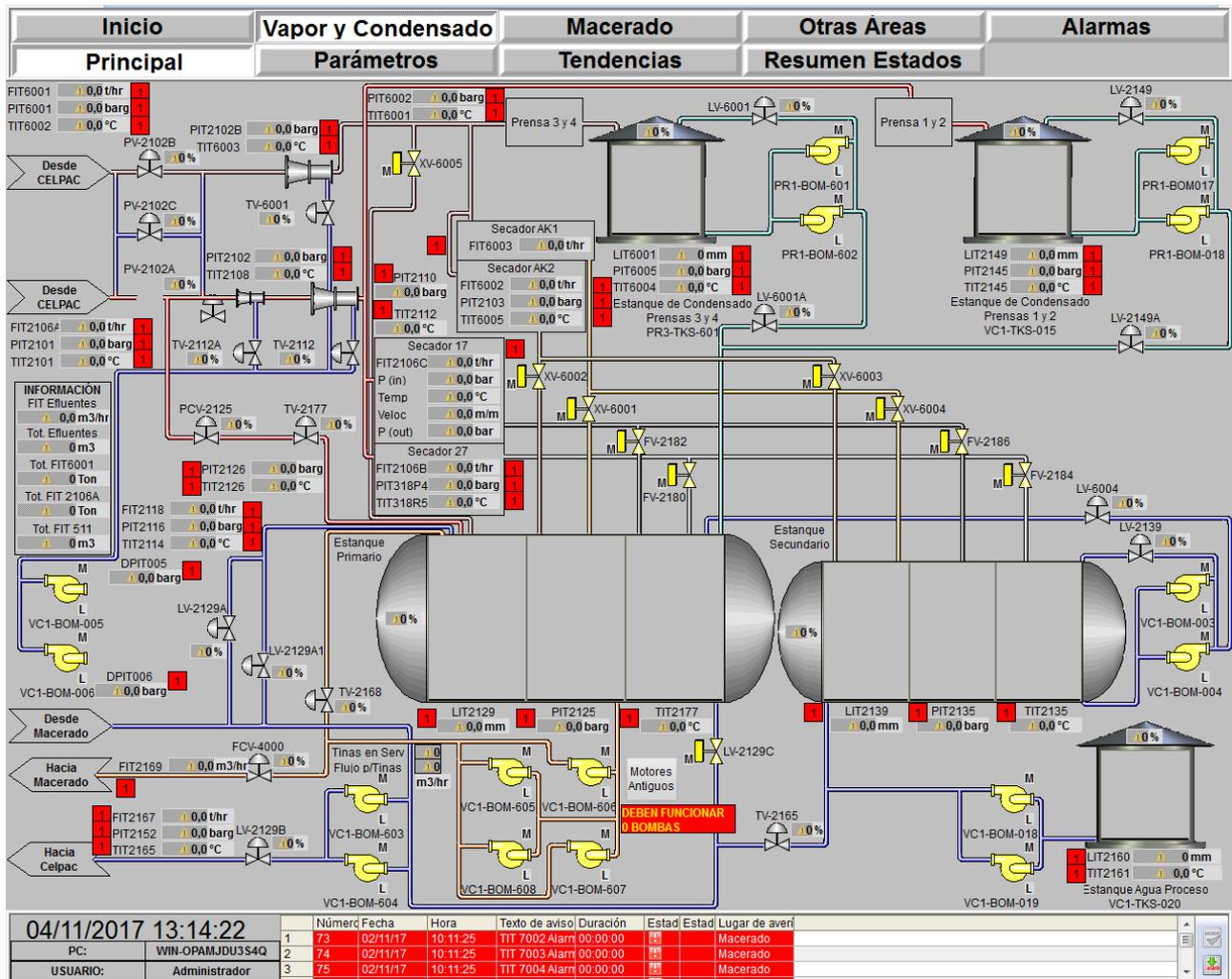


Figura 4.11 Pantalla principal Vapor y Condensado aplicación SCADA nueva.

En la figura 4.11 se puede apreciar el nuevo diseño realizado para el área de Vapor y Condensado de la aplicación SCADA nueva. En primer lugar es posible ver que el nuevo menú realizado para este sistema que es más directo y eficaz respecto al anterior. Esto debido a que el cambio desde la pantalla inicial hasta la mostrada en la presente figura sólo se realiza a través de un *click*. Respecto a las otras pantallas asociadas a Vapor y Condensado, se puede ver que también están en el menú global de navegación, por lo que ahora no es necesario tener que perder de vista esta pantalla principal para pasar a las otras.

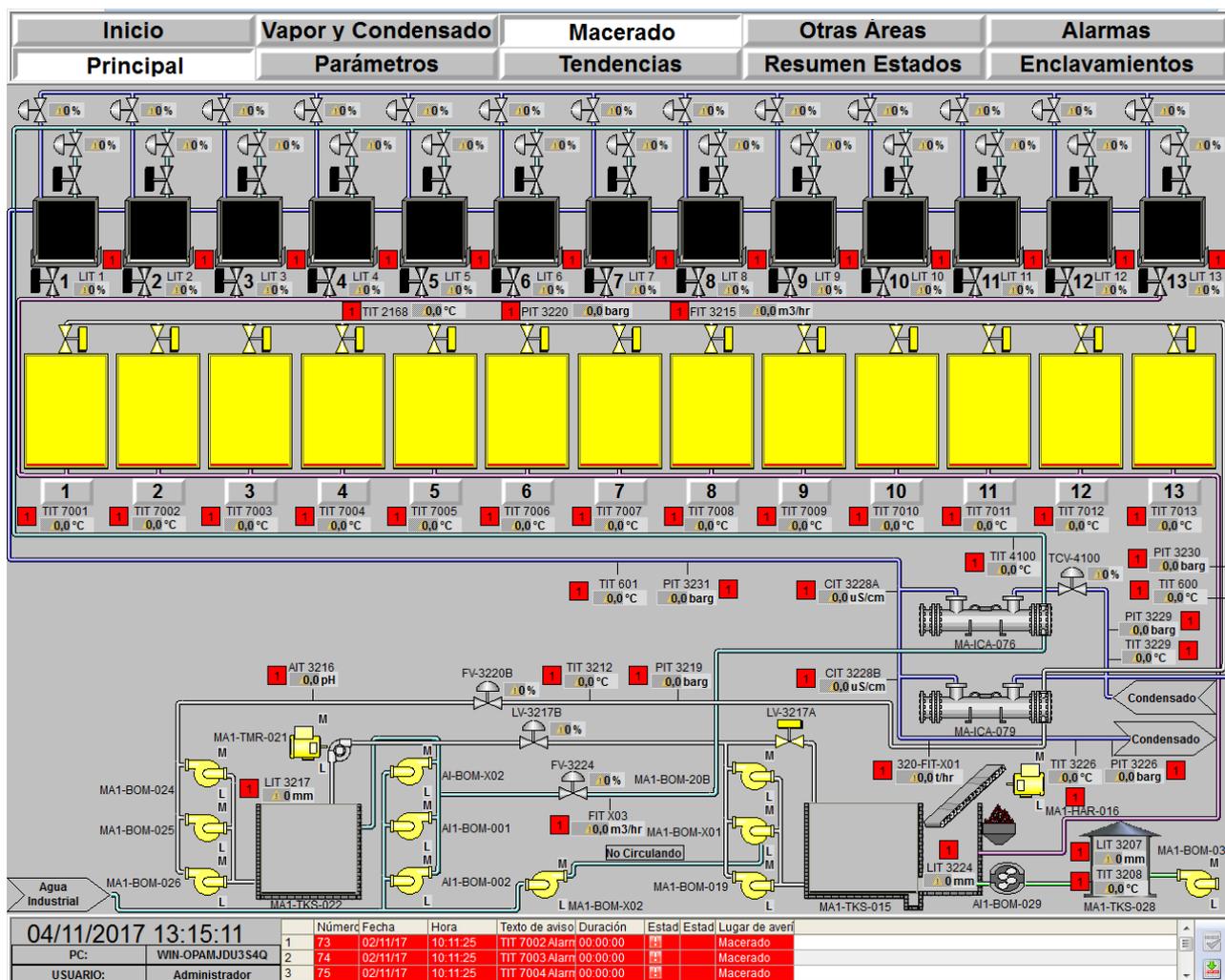


Figura 4.12 Pantalla principal Macerado aplicación SCADA nueva.

En la figura 4.12 se puede apreciar la pantalla principal de Macerado, diseñada para la nueva aplicación SCADA. Al igual que en Vapor y Condensado, la barra global permite una fluida navegación en el sistema. Respecto a la cantidad de datos e información desplegada, en esta nueva pantalla se puede ver que se ha utilizado en gran medida lo sugerido por la norma ISA 101 respecto a que una tendencia entrega mayor información que sólo un dato, acerca del estado actual de la planta y poder intuir con dicha tendencia el estado futuro de ésta.

Capítulo 5. Instalación, pruebas y puesta en marcha de la nueva aplicación SCADA

5.1. Introducción

Posterior a diseñar, programar y configurar las pantallas HMI de la nueva aplicación SCADA, es necesario probar cada uno de los aspectos programados, o al menos aquellos que pueden ser testeados sin afectar al proceso. A este proceso de pruebas se denomina comisionamiento y es de vital importancia antes de poner el sistema en marcha, pues es a través de este proceso que se pueden verificar las falencias en programación y configuración de los distintos despliegues y pop-up diseñados.

Luego de aprobar las pantallas diseñadas a través del proceso de comisionamiento, la aplicación SCADA está lista para su puesta en marcha. En el presente proyecto, la fecha de inicio del sistema fue realizada el día 30 de Octubre del presente 2017.

Es necesario conocer la opinión de los operadores acerca del nuevo sistema, pues son ellos quienes trabajan 24 horas al día los 365 días del año, con la nueva aplicación SCADA. Es por ello que se presentan los resultados de una encuesta aplicada a los operadores de los cuatro turnos que utilizan el nuevo sistema, comparando el sistema anterior con el nuevo y además analizando las oportunidades de mejora detectadas por ellos para la nueva aplicación SCADA.

Finalmente se presenta la arquitectura que actualmente tiene el sistema de control, pues con la introducción de la nueva aplicación SCADA, se modificó el tercer nivel presentado en la figura 2.7 del capítulo 2.

5.2. Comisionamiento de pantallas y puesta en marcha

El proceso que se llevó a cabo para comisionar las pantallas HMI diseñadas en la nueva aplicación SCADA es el siguiente:

- Se creó una lista para verificar el funcionamiento de la navegación en el sistema. Esto sirvió comprobar que cada botón relacionado al cambio de despliegues funcionara correctamente.
- Se creó una lista por cada despliegue principal para verificar que, al pinchar cada elemento (válvulas, bombas, sensores), se despliegue el pop-up correspondiente.
- Se creó una lista por cada pop-up de controladores, para verificar que los botones configurados en ellos cumplen la función para la que fueron creados. Cabe destacar que no fue posible comprobar completamente esta lista, pues existen elementos que es imposible verificar sin la supervisión del operador. Por ejemplo, la apertura o cierre de la compuerta de una cámara de macerado, podría ser fatal si es que se realiza y no se avisa a los operadores de los camiones horquilla, que se encargan de cargar y descargar dichas cámaras.
- Se creó una lista por cada sensor, para verificar que el pop-up de alarmas y tendencias era el correspondiente a dicho sensor.

Los resultados del proceso de comisionamiento de las pantallas HMI se pueden revisar en el Anexo E del presente informe.

Una vez finalizado el proceso de comisionamiento de las pantallas, el 30 de Octubre de 2017 se pone en marcha la nueva aplicación SCADA. En la figura 5.1 se puede ver una fotografía de la sala de control con los dos monitores operativos ejecutando a través de la nueva estación de trabajo, la nueva aplicación SCADA diseñado, programado y configurado a lo largo del este proyecto.



Figura 5.1 Puesta en marcha aplicación SCADA nueva.

5.3. Ejemplo de pantallas operativas

A continuación se pueden ver imágenes de la aplicación SCADA nuevo conectado de forma *online* a la planta. El resultado de todas las pantallas operativas de la nueva aplicación SCADA implementada puede ser revisado en el anexo D del presente informe.

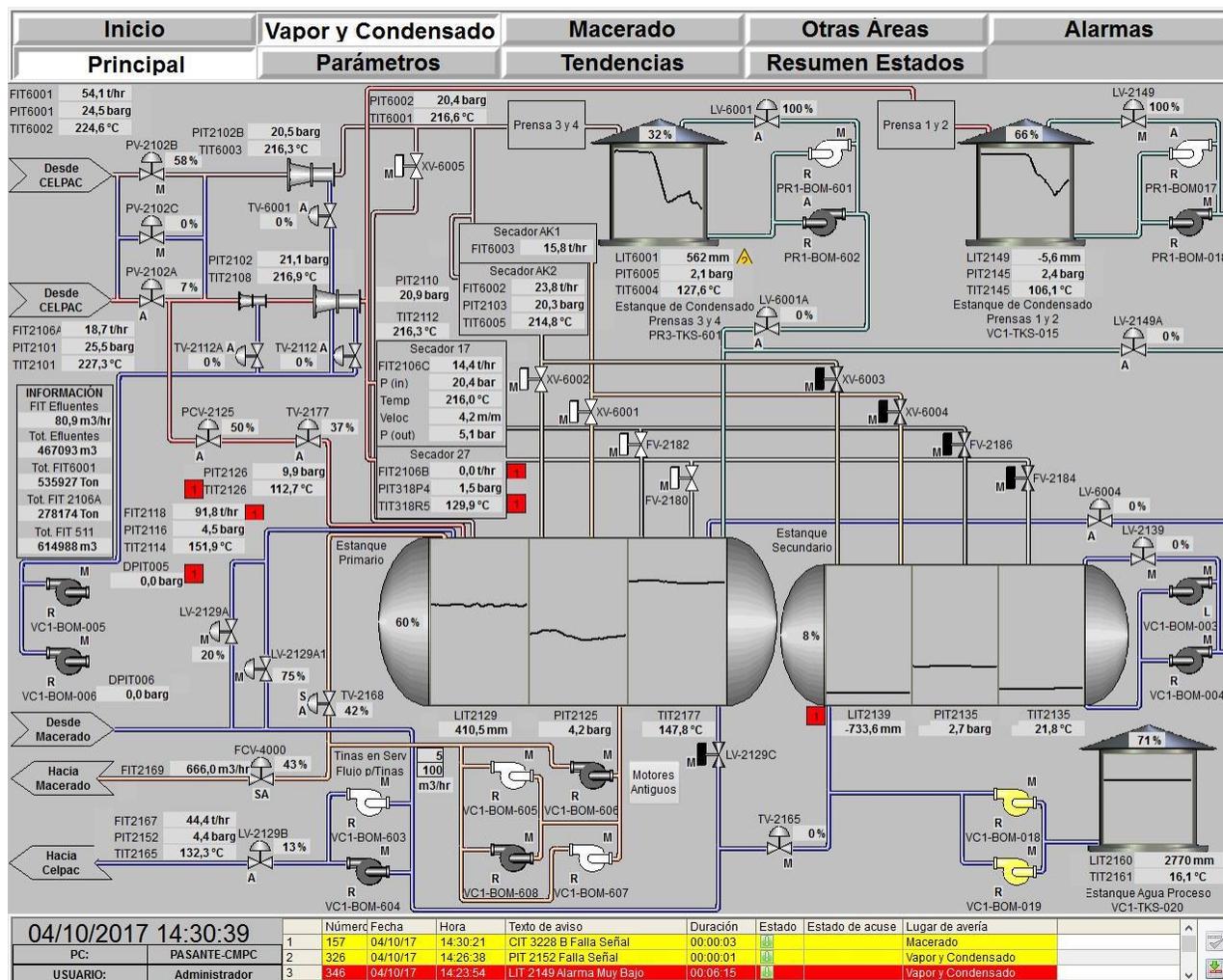


Figura 5.2 Despliegue principal Vapor y Condensado *online*.

En la figura 5.2 se puede apreciar el diagrama principal diseñado para el área de Vapor y Condensado. Se destaca que en el diseño de los estanques de condensado, se agregaron tendencias, en tiempo real, de las tres variables más importantes de estos: nivel, presión y temperatura. Gracias a lo anterior, se podrá observar el estado actual del proceso que ocurre al interior de los estanques. Además, a través de la tendencia, podrán revisar y proyectar en el tiempo cómo cambiarán estas variables. Se mejoró la distribución y orden de la información, junto con el diseño de tuberías basado en lo instalado en terreno.

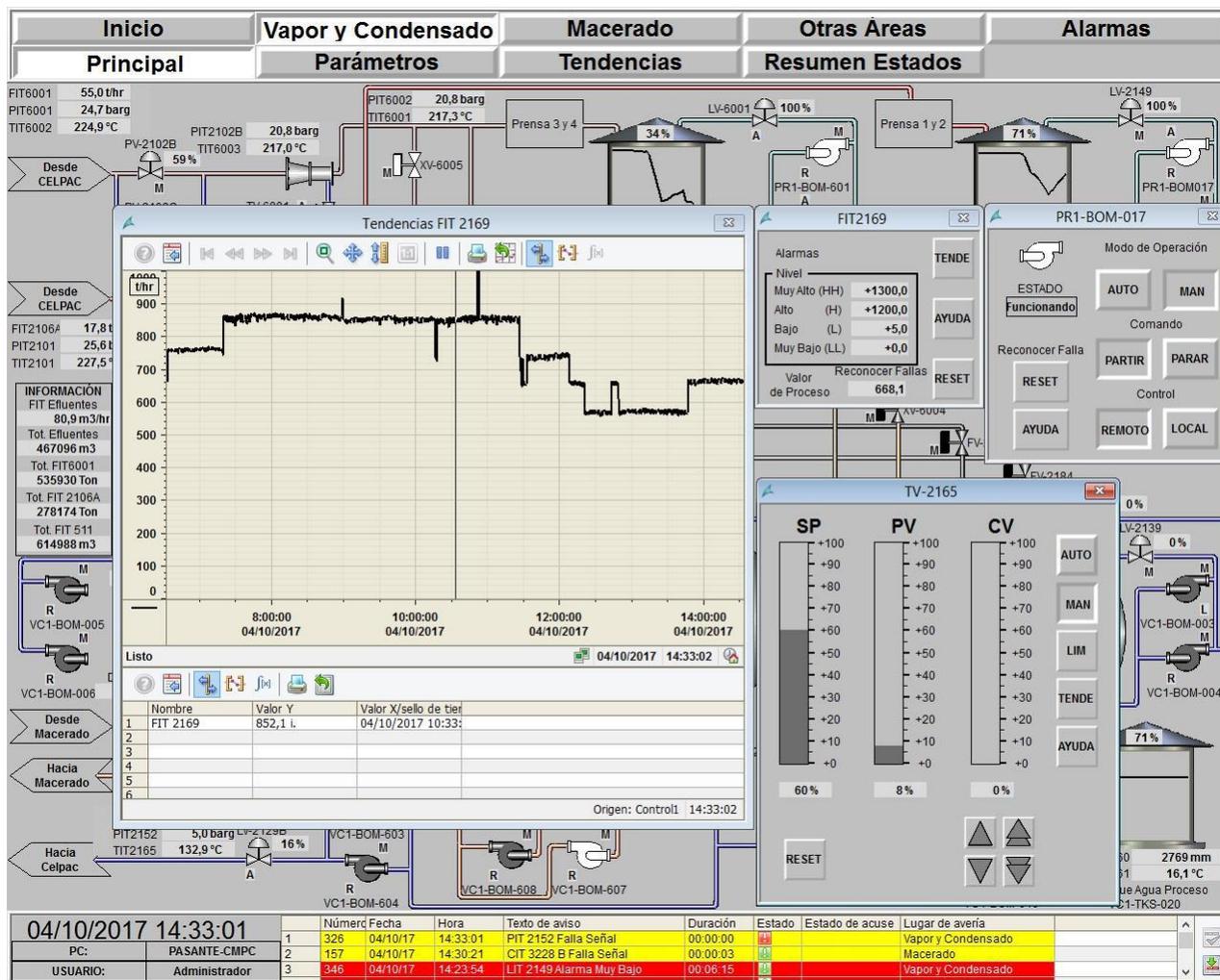


Figura 5.3 Vapor y Condensado, pop-up de controladores, tendencias, y bombas online.

En la figura 5.3, se pueden apreciar los pop-up de los distintos aspectos programados para la pantalla de Vapor y Condensado. Todos los pop-up de controladores tienen la misma característica que el mostrado en la figura con el tag TV-2165. Es decir, todos ellos tienen la capacidad de mostrar el SP, CV y PV, que corresponden al *Set Point*, *Control Value* y *Process Value*, que pertenecen específicamente al valor de consigna, valor del control y valor del proceso. El valor de consigna es aquel que el operador asigna cuando está el controlador en automático y desea llevar el proceso a un determinado punto. El valor de control es aquel que representa al estado actual del actuador, en este caso al ser una válvula proporcional se muestra el porcentaje de apertura de dicha válvula y finalmente el valor del proceso, muestra el valor actual que entrega el sensor. Respecto al controlador de bombas, es exactamente igual que para motores y se puede comandar con todos los aspectos mostrados en la figura. Respecto al pop-up que configura las alarmas, con este mismo se puede mostrar la tendencia de la variable y resetear fallas.

Inicio	Vapor y Condensado	Macerado	Otras Áreas	Alarmas																																								
Principal	Parámetros	Tendencias	Resumen Estados																																									
CONTROL NIVEL TK PRIMARIO VC1-TKS-007 LV2129B Setpoint Nivel Estanque Condensado Primario: <input type="text" value="400,0"/> mm	CONTROL PRESION ENTRADA VAPOR A PLYWOOD (PIC-2102) PV2102 Setpoint Presión Entrada Plywood: <input type="text" value="21,0"/> bar Setpoint Presión Entrada Secadore: <input type="text" value="20,4"/> bar	SELECCION INSTRUMENTO PARA CONTROL DE PRESION EN D27 <input type="text" value="PIT2102 SELECTADO"/> <input type="text" value="PIT318P4"/>																																										
CONTROL TEMPERATURA TK PRIMARIO VC1-TKS-007 TV2177 Setpoint Temperatura Estanque Condensado Primario: <input type="text" value="148,0"/> °C	CONTROL TEMPERATURA VAPOR ATEMPERADORES (TIC-2112) TV-2112A Setpoint Temperatura ATEMP1 VC1-ENF-008A: <input type="text" value="220,5"/> °C TV-2112 Setpoint Temperatura ATEMP2 VC1-ENF-008: <input type="text" value="220,5"/> °C	SELECCION INSTRUMENTO PARA CONTROL DE PRESION EN AK2 <input type="text" value="PIT2102B SELECTADO"/> <input type="text" value="PIT2103"/>																																										
CONTROL PRESION TK PRIMARIO VC1-TKS-007 PCV2125 Setpoint Presion Linea de Vapor: <input type="text" value="10,0"/> bar	CONTROL NIVEL TK SECUNDARIO VC1-TKS-016 TV2165 Setpoint Nivel Estanque Condensado Secundar: <input type="text" value="60,0"/> %	CONTROL TEMPERATURA VAPOR NUEVO ATEMPERADOR (TIC-6001) TV-6001 Setpoint Temperatura ATEMP VC1-ENF-601: <input type="text" value="222,8"/> °C																																										
CONTROL NIVEL TK PRENSAS PR1-TKS-015 LV2149 Setpoint Nivel Estanque Condensado Prensas: <input type="text" value="22,3"/> mm LV2149A Setpoint Nivel Estanque Condensado Prensas: <input type="text" value="100,0"/> mm	CONTROL NIVEL TK PRENSAS PR3-TKS-601 LV6001 Setpoint Nivel Estanque Condensado Prensas: <input type="text" value="800,0"/> mm LV6001A Setpoint Nivel Estanque Condensado Prensas: <input type="text" value="700,0"/> mm	<input type="button" value="SIGUIENTE"/>																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">04/10/2017 14:33:28</th> <th>Númerq</th> <th>Fecha</th> <th>Hora</th> <th>Texto de aviso</th> <th>Duración</th> <th>Estado</th> <th>Estado de acuse</th> <th>Lugar de avería</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PC:</td> <td>PASANTE-CMPC</td> <td>1</td> <td>326</td> <td>04/10/17</td> <td>14:33:21</td> <td>PIT 2152 Falla Señal</td> <td>00:00:02</td> <td>OK</td> <td>Vapor y Condensado</td> </tr> <tr> <td>USUARIO:</td> <td>Administrador</td> <td>2</td> <td>157</td> <td>04/10/17</td> <td>14:30:21</td> <td>CIT 3228 B Falla Señal</td> <td>00:00:03</td> <td>OK</td> <td>Macerado</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>3</td> <td>346</td> <td>04/10/17</td> <td>14:23:54</td> <td>LIT 2149 Alarma Muy Bajo</td> <td>00:06:15</td> <td>OK</td> <td>Vapor y Condensado</td> </tr> </tbody> </table>					04/10/2017 14:33:28		Númerq	Fecha	Hora	Texto de aviso	Duración	Estado	Estado de acuse	Lugar de avería	PC:	PASANTE-CMPC	1	326	04/10/17	14:33:21	PIT 2152 Falla Señal	00:00:02	OK	Vapor y Condensado	USUARIO:	Administrador	2	157	04/10/17	14:30:21	CIT 3228 B Falla Señal	00:00:03	OK	Macerado			3	346	04/10/17	14:23:54	LIT 2149 Alarma Muy Bajo	00:06:15	OK	Vapor y Condensado
04/10/2017 14:33:28		Númerq	Fecha	Hora	Texto de aviso	Duración	Estado	Estado de acuse	Lugar de avería																																			
PC:	PASANTE-CMPC	1	326	04/10/17	14:33:21	PIT 2152 Falla Señal	00:00:02	OK	Vapor y Condensado																																			
USUARIO:	Administrador	2	157	04/10/17	14:30:21	CIT 3228 B Falla Señal	00:00:03	OK	Macerado																																			
		3	346	04/10/17	14:23:54	LIT 2149 Alarma Muy Bajo	00:06:15	OK	Vapor y Condensado																																			

Figura 5.4 Vapor y Condensado, pantalla de parámetros 1 online.

En la figura 5.4, se muestra la primera pantalla de parámetros configurada para el área de Vapor y Condesando. Se destaca que estas pantallas son las mismas que tiene configurado la aplicación SCADA anterior que se utilizaba en la planta. La razón de por qué no se modificaron, es debido a que en estas pantallas los operadores hacen el cambio de *set point* de todos los controladores configurados. Por lo tanto, a pesar de que en la nueva aplicación SCADA configurado, todos los pop-up de controladores tienen acceso a cambiar dicho parámetro desde el propio pop-up, se puede prestar para confusión debido a la costumbre por parte de operadores en trabajar así. No existen mayores comentarios para estas pantallas debido a que prácticamente no sufrieron ninguna modificación respecto a la aplicación SCADA anterior.

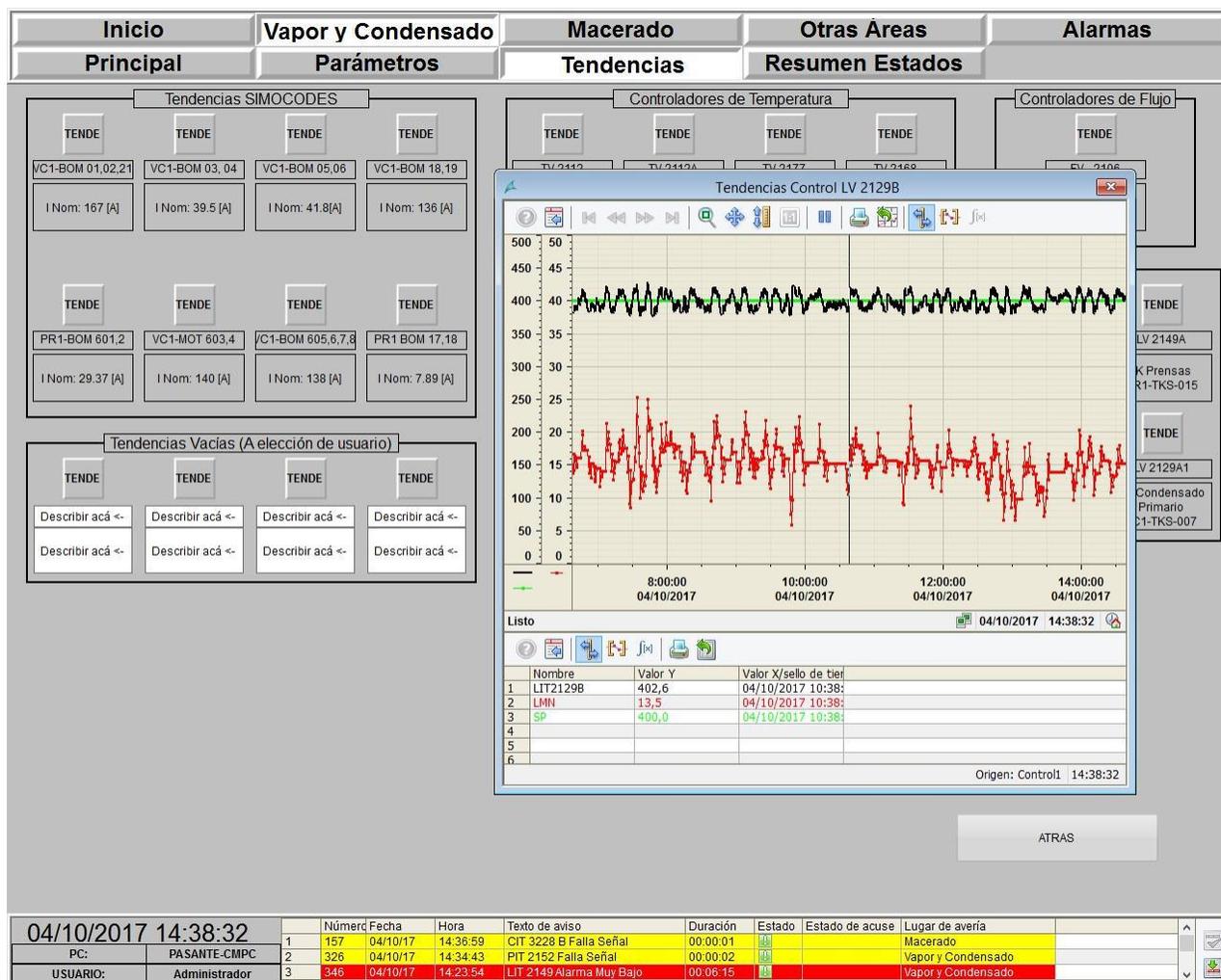


Figura 5.5 Vapor y Condensado, pantalla de tendencias 2 online.

En la figura 5.5 se muestran algunas tendencias de los controladores programados. En el ejemplo mostrado en la figura se puede apreciar el funcionamiento de la válvula LV-2129B, junto al valor del proceso, el *set point*, y su porcentaje de apertura, como elemento actuador.

Uno de los elementos nuevos introducidos en esta pantalla, es que se agregaron cuatro tendencias vacías, las que pueden ser utilizadas por los operadores para almacenar cualquier variable que ellos deseen o necesiten (y que por lo demás esté configurada en el *Tag Logging*). Esto, con el fin de poder configurar dicha tendencia una sola vez y asegurar que no se perderá dicha configuración una vez cerrada la pantalla de tendencia.

Inicio		Vapor y Condensado		Macerado		Otras Áreas		Alarmas	
Principal		Parámetros		Tendencias		Resumen Estados			
Valores de Proceso		Válvulas Proporcionales		Válvulas On Off		Bombas y Motores			
Información			Unidades de Ingeniería (UI)			Límites Alarmas			
TAG	Descripción	Valor Actual	Min UI	Máx UI	UI	LL	L	H	HH
FIT6001	Flujo desde CELPAC Línea 2	54.52835	-	-	t/hr	0	0	270	300
FIT6002	Flujo Entrada Secador AK2	22.90267	-	-	t/hr	0	0	270	300
FIT 6003	Flujo entrada Secador AK1	15.71457	-	-	t/hr	0	0	100	200
FIT 2106A	Flujo desde CELPAC Línea 1	18.43171	-	-	t/hr	0	8	48	49
FIT 2106B	Flujo Entrada Secador 27	0	-	-	t/hr	0	0	28	30
FIT 2106C	Flujo Entrada Secador 17	13.97777	-	-	t/hr	0	0	20	22
FIT 2118	Flujo Línea Atemperadores	91.9035	-	-	t/hr	0	0	2.8	3.5
FIT 2169	Flujo hacia Macerado	574.2859	-	-	t/hr	0	5	1200	1300
FIT 2167	Flujo retorno CELPAC	65.14171	-	-	t/hr	0	2	95	130
TIT 6001	Temperatura Entrada CELPAC L 2	217.513	-	-	°C	0	0	270	300
TIT 6002	Temperatura Entrada CELPAC L 2	224.8372	-	-	°C	0	0	270	300
TIT 6003	Temperatura Entrada CELPAC L 2	217.296	-	-	°C	0	0	270	300
TIT 6004	stanque Condensado Prensa 3 v	127.8356	-	-	°C	0	0	270	300
TIT 6005	Temperatura Secador AK2	215.4948	-	-	°C	0	0	270	300
TIT 2145	stanque Condensado Prensa 1 v	110.6771	-	-	°C	90	100	130	150
TIT 318 R5	Temperatura Secador 27	130.0673	-	-	°C	200	210	222	300
TIT 2114	Temperatura Atemperadores	153.7326	-	-	°C	80	90	155	160
TIT 2101	Temperatura Entrada CELPAC L 1	227.4305	-	-	°C	210	215	255	260
TIT 2108	Temperatura Entrada CELPAC L 1	216.522	-	-	°C	205	210	250	255
TIT 2165	Temperatura Retorno CELPAC	133.5069	-	-	°C	0	5	140	150
TIT 2177	Temperatura Estanque Primario	149.7396	-	-	°C	90	100	158	165
TIT 2135	Temperatura Estanque Secundario	21.77373	-	-	°C	10	15	130	135
TIT 2161	Temperatura Estanque Proceso	16.1169	-	-	°C	2	4	40	50
TIT 2126	Temperatura Estanque Primario	111.8055	-	-	°C	150	160	205	210
TIT 2112	Temperatura Entrada CELPAC L 1	215.9722	-	-	°C	205	212	226	230
PIT 6001	Presión Entrada Línea 2 CELPAC	24.68461	-	-	baro	0	0	270	300
PIT 6002	Presión Entrada Línea 2 CELPAC	20.89988	-	-	baro	0	0	22	23
PIT 6005	Presión Estanque Condensado P 3	2.113172	-	-	baro	0	0	270	300
PIT 2145	Presión Estanque Condensado P 1	2.408853	-	-	baro	0	0	270	300
PIT 2102B	Presión Condensado	20.92014	-	-	baro	0	0	270	300
PIT 2101	Presión Condensado	25.60764	-	-	baro	20	22	27.8	28
PIT 2102	Presión Condensado	20.99609	-	-	baro	19	19.5	23	24
PIT 2110	Presión Entrada CELPAC L 1	20.78125	-	-	baro	10	18	21.5	22
PIT 318P4	Presión Secador 27	1.514576	-	-	baro	0	0	270	300
PIT 2116	Presión Atemperadores	4.759838	-	-	baro	0	1	38	40
PIT 2152	Presión retorno CELPAC	4.809028	-	-	baro	0	0.5	6	7
PIT 2125	Presión Estanque Primario	4.474826	-	-	baro	9.403955E-38	1	6.3	6.5
PIT 2135	Presión Estanque Secundario	2.706018	-	-	baro	0	0.1	4	4.5
PIT 2103	Presión Secador AK12	20.73568	-	-	baro	0	0	25	30
DPIT 005	Presión bomba 5 Atemperadores	0	-	-	baro	0	0	0.3	0.5
DPIT 006	Presión Bomba 8 Atemperadores	3.761574E-02	-	-	baro	0	0	0.3	0.5
LIT 6001	Nivel Estanque Condensado P 3 v	709.2286	-	-	mm	300	650	850	1600
LIT 2149	Nivel Estanque Condensado P 1 v	96.875	-	-	mm	-300	-300	500	620
LIT 2129	Nivel Estanque Primario	401.1191	-	-	mm	-1500	-1300	850	1000
LIT 2139	Nivel Estanque Secundario	-733.559	-	-	mm	-100	-50	300	650
LIT 2160	Nivel Estanque Agua de Proceso	2768.142	-	-	mm	1500	2500	2800	2900

04/10/2017 14:39:19		Número	Fecha	Hora	Texto de aviso	Duración	Estado	Estado de acuse	Lugar de avería
PC:	PASANTE-CMPC	1	157	04/10/17	14:36:59	00:00:01	NA		Macerado
USUARIO:	Administrador	2	326	04/10/17	14:34:43	00:00:02	NA		Vapor y Condensado
		3	346	04/10/17	14:23:54	00:06:15	NA		Vapor y Condensado

Figura 5.6 Vapor y Condensado, pantalla de resumen de estados: valores de proceso, online.

En la figura 5.6, se puede apreciar la primera pantalla de resumen de estados, configurada y programada para el área de Vapor y Condensado. Estas pantallas tienen por finalidad entregarle al operador una descripción ordenada y detallada del estado actual de todos los elementos que conforman el área de Vapor y Condensado. En estas pantallas se muestra el resumen de estados de todas las variables de proceso, junto a sus respectivos límites de alarmas configurados, estados de válvulas proporcionales y solenoides, motores y bombas.

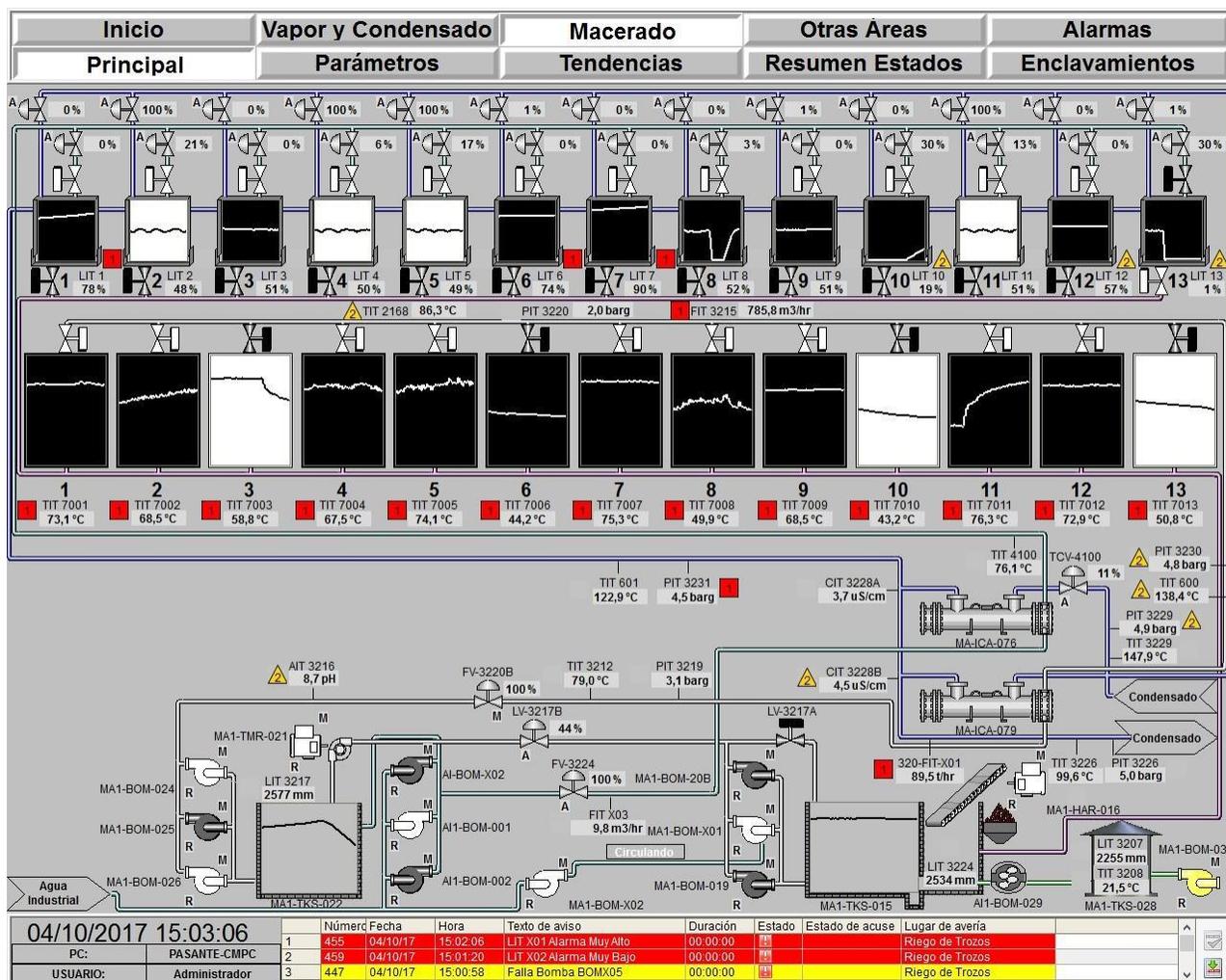
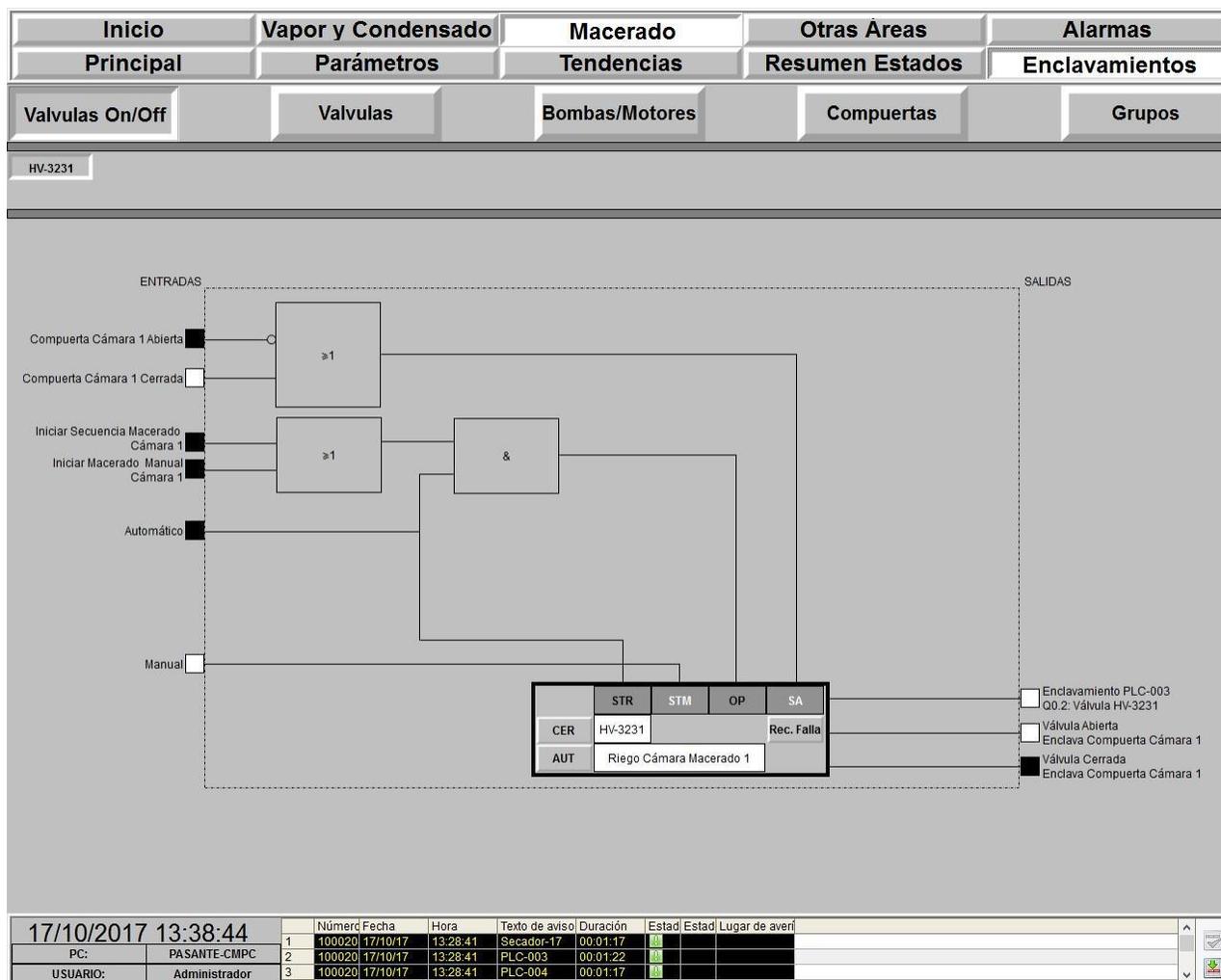


Figura 5.7 Despliegue principal Macerado online.

En la figura 5.7 se puede apreciar la pantalla principal del proceso de Macerado. Las mejoras puntuales que se hicieron respecto al SCADA anterior son: mejor utilización de colores para diferenciar los estados (“funcionando”, “detenido”, “abierto”, “cerrado”), alarmas y fallas. Estas se detallan en el Anexo A.

Otra mejora sustancial fue el manejo de la información desplegada por cada pantalla. Es decir, de las variables fundamentales de cada estanque, tina o cámara, y que son mostradas como tendencias al interior de los objetos. Cada tina muestra el nivel de agua que hay dentro de ella, además de un estado blanco o negro, que indica si la tina está o no en servicio. Por cada cámara existen las tendencias de las temperaturas que hay al interior. Además, gracias al color blanco o negro, y en ocasiones amarillo, se detalla si es que ésta se encuentra abierta, cerrada o en falla. Respecto al diseño de tuberías, estas se realizaron según lo que actualmente se encuentra instalado en terreno.



**Figura 5.8 Diagrama de enclavamientos válvula HV-3231
riego por aspersión cámara 1, Macerado. [2]**

Según se puede apreciar en la figura 5.8, la válvula HV-3231 se encuentra en modo manual y con el enclavamiento de seguridad operando (SA). El enclavamiento operacional (OP) no está activo, pues depende de que exista el modo automático y que la secuencia de maceración se haya activado de forma automática o manualmente. Además, esta válvula genera una marca que sirve para el funcionamiento del algoritmo programado para el ciclo de trabajo de la compuerta de la cámara 1 de macerado. También se aprecia que la válvula está siendo comandada de forma remota, de la sala de operación (STM) y que el modo automático no está activo (STR). Según la filosofía de programación, que se encuentra en el Anexo A, ésta válvula no se podría activar en el modo local. Los botones de CER/ABI, están configurados para abrir/cerrar la válvula y los botones AUT/MAN para pasarla a modo automático/manual.

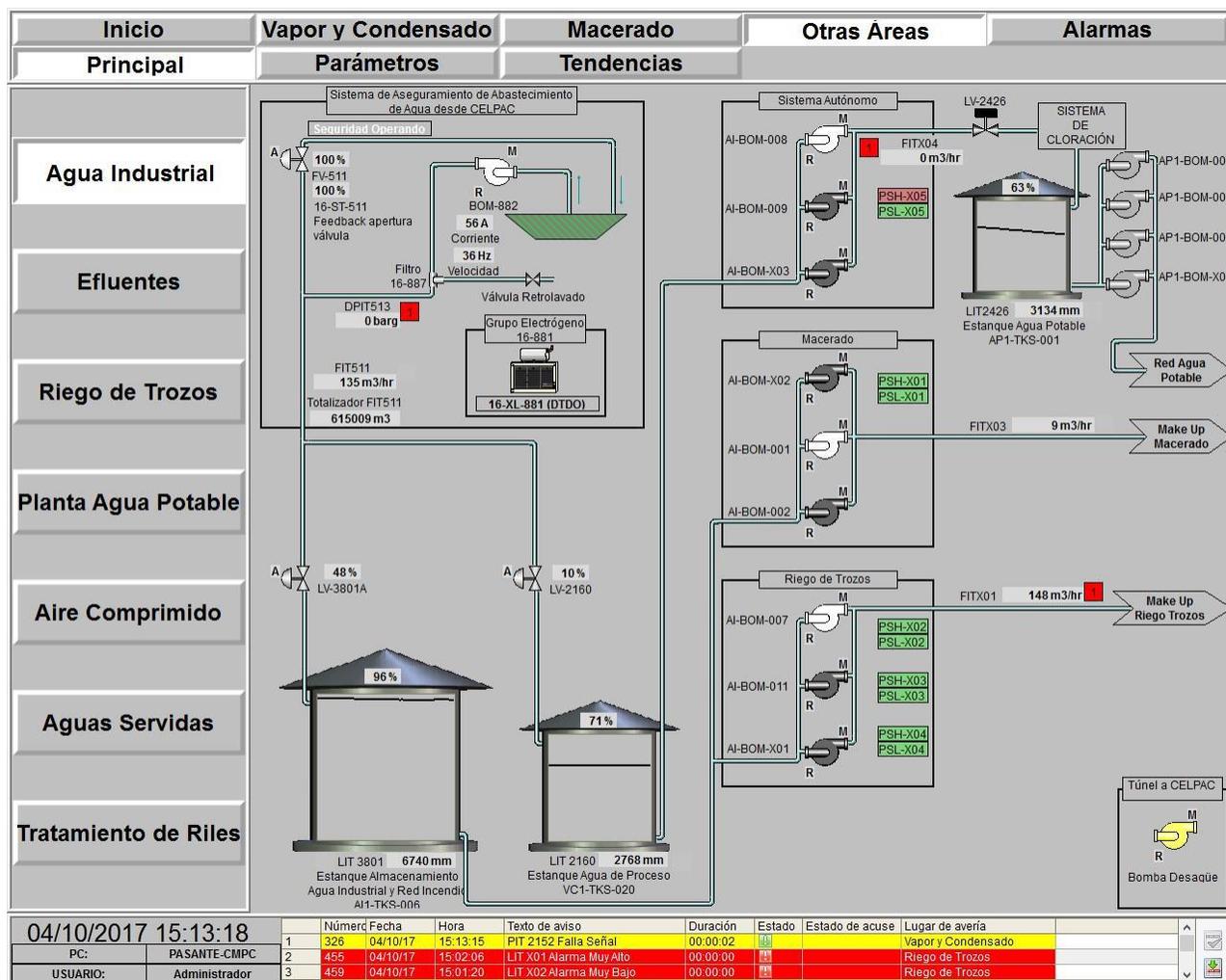


Figura 5.9 Otras Áreas: Planta de Agua Potable pantalla principal online.

En la figura 5.9 se muestra el diagrama de proceso para la planta de agua potable. En el sistema actual no se encontraron oportunidades de mejora para dicha área. Se realizó el diseño sin grandes cambios. Sin embargo, se siguió siempre la filosofía del despliegue de información por sobre datos, como se puede observar en los únicos tres estanques que están presentes en el proceso de la planta de agua potable.

Inicio		Vapor y Condensado		Macerado		Otras Áreas		Alarmas																																	
Número	Fecha	Hora	Texto de aviso	Duración	Estado	Estado de acuse	Lugar de avería																																		
1	326	04/10/17	15:27:09	PIT 2152 Falla Señal	00:00:02		Vapor y Condensado																																		
2	94	04/10/17	15:22:42	Falla Bomba X01	00:00:17		Macerado																																		
3	157	04/10/17	15:19:53	CIT 3228 B Falla Señal	00:00:01		Macerado																																		
4	455	04/10/17	15:02:06	LIT X01 Alarma Muy Alto	00:00:00		Riego de Trozos																																		
5	459	04/10/17	15:01:20	LIT X02 Alarma Muy Bajo	00:00:00		Riego de Trozos																																		
6	447	04/10/17	15:00:58	Falla Bomba BOMX05	00:00:00		Riego de Trozos																																		
7	446	04/10/17	15:00:56	Falla Bomba BOMX04	00:00:00		Riego de Trozos																																		
8	346	04/10/17	14:23:54	LIT 2149 Alarma Muy Bajo	00:06:15		Vapor y Condensado																																		
9	345	04/10/17	13:59:23	LIT 2149 Alarma Muy Alto	00:00:04		Vapor y Condensado																																		
10	342	04/10/17	13:57:25	LIT 6001 Alarma Muy Alto	00:23:31		Vapor y Condensado																																		
11	448	04/10/17	13:17:47	Falla Motor TRMX08	01:40:04		Riego de Trozos																																		
12	229	04/10/17	13:11:06	FIT 2106A Alarma Muy Bajo	00:00:00		Vapor y Condensado																																		
13	91	04/10/17	13:06:10	TIT 600 Alarma Muy Bajo	00:00:00		Macerado																																		
14	48	04/10/17	12:19:39	Nivel Tina 3 Alarma Muy Bajo	00:00:00		Macerado																																		
15	404	04/10/17	11:26:50	Revisar Funcionamiento de Bombas	00:00:00		Vapor y Condensado																																		
16	403	04/10/17	11:26:44	Revisar Funcionamiento de Bombas	00:00:06		Vapor y Condensado																																		
17	409	04/10/17	11:14:43	LIT 3801 Alarma Muy Alto	00:00:00		Agua Industrial																																		
18	242	04/10/17	10:52:29	FIT 2169 Falla Señal	00:00:01		Vapor y Condensado																																		
19	100020	04/10/17	10:24:12	PLC-003	00:00:56																																				
20	100020	04/10/17	10:24:12	Secador-17	00:00:56																																				
21	100020	04/10/17	10:24:12	PLC-004	00:00:56																																				
22	100020	04/10/17	10:24:12	PLC-001	00:00:56																																				
23	100020	04/10/17	10:24:12	PLC-003-B	00:00:56																																				
24	359	04/10/17	09:45:01	Falla Bomba 2117 P	00:25:52		Vapor y Condensado																																		
25	449	04/10/17	09:09:37	Falla Motor HARX07	00:00:00		Riego de Trozos																																		
26	265	04/10/17	05:08:01	TIT 318R5 Alarma Muy Bajo	00:00:00		Vapor y Condensado																																		
27	28	04/10/17	03:30:25	Falla Compuerta N° 9	01:42:14		Macerado																																		
28	31	04/10/17	02:38:01	Falla Compuerta N° 12	04:38:01		Macerado																																		
29	245	04/10/17	02:09:04	FIT 2167 Falla Señal	00:04:10		Vapor y Condensado																																		
30	463	04/10/17	00:55:21	LIT 3417 Alarma Muy Bajo	00:00:00		Riego de Trozos																																		
31	86	03/10/17	23:53:12	PIT 3231 Alarma Muy Alto	00:00:00		Macerado																																		
32	343	03/10/17	17:23:20	LIT 6001 Alarma Muy Bajo	15:23:39		Vapor y Condensado																																		
33	42	03/10/17	15:20:42	Nivel Tina 10 Alarma Muy Alto	00:00:00		Macerado																																		
34	52	03/10/17	14:59:47	Nivel Tina 7 Alarma Muy Bajo	00:00:00		Macerado																																		
35	89	03/10/17	12:18:39	PIT 3230 Alarma Muy Bajo	00:00:00		Macerado																																		
36	15	03/10/17	10:52:38	TIT 2168 Alarma Muy Bajo	00:00:00		Macerado																																		
37	54	03/10/17	10:45:32	Nivel Tina 9 Alarma Muy Bajo	00:00:00		Macerado																																		
38	20	03/10/17	08:26:18	Falla Compuerta N° 1	00:04:59		Macerado																																		
39	55	03/10/17	07:03:31	Nivel Tina 10 Alarma Muy Bajo	00:00:00		Macerado																																		
40	41	03/10/17	06:53:21	Nivel Tina 9 Alarma Muy Alto	00:00:00		Macerado																																		
41	417	03/10/17	06:20:06	LIT 3801 Alarma Muy Bajo	00:29:50		Agua Industrial																																		
42	58	03/10/17	05:09:49	Nivel Tina 13 Alarma Muy Bajo	00:00:00		Macerado																																		
43	38	03/10/17	04:17:08	Nivel Tina 6 Alarma Muy Alto	00:00:00		Macerado																																		
44	77	03/10/17	02:44:36	TIT 7006 Alarma Muy Bajo	00:00:00		Macerado																																		
45	51	03/10/17	02:29:51	Nivel Tina 6 Alarma Muy Bajo	00:00:00		Macerado																																		
46	46	03/10/17	02:19:38	Nivel Tina 1 Alarma Muy Bajo	00:00:00		Macerado																																		
47	92	03/10/17	01:01:47	TIT 601 Alarma Muy Bajo	00:00:00		Macerado																																		
48	40	03/10/17	00:21:59	Nivel Tina 8 Alarma Muy Alto	00:00:00		Macerado																																		
49	71	03/10/17	00:19:14	TIT 7013 Alarma Muy Alto	00:00:00		Macerado																																		
Listo																																									
Pendiente: 124 Pendiente de acuse: 124 Oculto: 0 Lista: 124																																									
15:27:16																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Número</th> <th>Fecha</th> <th>Hora</th> <th>Texto de aviso</th> <th>Duración</th> <th>Estado</th> <th>Estado de acuse</th> <th>Lugar de avería</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>326</td> <td>04/10/17</td> <td>15:27:09</td> <td>PIT 2152 Falla Señal</td> <td>00:00:02</td> <td></td> <td>Vapor y Condensado</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>94</td> <td>04/10/17</td> <td>15:22:42</td> <td>Falla Bomba X01</td> <td>00:00:17</td> <td></td> <td>Macerado</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>157</td> <td>04/10/17</td> <td>15:19:53</td> <td>CIT 3228 B Falla Señal</td> <td>00:00:01</td> <td></td> <td>Macerado</td> </tr> </tbody> </table>										Número	Fecha	Hora	Texto de aviso	Duración	Estado	Estado de acuse	Lugar de avería	1	326	04/10/17	15:27:09	PIT 2152 Falla Señal	00:00:02		Vapor y Condensado	2	94	04/10/17	15:22:42	Falla Bomba X01	00:00:17		Macerado	3	157	04/10/17	15:19:53	CIT 3228 B Falla Señal	00:00:01		Macerado
Número	Fecha	Hora	Texto de aviso	Duración	Estado	Estado de acuse	Lugar de avería																																		
1	326	04/10/17	15:27:09	PIT 2152 Falla Señal	00:00:02		Vapor y Condensado																																		
2	94	04/10/17	15:22:42	Falla Bomba X01	00:00:17		Macerado																																		
3	157	04/10/17	15:19:53	CIT 3228 B Falla Señal	00:00:01		Macerado																																		
<table border="1"> <tr> <td>PC:</td> <td>PASANTE-CMPC</td> </tr> <tr> <td>USUARIO:</td> <td>Administrador</td> </tr> </table>										PC:	PASANTE-CMPC	USUARIO:	Administrador																												
PC:	PASANTE-CMPC																																								
USUARIO:	Administrador																																								

Figura 5.10 Pantalla de histórico de alarmas online.

En la figura 5.10 se puede observar el despliegue del resumen histórico de alarmas. Es importante recalcar que en el SCADA que anteriormente se utilizaba en la planta Plywood, no existía un manejo de alarmas, por lo que los operadores estaban operando la planta sin ningún tipo de aviso de fallas ni alarmas. Esto debido a que nunca se configuró las alarmas ni los textos de aviso. Tal como se puede observar en la pantalla, se configuraron todos los textos de avisos y alarmas en la nueva aplicación SCADA. Los límites de alarmas de todas las áreas fueron configurados por parte de los operadores de turno al momento de revisar dicho aspecto.

En general se puede observar que todas las fallas se muestran con fondo amarillo y fuente de color negro. En cambio, las alarmas Muy Alto y Muy Bajo se muestran con fondo rojo y fuente de color blanco. Se configuraron además, cada señal de falla o de alarma, con su respectiva área de lugar de avería, con el fin de facilitar la búsqueda y solución del problema al operador.

5.4. Evaluación de pantallas

Para evaluar la aceptación y adaptación de los cuatro operadores a la nueva aplicación SCADA, se elaboró una encuesta, cuyos resultados pueden ser encontrados en el Anexo F del presente informe. A continuación se presenta el análisis de los resultados de la encuesta aplicada. Se les pidió evaluar la aplicación SCADA anterior y nuevo, bajo la escala del 1 al 7, respecto a las siguientes preguntas:

- A) Evaluación de ergonomía cognitiva del ambiente de trabajo.
- B) Evaluación de eficacia en la navegación del sistema.
- C) Evaluación rapidez de carga de pantallas HMI.
- D) Evaluación de información v/s datos en pantallas principales.
- E) Evaluación de conformidad general.
- F) Evaluación de utilidad de base de datos de alarmas y fallas.

En la figura 5.11 se puede ver un gráfico con el resumen de las notas otorgadas por los operadores de los cuatro turnos.

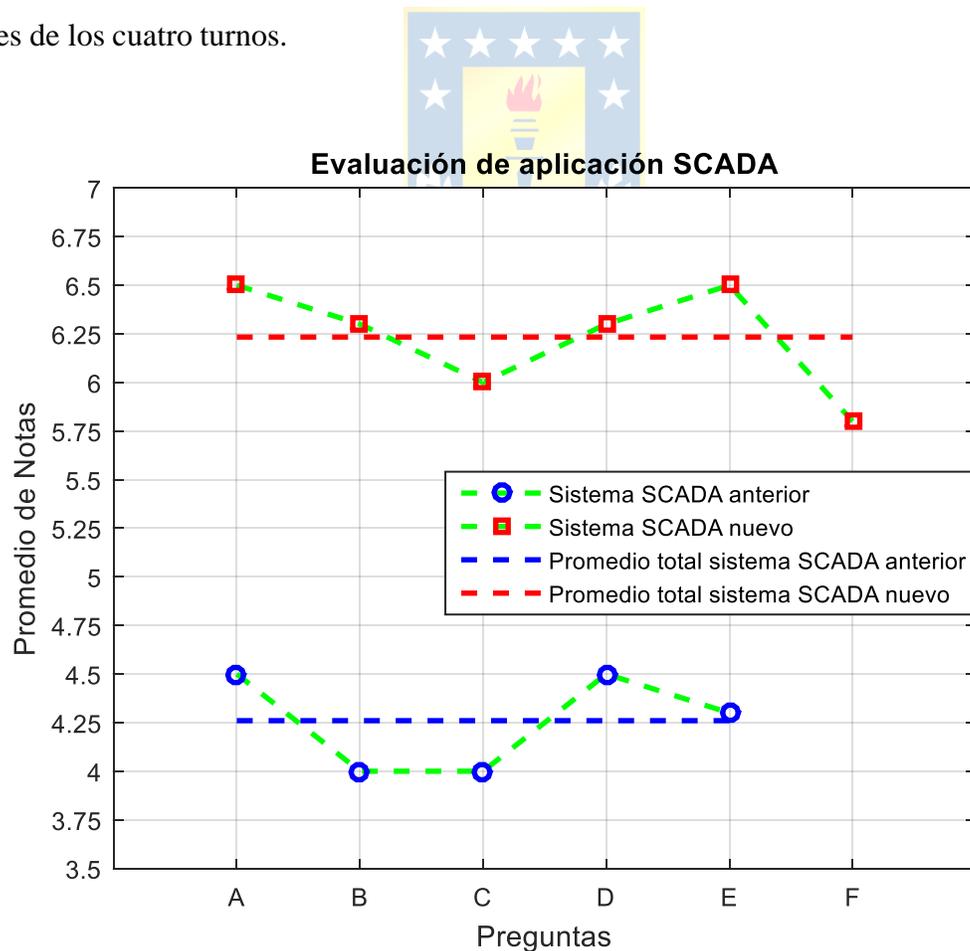


Figura 5.11 Evaluación de aplicación SCADA.

G) Oportunidades de mejora, críticas constructivas sugerencias para mejorar.

- Mejorar la distribución del diseño gráfico.
- Falta crear una hoja de supervisión de enclavamientos.
- Mejorar el tamaño de las gráficas.
- Falta página de supervisión de enclavamientos.

Es evidente, al analizar el gráfico mostrado en la figura 5.11, que la nueva aplicación SCADA implementada en la planta Plywood fue aceptado de muy buena manera por parte de los operadores. Todas las mejoras implementadas en el nuevo sistema han sido avaladas por parte de ellos y por sobre todas las preguntas, la conformidad general del sistema nuevo es muy elevada en comparación con la aplicación SCADA anterior.

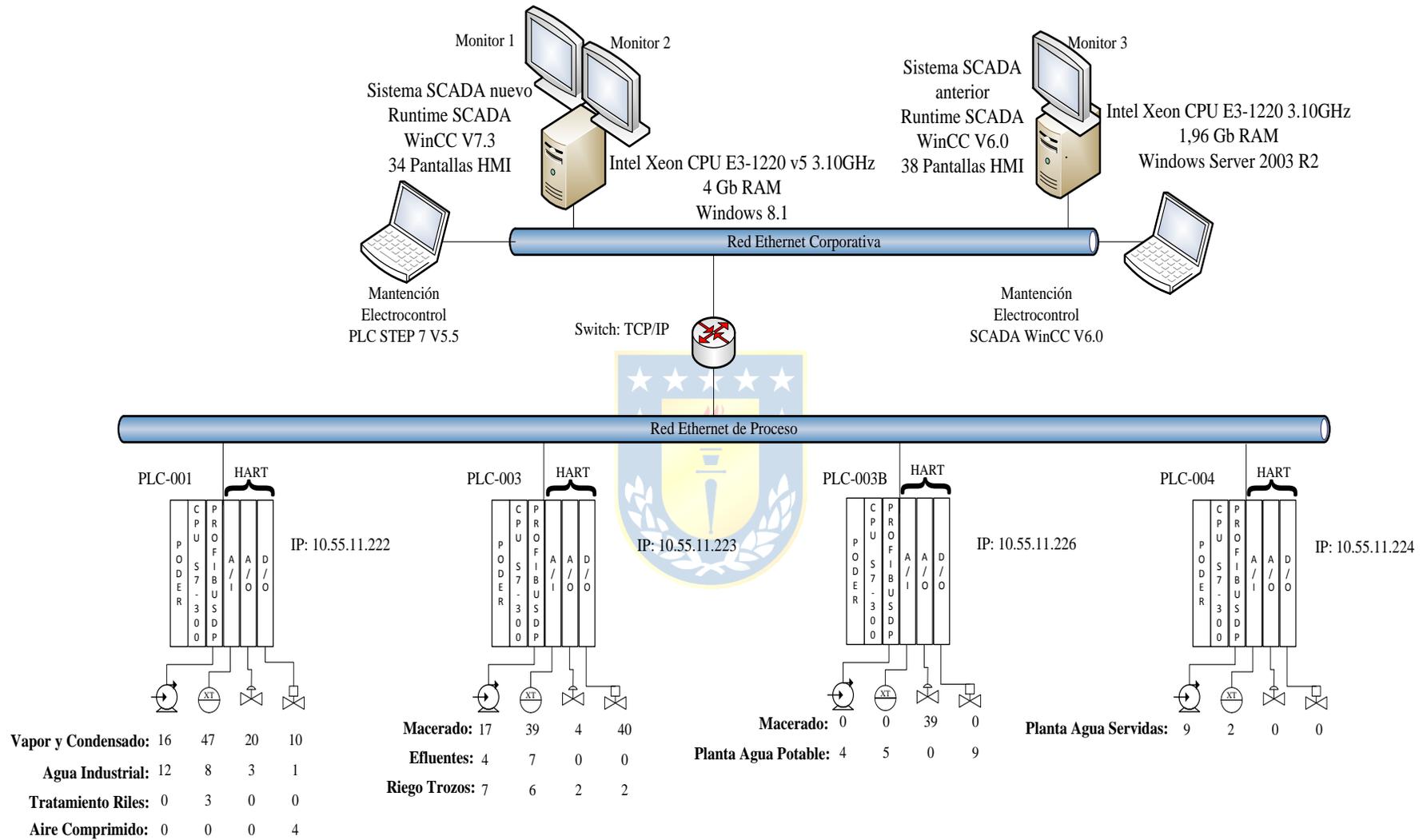
Sin lugar a dudas hay mejoras que pueden implementarse en esta nueva aplicación SCADA, una de ellas es la mejora en la base de datos de fallas y alarmas, que recibió la peor calificación de todas las preguntas. Operadores manifestaron respecto a esto que no es necesario tener una base de datos de todas las fallas y alarmas que ocurren en el sistema, sin embargo, aunque para ellos no sea útil, es algo que debe ser analizado a mayor profundidad, pues esta base de datos está pensada para hacer del proceso más eficiente al tener absolutamente todas las situaciones anómalas bajo control. Otro aspecto que recalcaron, es que existen algunos diseños que están desproporcionados y podrían ser más pequeños para utilizar de mejor manera los espacios disponibles en las pantallas y así ordenar de mejor forma la información desplegada en cada una de ellas.

5.5. Arquitectura final del sistema

Para la puesta en marcha de la aplicación SCADA nuevo, se decidió dejar el sistema anterior en la misma sala de control con una pantalla aparte, corriendo el sistema de forma redundante con el nuevo. Esto para que en caso de que el operador deba realizar una acción rápida y no pueda hacerlo en el sistema nuevo, tenga la opción de hacerlo a través del antiguo. Además, puesto que es un sistema nuevo, y como se explicó anteriormente, no fue posible realizar el comisionamiento absoluto de las pantallas, es necesario tener el sistema anterior por un tiempo en caso de situaciones anómalas y también para que el cambio que tienen los operadores no sea tan drástico. Es por lo anterior que la arquitectura final del sistema de control queda tal como se presenta en la figura 5.12.



Figura 5.12 Arquitectura final del sistema de control.



5.6. Mejoras que presenta la nueva aplicación SCADA

En la tabla 5.1 se muestran las principales diferencias entre ambas aplicaciones.

TABLA 5.1 Diferencias aplicaciones SCADA: anterior y nuevo.

	Aplicación SCADA anterior	Aplicación SCADA nueva
Tiempo de espera entre cambios de pantalla	~ 25 [s]	< 2 [s]
Tiempo de espera al cambiar 100 veces una pantalla	~ 2500 [s] ~ 41,6 [min]	< 200 [s] < 3 [min]
Diseño ergonómico confortable	No	Sí
Navegación directa y eficiente	No	Sí
Información v/s datos desplegados por pantallas	Sólo datos	Información y datos
Base de datos de alarmas y fallas	No	Sí
Pop-up completamente funcionales	No	Sí

Gracias al uso de la norma ISA 101 para el diseño de las pantallas HMI de la nueva aplicación SCADA implementado, se mejoraron los siguientes aspectos:

- Los nuevos despliegues fueron diseñados para hacer ergonómicamente confortable la operación sobre el nuevo sistema. Los colores básicos utilizados, blanco y negro, para indicar el estado normal de funcionamiento de un equipo permite que bajo condiciones normales no exista gran contraste entre los colores seleccionados.
- Lo anterior provoca que exista un mejor manejo de las situaciones anómalas, como alarmas HH H o L LL (Muy Alto, Alto, Bajo o Muy Bajo) o fallas de instrumentos y equipos. Estas situaciones anómalas pueden ser detectadas con mayor rapidez, pues son las únicas que poseen gran contraste respecto al color de fondo y color de equipos.
- Los colores rojos y amarillos para alarmas o fallas respectivamente, provocan ‘molestia’ visual lo que permite a simple vista visualizar aquellos equipos en falla o aquellos instrumentos con alarmas activas. Esto permite una disminución en los tiempos de reacción del operador ante fallas y alarmas.
- En los despliegues de las áreas principales, se presentan tendencias en tiempo real de las principales variables del proceso. Esto permite a los operadores poder visualizar el estado actual de

los sistemas y su evolución en el tiempo. Por lo tanto, ya no sólo se muestran datos actuales en pantallas principales, sino que se muestra información útil que el operador puede analizar constantemente e intuir la evolución probable del sistema.

- Con el punto anterior, se puede cambiar la filosofía de operación. Con los nuevos despliegues gráficos, se puede pasar de una actitud reactiva – correctiva ante fallas y situaciones de alarmas, hacia un trabajo proactivo – preventivo, al conocer la evolución del sistema en tiempo real.

Además de utilizar un mejor hardware en el servidor implementado, otros aspectos que mejoraron debido a cómo fue programado y configurado la nueva aplicación SCADA son:

- Los tiempos de espera entre cada cambio de pantalla se vieron reducidos significativamente a un máximo de 2 segundos. Esto gracias a que se aprovechó al máximo la configuración de la aplicación SCADA para el despliegue de cada pantalla y esto sólo gracias a que el nuevo servidor posee un hardware suficientemente rápido para hacer esto.
- Gracias al nuevo servidor y a un script de conexión Ethernet programado en el servidor, la nueva aplicación SCADA es capaz de iniciar inmediatamente se inicie el *Runtime* del software WinCC V7.3, es decir, no es necesario esperar un tiempo extra a que el sistema cargue las pantallas ya que éstas lo hacen con gran rapidez.
- Se mejoró el menú de navegación al interior del nuevo sistema. Ahora no es necesario tener que ingresar a una pantalla de menú extra que ocupe todo el espacio, perdiendo de vista las pantallas principales, sino que se creó un menú global, que permite el cambio hacia las otras pantallas sin perder de vista la pantalla principal desplegada.
- Se implementó una base de datos de alarmas y de fallas para el nuevo sistema. Por lo que ahora se cuenta con un historiador de fallas y alarmas ocurridas, y con una barra de información global, que muestra en tiempo real las alarmas o fallas que están ocurriendo en el sistema. Además, el lugar de avería en el que ocurre. Así se facilita al operador poder reaccionar de manera más rápida ante dichas situaciones.
- Los pop-up de controladores de válvulas son completamente funcionales. Ahora a través de los pop-up de los controladores es posible cambiar todos los aspectos configurados en ella. Ahora los operadores pueden realizar los cambios de *set point* de los lazos de control configurados, en el mismo pop-up desplegado sin tener que recurrir a la pantalla de Parámetros para realizar dicha acción.

Otro aspecto que se mejoró fue el diseño de los diagramas de proceso, acorde a lo instalado en terreno, actualizando los despliegues.

Capítulo 6. Conclusiones

6.1. Sumario

Se realizó de forma completa el levantamiento de todas las variables correspondientes para las áreas descritas a lo largo del proyecto. Gracias a lo anterior también se pudo diseñar, programar y configurar la aplicación SCADA nueva en su totalidad, dejando el sistema completamente operativo y listo para que operadores puedan utilizarlo. Este trabajo fue realizado mayoritariamente en la planta Plywood y fue de vital importancia la entrevista con operadores y la ayuda proporcionada por ellos, para comprender y conocer el manejo actual y la forma de operar las áreas correspondientes de la planta. Además, el trabajo realizado en terreno consistió en visitas guiadas a la gran mayoría de áreas descritas en el presente proyecto y esto se deja claro en el Anexo B. En el trabajo realizado al interior de la Planta, no se modificaron programas en PLC, a pesar de existir gran cantidad de oportunidades de mejora en cuanto al manejo de los procesos, esto no es posible abarcar debido a las limitaciones del proyecto.

6.2. Conclusiones

Se cumplieron a cabalidad todos los objetivos propuestos en la presente memoria de título. Se diseñó, se programó, se configuró y se puso en marcha una nueva aplicación SCADA, desarrollado en WinCC V7.3, para la Planta Plywood, en las áreas de: Vapor y Condensado, Macerado, Agua Industrial, Efluentes, Riego de Trozos, Planta Agua Potable, Aire Comprimido, Aguas Servidas y Tratamiento de Riles.

La comprensión del proceso permitió una mejora sustancial en el diseño y estructura de operación de la nueva aplicación SCADA implementada.

Se analizó la aplicación SCADA anterior que operaba en las áreas ya descritas de la Planta Plywood. Con esto se encontraron las principales falencias del sistema y las oportunidades de mejoras correspondientes, las que siempre se consideraron al momento de diseñar y programar la nueva aplicación SCADA.

La filosofía de diseño de la aplicación SCADA y la guía de estilos está basado en lo propuesto por la norma ISA 101S, como la principal guía para la solución del problema de ingeniería propuesto en el presente informe.

Se dejó clara la diferencia entre dato e información, por lo que ahora las pantallas principales del sistema nuevo, poseen gran cantidad de información del proceso, respecto al sistema anterior utilizado. Por lo tanto, los operadores pueden intuir más rápidamente la evolución probable del proceso y con esto tener la posibilidad de desarrollar una actitud proactiva – preventiva ante fallas o situaciones anómalas.

Se mejoró la utilización de colores, gracias a lo recomendado por la norma ISA 101, con lo que la parte ergonómica cognitiva del ambiente de trabajo se hace más favorable para la operación.

Se diseñó y programó de forma más eficiente el proceso de navegación entre pantallas, haciendo esto de una forma más directa y lógica respecto a lo programado en la aplicación SCADA anterior.

6.3. Trabajo futuro y recomendaciones

Sin dudas la nueva aplicación SCADA diseñada, configurada y programada, a lo largo del periodo de trabajado, tiene algunas oportunidades de mejora, las cuales deben ser abordadas fuera de la instancia de este proyecto. Por lo tanto existen actividades que se pueden realizar en el futuro, además se detectaron oportunidades de mejora para el proceso, las que se nombran a continuación.

El único aspecto que faltó abordar, y es totalmente recomendable hacerlo como trabajo futuro, es terminar de realizar los diagramas de enclavamientos correspondientes para todas las áreas, y agrupar en sistemas los elementos, por ejemplo el grupo dado por el control de compuertas de cámaras de macerado y válvulas de riego correspondientes. Sin embargo, lo anterior debería ir acompañado de una revisión exhaustiva de todos los algoritmos programados en los PLC, para que la planta nuevamente pueda operar de forma automática (sino, tal como sigue funcionando ahora la planta, no tendría sentido fabricar los diagramas de enclavamientos y de grupos), con el fin de sacar el máximo provecho a los autómatas y a los equipos disponibles en la planta.

En cuanto a las oportunidades de mejora detectadas en planta se pueden nombrar las siguientes:

Un ítem general y que se quiere dejar en claro, es que la planta Plywood tiene los equipos y componentes suficientes y necesarios para que ésta pueda operar de forma automática. Sin embargo, se deben revisar, tal como se explicó anteriormente, los algoritmos de control programados en los PLC y verificarlos funcionalmente, tanto realizando pruebas offline con algún simulador implementado, por ejemplo en Matlab, para luego verificar en línea.

Dentro del área de macerado, las tinas realizan un ciclo de auto-lavado, provocando pérdidas evitables de agua, esto ya que diariamente las tinas se abren y limpian de forma manual. El lazo de control de temperatura TIT-4100 tiene una pésima sintonización, tal como se muestra en la figura 6.1, existen variaciones de más de 10°C respecto al *set point*. En este caso, si es que el controlador PI implementado no es capaz de controlar, entonces se puede implementar un algoritmo de control experto, tal como: controlador de lógica difusa o controlador adaptativo predictivo. Para esto se sugiere modelar matemáticamente el comportamiento de la temperatura, para conocer qué tipo de sistema es y de esta forma obtener mejores resultados. Este es uno de los casos más críticos observados, donde el control no es capaz de seguir de buena forma al *set point* configurado, por lo que se sugiere revisar todos los lazos de control que tengan asociada una válvula proporcional como actuador.

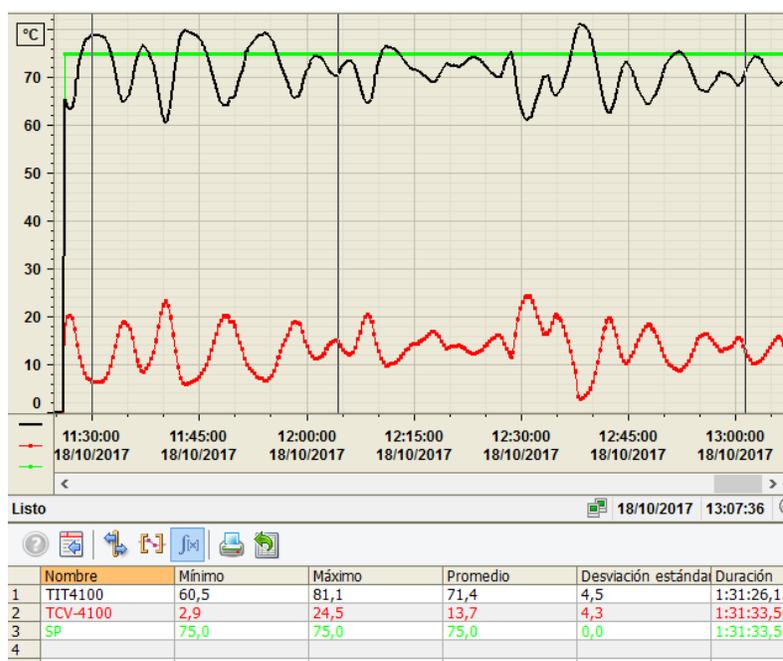


Figura 6.1 Temperatura TIT-4100.

Siguiendo en el área de macerado, se puede automatizar el control del pH, pues actualmente solo se regula a través de una válvula manual en terreno y sus operadores intentan mantener un pH cercano a 7. En la figura 6.2 se puede observar la tendencia del pH durante 7 días. El proceso es bastante lento y a simple vista parece ser un sistema de primer orden, por lo que un controlador PI podría ser suficiente para mantener el pH en 7.

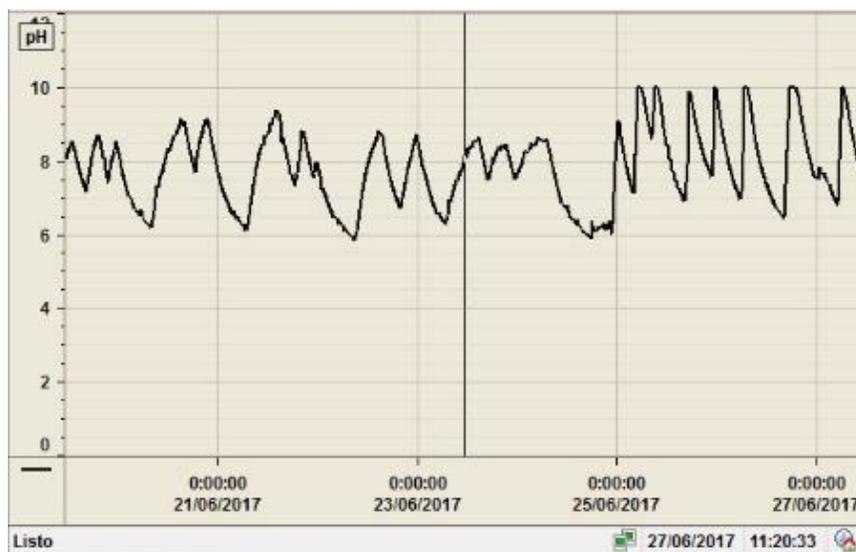


Figura 6.2 pH AIT-3216.

Finalmente, en Macerado se puede implementar una estrategia de control del tipo batch, para poder seguir tal como se le indica a los operadores en la receta de macerado de los trozos. Esto puede ser implementado a través del PLC-003, junto al correspondiente HMI para ingresar las recetas por cada cámara.

En las áreas de agua industrial y cancha de riego 1, existen elementos que sólo se pueden ver de forma local en terreno, por lo que se recomienda automatizar dichas áreas. Con esto el operador B, de terreno, no tendrá que recorrer grandes distancias sólo para activar o desactivar por ejemplo una bomba de riego.

En general todas las áreas cuentan con gran cantidad de válvulas manuales, que se podrían reemplazar por válvulas solenoides o proporcionales y así obtener un sistema más automatizado.

Respecto a los documentos que tiene la planta de sus propias áreas, se recomienda totalmente actualizar diagramas P&ID, pues por lo que se verificó en el trabajo en terreno, existen rotundas diferencias entre lo documentado en dichos planos y lo instalado en terreno. Los diagramas P&ID son útiles para obtener información de lazos de control y componentes que conforman los sistemas, por lo que en situaciones de emergencia, mejoras, entrenamiento de nuevos trabajadores y mantenciones, es posible obtener gran cantidad de información a través de dichos diagramas.

Bibliografía

- [1] *Proyecto Sistema de Control Planta Plywood. Manual de Operación Sistema de Control Planta Plywood.* CMPC Maderas S.A., Planta Plywood, Mininco, Región de la Araucanía, Chile, Junio 2007.
- [2] J. Segovia. “Estándar de Programación HMI REV 0”, Universidad de Concepción, Concepción, Chile, 2014.
- [3] B. Hollifield and H. Pérez, “High Performance Graphics to Maximize Operator Effectiveness. Version 2.0: Including a Major Case Study”. PAS The Human Reliability Company, Houston, Texas, Estados Unidos, 2012.
- [4] *Best practice guideline. Operator workplace and process graphics.* ABB, Zúrich, Suiza, 2013.
- [5] *Simatic HMI. WinCC V6.0 Documentación estándar. Manual.* Siemens AG, Wittelsbacherplatz 2, 80333 Múnich, Alemania, 2003.
- [6] F. Pérez, “WinCC Programación Elemental”, Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Bilbao, Universidad del País Vasco, Bilbao, España, Mayo 2014.
- [7] *SIMATIC HMI. WinCC 7.3. WinCC: Trabajar con WinCC. Manual de sistema.* Siemens AG. Wittelsbacherplatz 2, 80333 Múnich, Alemania, 2014.
- [8] *SIMATIC. Programar con STEP 7. Manual.* Siemens AG. Wittelsbacherplatz 2, 80333 Múnich, Alemania, 2010.
- [9] *SIMATIC. Software Estándar para S7-300/400. PID Control (Regulación PID). Manual.* Siemens AG. Wittelsbacherplatz 2, 80333 Múnich, Alemania, 1996.
- [10] P. Mengual, *STEP 7. Una manera fácil de programar PLC de Siemens.* Barcelona. España: Marcombo S.A., Mayo 2013.
- [11] C. Guarnizo, “Metodología para la implementación de controlador difuso tipo Takagi-Sugeno en PLC s7-300”, Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín, Medellín, Colombia. Mayo 2011.
- [12] Procesos de Plywood, accedido en Noviembre 2017. [Online]. Disponible en: www.cmpcmaderas.cl/?page_id=38
- [13] Chaplin M. (2000) Water Structure And Science, accedido en Noviembre 2017. [Online]. Disponible en: www1.lsbu.ac.uk/water/water_phase_diagram.html#intr

[14] K. Doman, “How to Improve Plant Operations through Better HMI Graphics”. Rockwell Automation, 2014.

[15] Google Maps, accedido en Octubre 2017. Disponible en: <https://www.google.cl/maps/@-37.797344,-72.4785802,1049m/data=!3m1!1e>



Anexo A. Filosofía HMI y guía de estilos

CMPC Maderas S.A.
Filosofía de Programación SCADA
y Guía de estilos
Planta Plywood

Cristian Alejandro Vásquez Catalán
Estudiante de Ingeniería Civil Electrónica
Departamento de Ingeniería Eléctrica
Facultad de Ingeniería
Universidad de Concepción
Octubre de 2017

Índice

1.	Introducción.....	3
2.	Interfaz Gráfica.....	4
	2.1 Generalidades.....	4
	2.2 Colores.....	4
	2.3 Objetos.....	6
	2.4 Pop-Up.....	9
	2.5 Usuarios.....	13
	2.6 Navegación.....	14
	2.7 Enclavamiento válvula solenoide.....	15

1. Introducción

El presente estándar de programación HMI tiene su génesis en la necesidad inherente de contar con un modelo para el diseño de los despliegues y pantallas con las que contará el nuevo sistema SCADA para la planta Plywood de CMPC Maderas S.A.

Este estándar se basa en el documento: “*Proyecto Sistema de Control Planta Plywood. Manual de Operación Sistema de Control Planta Plywood.*” CMPC Maderas S.A., Planta Plywood, Mininco, Región de la Araucanía, Chile, Junio 2007. El cual fue analizado, y contrastado con las actuales tendencias en diseño de pantallas HMI industriales.

Es gracias a lo anterior que se encuentra una gran cantidad de oportunidades de mejora, las cuales quedarán detalladas en el presente estándar, con el fin de mejorar la calidad en el trabajo diario de operadores, teniendo en cuenta una mejor calidad en colores, objetos e información desplegada en cada pantalla.

2. Interfaz Gráfica

2.1 Generalidades

- Todos los mensajes, abreviaciones, botones, alarmas, títulos, tags, deberán ser en español. La única excepción serán aquellos elementos que inherentemente son en otro idioma, por ejemplo: la sigla PID, tags: “FCV” que significa “flow control valve”, etc.
- Los textos normales deberán ser con fuente de letra Arial, tamaño 12, color negro, código RGB 0, 0, 0. Los títulos serán con letra Arial, tamaño máximo 30. El tamaño mínimo de letra exigido es 12, sin embargo pueden existir textos que deban ser resaltados, y éstos podrán tener un tamaño de letra mayor, además de utilizar la propiedad ennegrecido para destacar dichos textos.
- Cada pantalla pop-up deberá tener un botón de ayuda, el cual desplegará otro pop-up con información de ayuda idónea, respectiva a cada ventana.
- Todas las interacciones del sistema con el operador deberán ser a través del botón izquierdo del mouse. En aquellos campos de entrada, se podrá utilizar el teclado numérico.
- Los diagramas del proceso serán de acuerdo a los diagramas P&ID más actuales del proceso, en caso de no existir dichos documentos, entonces se deberán diseñar de acuerdo a lo instalado en terreno.
- No se deberán utilizar elementos distractores, como por ejemplo: Modelos en 3D, objetos dinámicos, etc.
- El proyecto deberá ser diseñado para una resolución de 1024 x 1280 pixeles.
- El nombre de los despliegues, es decir los archivos con extensión .pdl que se generarán en la creación de las distintas pantallas deberán ser según el siguiente formato:

Para los diagramas de proceso: Área – Descripción 1 – Descripción 2

Por ejemplo: Macerado – Principal

Para objetos

comunes o pop-up: @Nombre objeto/tipo de pop-up – Descripción 1- Descripción 2

Por ejemplo: @Controlador – Bombas – 1

2.2 Colores

- El color de fondo y de cada pop-up será el que viene por defecto en WinCC v7.3. Gris claro, código RGB: 192, 192, 192.
- Las tuberías en el diagrama de proceso, son los únicos elementos que podrán tener color dentro de las pantallas generales, sus colores deberán ser con degradado a blanco hacia el interior. El código de colores por las que se regirán las tuberías está especificado en la tabla 2.2.1.

Tabla 2.2.1 Código de colores tuberías.

Proceso	Color	RGB
Agua Limpia	Verde oscuro	64, 128, 128
Agua de Macerado	Gris claro	192, 192, 192
Condensado	Azul	0, 0, 255
Sodio	Verde	0, 255, 0

- Para válvulas on/off se tendrá el siguiente código de colores, especificado en la tabla 2.2.2.

• **Tabla 2.2.2 Código de colores válvulas on/off.**

Acción	Color	RGB
Abierta	Blanco	255, 255, 255
Cerrada	Gris oscuro	128, 128, 128
Falla	Amarillo	255, 213, 0

- Para bombas o motores, se tendrá el siguiente código de colores, especificado en la tabla 2.2.3.

• **Tabla 2.2.3 Código de colores bombas o motores.**

Acción	Color	RGB
Encendido	Blanco	255, 255, 255
Apagado	Gris oscuro	128, 128, 128
Falla	Amarillo	255, 213, 0

- Para las alarmas, se tendrá el siguiente código de colores, especificado en la tabla 2.2.4.

• **Tabla 2.2.3 Código de colores alarmas.**

Prioridad	Color	RGB
1	Rojo	204, 0, 0
2	Amarillo	255, 213, 0
3	Naranja	255, 140, 51
4	Púrpura claro	113, 232, 223

2.3 Objetos

2.3.1 Barra global de navegación

Deberá existir una barra de navegación global, la cual deberá ser ubicada en la parte superior de todas las pantallas. Esta barra de navegación global deberá ser de un alto máximo de 80 píxeles, además deberá permitir el acceso a través de una botonera a al menos las siguientes pantallas:

- Pantalla Inicial: Esta pantalla contiene el logo de la empresa CMPC Maderas S.A. y a través de ésta es que se ingresa el nombre de usuario y contraseña.
- Procesos: Esta pantalla mostrará el diagrama general de proceso junto a toda la información desplegada allí. Se deberá considerar en su diseño el espacio suficiente para que al menos existan los botones de: Macerado, Agua industrial, Vapor y Condensado.
- Tendencias: Esta pantalla deberá desplegar información de las tendencias, por cada área, a través de botoneras. El usuario debe ser capaz de elegir qué tendencias desea observar.
- Variables Análogas: Esta pantalla deberá mostrar información por área, de todas las variables análogas que exista en cada área, se deberá mostrar la información por columnas de al menos los siguientes parámetros: Tag, Descripción, Valor Actual, Unidades de Ingeniería, Límites de Alarmas. Además se deberá mostrar el estado de bombas y motores por área, cuya información mínima requerida es la siguiente: Tag, Descripción, Estado, Modo, Local / Remoto.

- Alarmas: Esta pantalla debe mostrar el histórico de las alarmas ocurridas por cada área. Se debe utilizar la aplicación de WinCC v7.3 que muestra el histórico de alarmas, configurar y programar para indicar qué alarma ha ocurrido, y desplegar el mensaje correcto por cada una de ellas. Respecto a la botonera de la barra de navegación global, ésta debe parpadear cada vez que exista una alarma y ésta no se haya reconocido. Los colores de parpadeo deberán ser: gris claro, RGB (192, 192, 192), y rojo (204, 0, 0).

2.3.2 Barra global de información

Deberá existir una barra global de información, la cual permitirá al operador visualizar de forma rápida las alarmas que han ocurrido, al área a la cual pertenece, y podrá reconocer dicha alarma de forma rápida, actuando de la mejor manera para dar solución al problema. Además de mostrar el nombre de usuario, la hora y fecha. Se sugiere agregar un botón de parada de emergencia, sin embargo, dada las condiciones de programación de los PLC, se sabe que no todas las áreas ni procesos tienen parada de emergencia, por lo que para cuando sea el caso de existir, es necesario y se debe incluir dicho botón de parada de emergencia en estos casos. Esta barra será de un alto máximo de 80 píxeles, dejando así un tamaño de 864 píxeles de alto para todas las pantallas principales.

2.3.3 Bombas y motores

El tamaño de las bombas y motores no deberá superar los 60 x 60 píxeles, de ancho y alto respectivamente. Deberán mostrar información acerca del estado en que está operando, estos serán A, M, R, L, donde cada letra significa lo siguiente: A (automático), M (manual), R (remoto), L (local). Es lógico, que no deben aparecer todas las letras al mismo tiempo, sino que se debe desplegar el estado actual de cada bomba, es decir sólo habrá una combinación posible de letras entre A o M, y entre R o L. Se deberá desplegar esta información tal como se muestra en la figura 2.3.3.1 para el caso de las bombas, y como se muestra en la figura 2.3.3.2 para el caso de los motores.

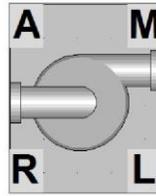


Figura 2.3.3.1. Diseño de bombas.

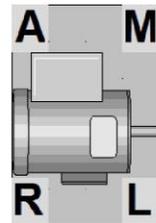


Figura 2.3.3.1. Diseño de motores.

2.3.4 Válvulas proporcionales y on off

El tamaño de las válvulas proporcionales y on off no deberá superar los 45 x 45 píxeles de ancho y alto respectivamente. Similar al punto 2.3.3 cada válvula deberá mostrar información del estado en que está trabajando, siendo esto sólo dos letras: A y M, donde A (automático) y M (manual). Esta información deberá desplegarse de acuerdo a las figuras 2.3.4.1 para el caso de válvulas proporcionales, y la 2.3.4.2 para el caso de válvulas on off.



Figura 2.3.4.1 Válvulas proporcionales.



Figura 2.3.4.2 Válvulas On Off.

2.3.5 Estanques

Los estanques no deberán superar un tamaño de 200 x 200 píxeles, siendo un tamaño recomendado de sólo 100 x 100 píxeles, de ancho y alto respectivamente. Por cada estanque que exista se deberá incluir al interior de éste una aplicación que muestre

tendencias de interés para el estanque, como por ejemplo el nivel de éste. Bajo este principio es que se diseñará cada pantalla de proceso, es decir, se deberá privilegiar la información, por sobre los datos. Poder visualizar la tendencia de una variable entrega gran cantidad de información, a sólo poder visualizar el valor actual de dicha variable, pues a través de la tendencia se puede observar hacia dónde se sitúa dicha variable. Referirse a la figura 2.3.5.1 como ejemplo de lo que se espera.

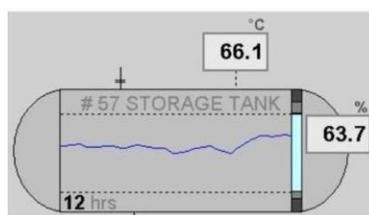


Figura 2.3.5.1 Ejemplo de un estanque.

2.3.6 Alarmas

El correcto manejo y despliegue de alarmas, implica una rapidez de acción mayor respecto a acciones preventivas o correctivas durante la operación del proceso. Es por ello que las alarmas se manejan con colores y objetos redundantes, se utilizarán cuatro prioridades de alarmas, con sus respectivos colores y objetos. Para conocer el color exacto de cada prioridad, se debe revisar la tabla 2.2.3. En la figura 2.3.6.1 se muestra el despliegue de las alarmas, que se requerirá.



Figura 2.3.6.1 (a) Alarma con prioridad 1, (b) Alarma con prioridad 2, (c) Alarma con prioridad 3 (d) Alarma con prioridad 4.

Cada nivel de alarma tiene un nivel de prioridad distinto, siendo prioridad 1 la de máxima prioridad y la 4 con la mínima prioridad. Estas alarmas deberán aparecer justo bajo el valor de la variable afectada, o justo bajo el objeto afectado.

2.4 Pop-Up

2.4.1 Bombas

En la figura 2.4.1.1 se muestra el despliegue diseñado para controlar las bombas.



Figura 2.4.1.1 Control de bombas.

El modo de operación se refiere a si el control de la bomba será en Automático (AUTO) o Manual (MAN).

Cuando la bomba está en modo de operación manual, se podrá activar o desactivar su operación a través de los comandos PARTIR o PARAR.

El tipo de control que se puede aplicar a las bombas es remoto o local, donde REMOTO activa la operación de las bombas a través del SCADA en la sala de operación, y en LOCAL se activa la operación de las bombas a través de una botonera instalada en terreno.

El cuadro en blanco debajo de la palabra ESTADO, deberá indicar el estado actual de la bomba con las siguientes palabras: ENCENDIDA, DETENIDA, FALLA. En caso de existir una falla, esta debe parpadear en amarillo y rojo, y se podrá reconocer la falla con el botón RESET, que significa resetear.

El botón de ayuda deberá desplegar un pop-up con las ayudas idóneas a esta ventana, consideran la explicación de cada botón entregada por este estándar.

2.4.2 Motores

Considerar la figura 2.4.2.1 para el diseño del control de los motores.



Figura 2.4.2.1 Control de bombas.

Los botones mostrados en esta pantalla son análogos a los descritos en el punto 2.4.1 por lo que se debe considerar la explicación de cada uno de ellos como homologas para este punto.

2.4.3 Válvulas proporcionales

En general se debe considerar la figura 2.4.3.1 como el estándar para diseñar el controlador de las válvulas proporcionales. Esta pantalla se ingresará a través de pinchar sobre la válvula correspondiente. Se debe tener en cuenta la relación de las variables a controlar, por ejemplo en la figura 2.4.3.1 se puede observar que el pop-up de esta válvula corresponde al control de temperatura de algún proceso.

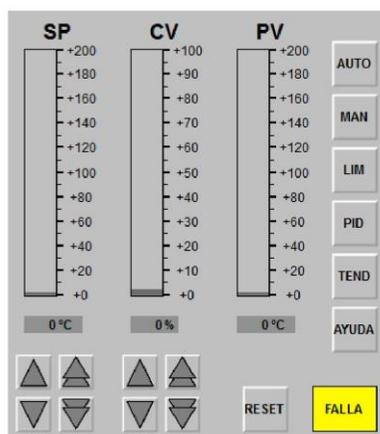


Figura 2.4.3.1 Controlador de válvula proporcional.

Se tienen las siguientes características:

SP corresponde al *set point* del controlador, es decir el punto al cual se quiere llevar la variable controlada.

CV corresponde al *control value* esto hace referencia al actuador en el proceso de control, en el caso de una válvula, será el porcentaje de apertura que tendrá esta.

PV corresponde al *process value*, es decir, es el valor actual que tiene el proceso, en el caso del control de temperatura, será la temperatura actual que tiene el proceso.

Los botones de AUTO o MAN, corresponden a si el controlador está en automático o manual. Estos botones deben permanecer presionados de acuerdo al modo en el que estén configurados.

El botón LIM deberá desplegar un pop-up en el cual se podrá configurar el límite de las alarmas.

El botón PID deberá desplegar un pop-up que despliegue la pantalla correspondiente a la configuración del controlador PID. Es decir deberá contener todos los parámetros configurables que sea referentes al controlador PID, además de contener una aplicación que muestre las tendencias del SP, PV y CV, con los colores: amarillo (255, 213, 0), azul (0, 0, 255) y rojo (255, 0, 0), respectivamente.

El botón TEND deberá desplegar un pop-up con las tendencias correspondientes al proceso.

El botón de ayuda debe contener las ayudas idóneas a esta pantalla, considerando la explicación dada en el presente estándar.

El botón RESET debe ser capaz de resetear el estado en falla de la válvula.

El recuadro FALLA debe ser parpadear de amarillo a rojo en caso de activarse alguna falla en la válvula.

Los botones con triángulos cuyo vértice principal esta hacia arriba, serán capaces de cambiar el SP o el CV cuando corresponda en +1, o en +5 cuando se presiona el doble triángulo. En caso contrario, donde se presione el triángulo cuyo vértice principal está hacia abajo, se deberá cambiar el SP o el CV cuando corresponda en -1 o -5 cuando se presiona el doble triángulo.

2.4.4 Válvulas solenoides

Las válvulas solenoides funcionan de manera similar a como lo hace un motor o como lo hace una bomba, es por ello que el despliegue propuesto para el control de estas válvulas es similar a los antes mencionados y se muestra en la figura 2.4.4.1.



Figura 2.4.4.1. Controlador válvula solenoides.

Los botones son análogos a los mostrados en los puntos 2.4.1 y 2.4.2, a excepción de que las válvulas on off no se pueden controlar de forma local. Por lo tanto se sugiere revisar esos puntos para encontrar la explicación de cada botón y acerca del estado de la válvula.

2.4.5 Ayudas

Todos los despliegues, ventanas y pop-up, que se configuren en el SCADA deberá contener un botón que despliegue un pop-up de ayuda, con la información idónea a cada pantalla, la cual se puede encontrar en el presente estándar.

2.5 Usuarios

2.5.1 Privilegios

Se consideraran tres niveles de acceso para el sistema SCADA propuesto:

- **Visita.** Se le permitirá visualizar el total de las pantallas, sin embargo no se le permitirá reconocer alarmas ni ejecutar ningún comando de control.
- **Operador.** Se le permitirá el acceso a todas las herramientas para un óptimo control y operación del sistema SCADA. Cambios de variables, estados de operación, comandos, etc.
- **Administrador.** Se le permitirá el total acceso a todo el software y la totalidad de privilegios del sistema SCADA.

2.6 Navegación

La navegación a través del sistema SCADA deberá ser intuitiva y sencilla, se podrá acceder a todas las pantallas de proceso principales a través de la barra global de navegación. A continuación en la figura 2.6.1 se muestra un diagrama de cómo se podrá acceder a las pantallas y a cuáles pantallas se podrán acceder a través de cada una de ellas.

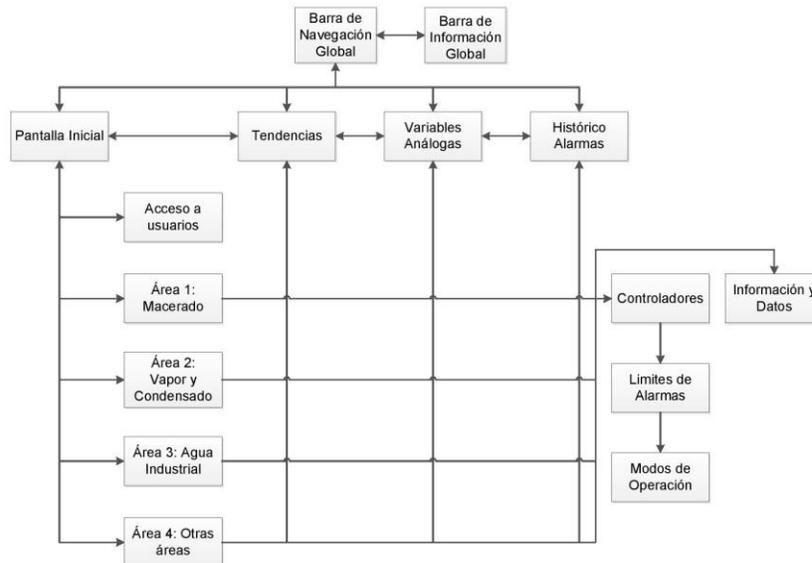


Figura 2.6.1. Diagrama de navegación a través de pantallas.

2.7 Enclavamiento válvula solenoide

A continuación se define la forma de realizar un diagrama de enclavamientos para una válvula solenoide.

	STR	STM	OP	SA
CER	HV-3231			Rec. Falla
AUT	Riego Cámara Macerado 1			

Figura 2.7.1 Ejemplo ventana de estados de válvula HV-3231.

En la figura 2.7.1 se puede observar a modo de ejemplo la ventana de estados de la válvula HV-3231. En la tabla 2.7.1 se explican en detalle las palabras de estado asociadas a las válvulas solenoides. La dinámica del código de colores sigue la misma lógica que la utilizada para indicar estados de válvulas o motores, ver tablas 2.2.2 o 2.2.3.

Comandos a utilizar en ventana de estados de válvula solenoide:

ABI/CER: Provoca apertura o cierre de válvula, siempre y cuando esté en modo manual.

AUT/MAN: Provoca el paso de automático o manual del control de la válvula.

Rec. Falla: Permite reconocer alguna falla provocada en la válvula.

Al lado derecho del botón CER se ubica el espacio para describir el tag asociado a cada válvula solenoide.

Al lado del botón AUT se debe ubicar la descripción de la válvula asociada.

Tabla 2.7.1 Palabras de estado asociadas a una válvula solenoide.

Palabras de Estado	Descripción
STR	Partida en modo automático
STM	Partida de forma manual
OP	Enclavamiento operacional
SA	Enclavamiento de seguridad

Anexo B. Áreas planta Plywood

Vapor y Condensado



Figura B.1 Estanque de condensado primario.

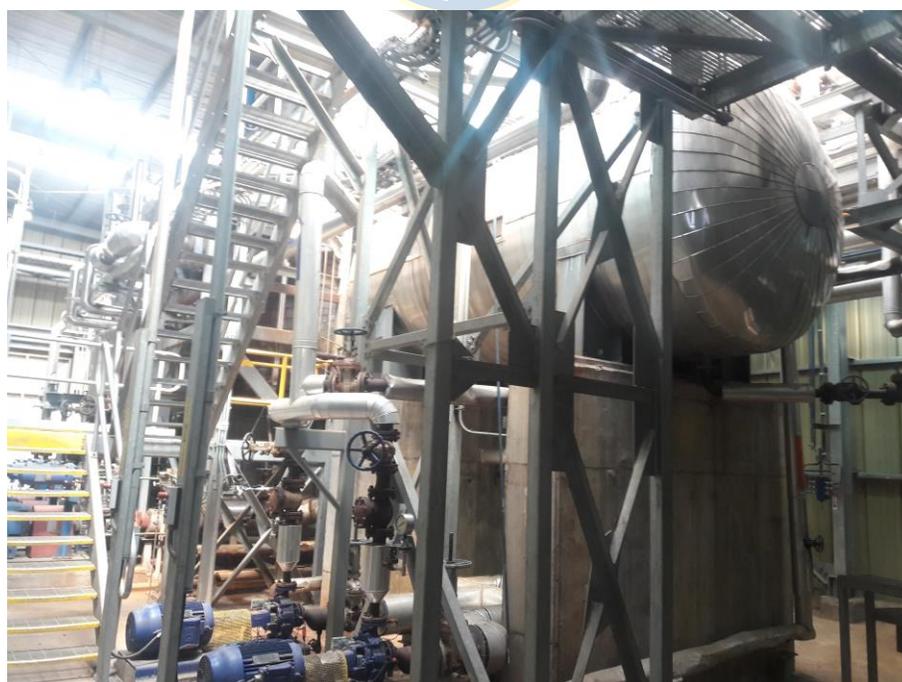


Figura B.2 Estanque de condensado secundario.

Macerado



Figura B.3 Vista frontal cámaras de macerado.



Figura B.4 Vista posterior cámaras de macerado.

Agua Industrial



Figura B.5 Estanque almacenamiento de agua industrial.



Figura B.6 Bombas de sistema autónomo y hacia macerado.

Efluentes



Figura B.7 Piscinas de efluentes.



Figura B.8 Piscinas de efluentes, sensor de nivel.

Riego de Trozos



Figura B.9 Estanque de almacenamiento cancha de riego 1.



Figura B.10 Cancha de riego 1.

Planta Agua Potable



Figura B.11 Filtros de planta de agua potable.

Aire Comprimido



Figura B.12 Acumuladores de aire.

Anexo C. Aplicación SCADA anterior

Pantallas Generales



Figura C.1 Pantalla principal.

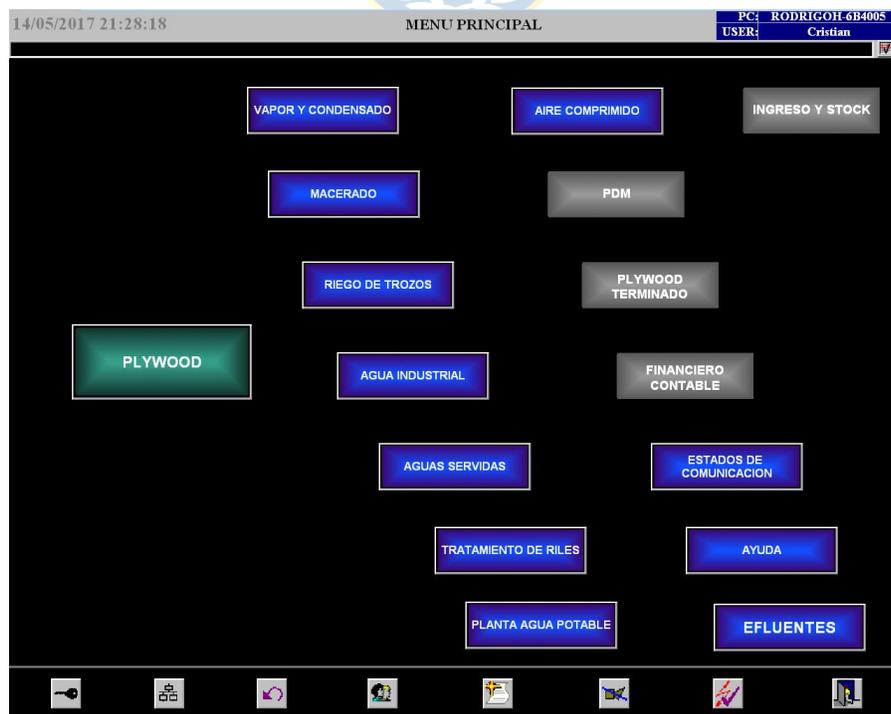


Figura C.2 Menú Principal.

Vapor y Condensado

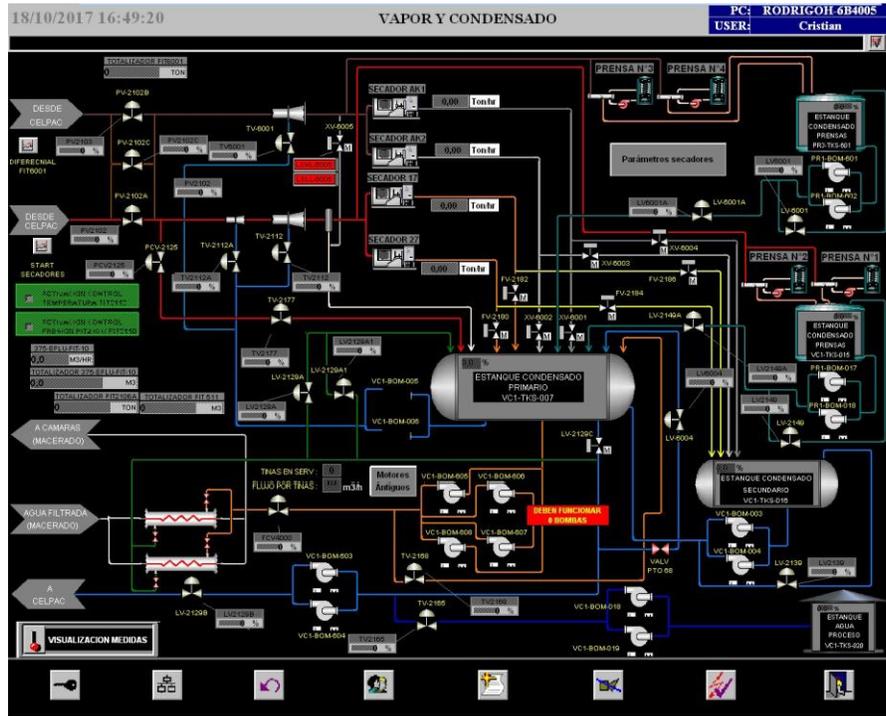


Figura C.3 Pantalla principal vapor y condensado.

Macerado

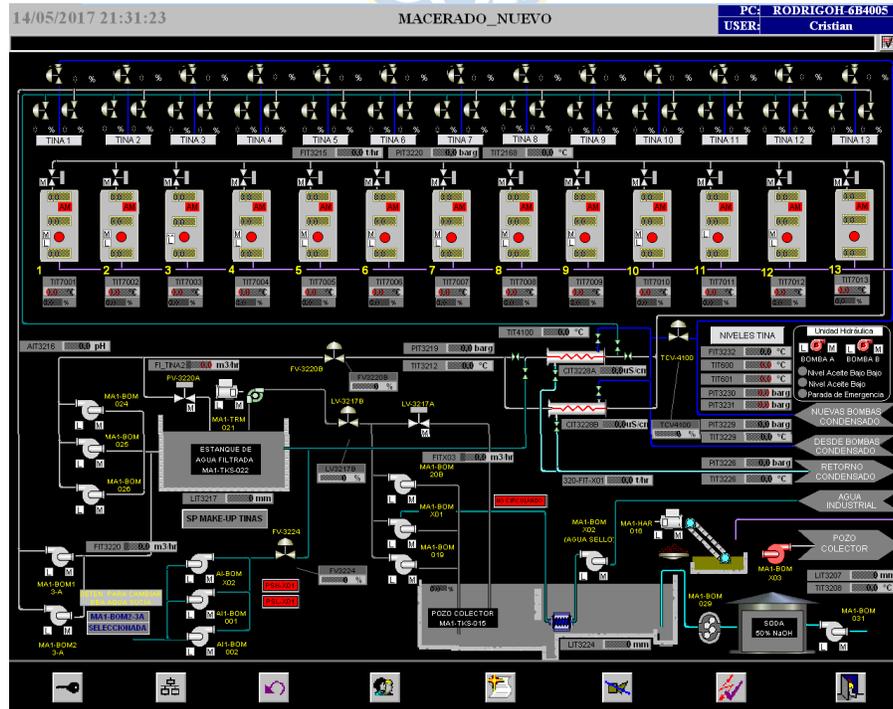


Figura C.4 Pantalla principal macerado.

Agua Industrial

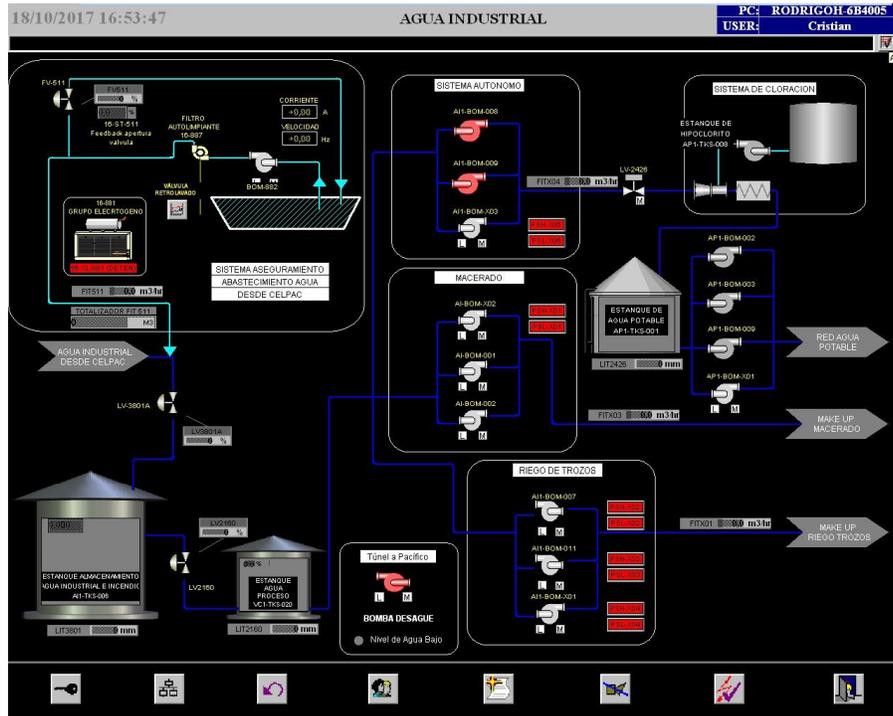


Figura C.5 Pantalla principal agua industrial.

Efluentes

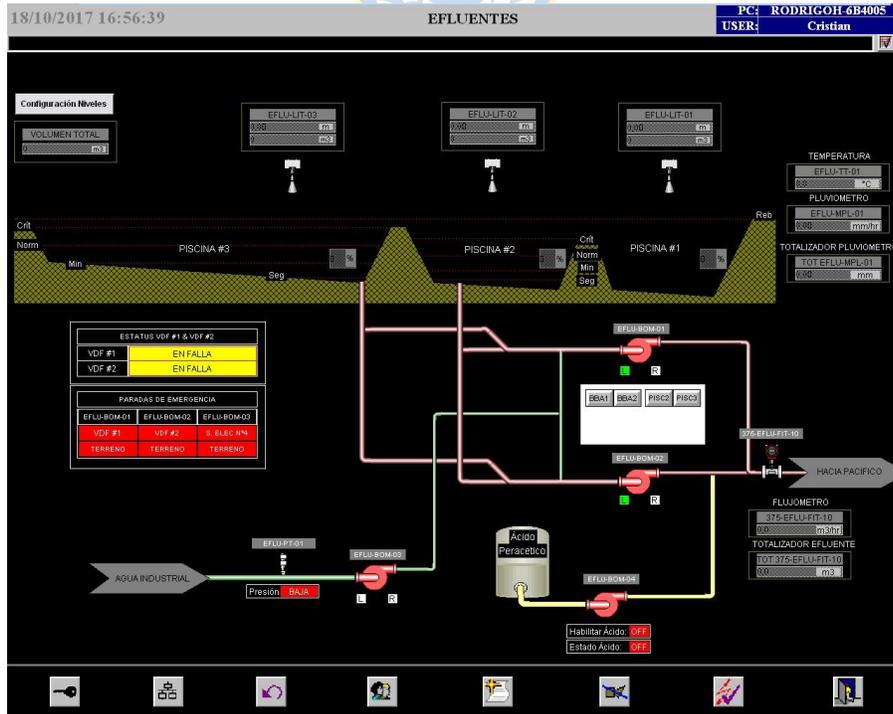


Figura C.6 Pantalla principal efluentes.

Riego de Trozos

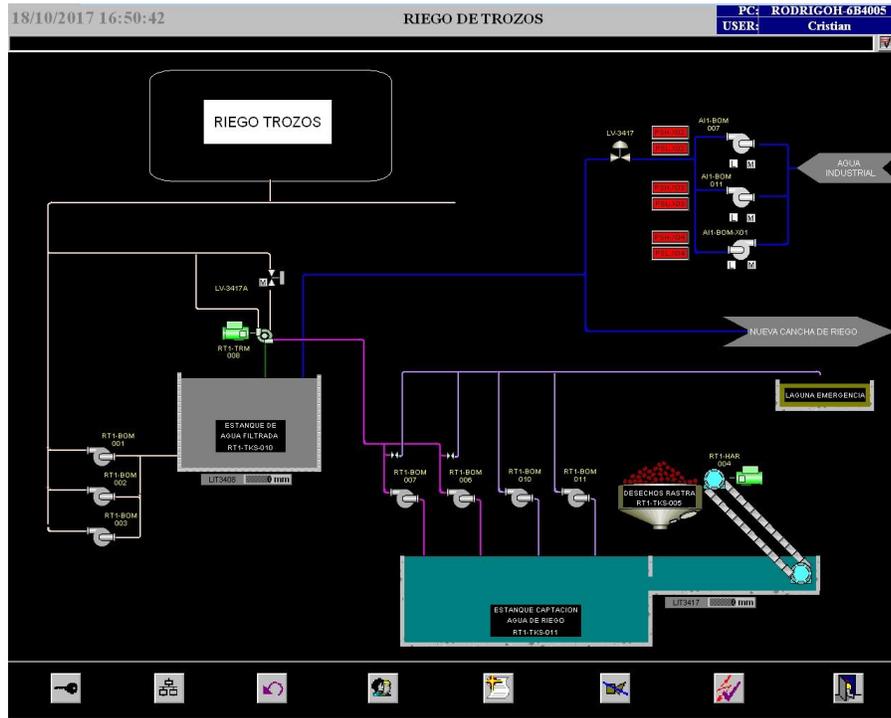


Figura C.7 Pantalla principal cancha de riego 1.

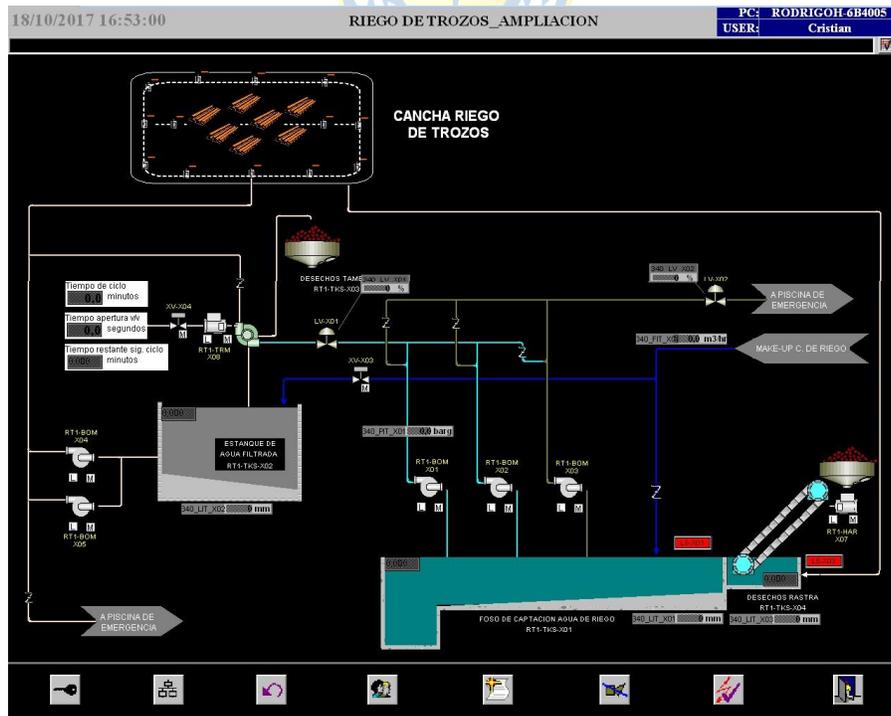


Figura C.8 Pantalla principal cancha de riego 2.

Planta Agua Potable

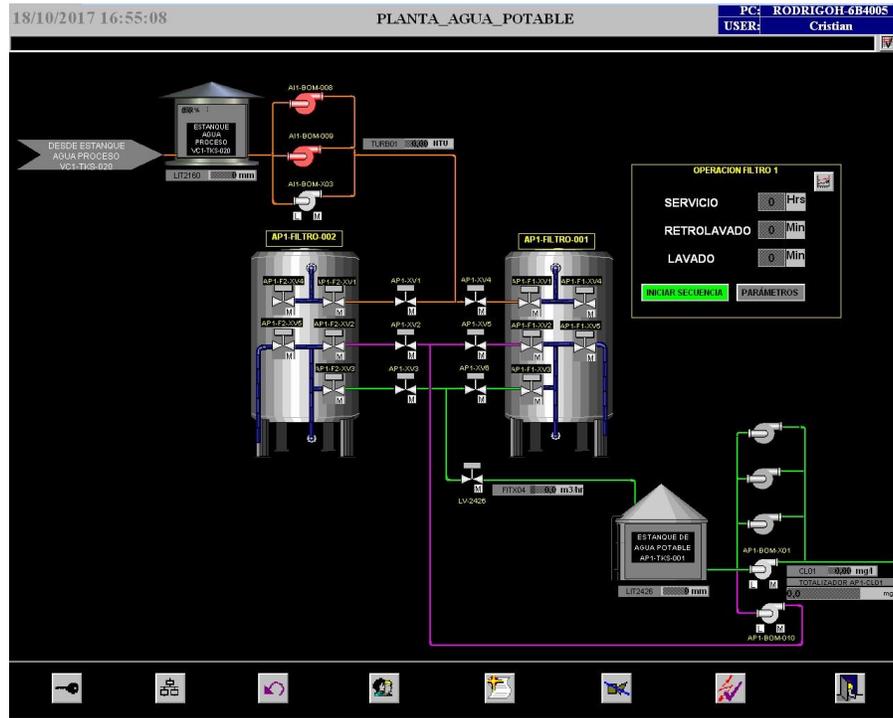


Figura C.9 Pantalla principal agua potable.

Aire Comprimido

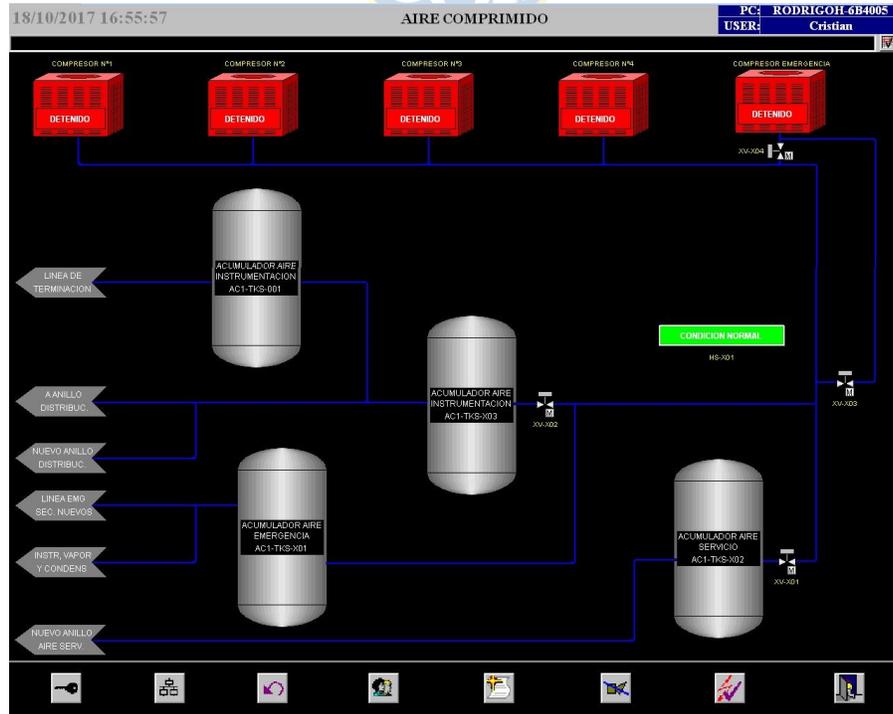


Figura C.10 Pantalla principal aire comprimido.

Anexo D. Aplicación SCADA nueva

Númerc	Fecha	Hora	Texto de aviso	Duración	Estado	Estado de acuse	Lugar de avería
1	326	04/10/17	14:29:38 PIT 2152 Falla Señal	00:00:01	OK		Vapor y Condensado
2	305	04/10/17	14:28:34 CIT 3228 B Falla Señal	00:00:00	OK		Macerado
3	345	04/10/17	13:59:23 LIT 2149 Alarma Muy Alto	00:00:04	OK		Vapor y Condensado

Figura D.1 Pantalla Inicial, sin inicio de sesión.

Númerc	Fecha	Hora	Texto de aviso	Duración	Estado	Estado de acuse	Lugar de avería
1	326	04/10/17	15:27:09 PIT 2152 Falla Señal	00:00:02	OK		Vapor y Condensado
2	94	04/10/17	15:22:42 Falla Bomba X01	00:00:17	OK		Macerado
3	157	04/10/17	15:19:53 CIT 3228 B Falla Señal	00:00:01	OK		Macerado
4	455	04/10/17	15:02:55 LIT 2031 Alarma Muy Bajo	00:00:00	OK		Riego de Trozos
5	459	04/10/17	15:01:20 LIT 2032 Alarma Muy Bajo	00:00:00	OK		Riego de Trozos
6	447	04/10/17	15:00:58 Falla Bomba BOMX05	00:00:00	OK		Riego de Trozos
7	446	04/10/17	15:00:56 Falla Bomba BOMX04	00:00:00	OK		Riego de Trozos
8	295	04/10/17	14:23:54 LIT 2149 Alarma Muy Bajo	00:00:15	OK		Vapor y Condensado
9	345	04/10/17	13:59:23 LIT 2149 Alarma Muy Alto	00:00:04	OK		Vapor y Condensado
10	342	04/10/17	13:57:25 LIT 6001 Alarma Muy Alto	00:23:31	OK		Vapor y Condensado
11	443	04/10/17	13:17:47 Falla Tanco TOLX02	01:40:04	OK		Riego de Trozos
12	229	04/10/17	13:11:06 FIT 2106 Alarma Muy Bajo	00:00:00	OK		Vapor y Condensado
13	91	04/10/17	13:06:10 TIT 600 Alarma Muy Bajo	00:00:00	OK		Macerado
14	48	04/10/17	12:19:29 Revól Tira 6 Alarma Muy Bajo	00:00:00	OK		Macerado
15	404	04/10/17	11:26:50 Revisar Funcionamiento de Bombas	00:00:00	OK		Vapor y Condensado
16	403	04/10/17	11:26:44 Revisar Funcionamiento de Bombas	00:00:05	OK		Vapor y Condensado
17	409	04/10/17	11:14:43 LIT 3801 Alarma Muy Alto	00:00:00	OK		Agua Industrial
18	242	04/10/17	10:52:25 FIT 2169 Falla Señal	00:00:01	OK		Vapor y Condensado
19	100020	04/10/17	10:24:12 PLC-003	00:00:55	OK		
20	100020	04/10/17	10:24:12 Secador-17	00:00:55	OK		
21	100020	04/10/17	10:24:12 PLC-004	00:00:55	OK		
22	100020	04/10/17	10:24:12 PLC-001	00:00:55	OK		
23	100020	04/10/17	10:24:12 PLC-003-B	00:00:55	OK		
24	399	04/10/17	09:45:01 Falla Bomba 2117 P	00:25:52	OK		Vapor y Condensado
25	449	04/10/17	09:09:37 Falla Motor HXR007	00:00:00	OK		Riego de Trozos
26	265	04/10/17	05:08:01 TIT 318R5 Alarma Muy Bajo	00:00:00	OK		Vapor y Condensado
27	28	04/10/17	03:30:25 Falla Computera N° 9	01:42:14	OK		Macerado
28	31	04/10/17	02:38:01 Falla Computera N° 12	04:38:01	OK		Macerado
29	245	04/10/17	02:09:04 FIT 2167 Falla Señal	00:04:10	OK		Vapor y Condensado
30	463	04/10/17	09:55:21 LIT 3417 Alarma Muy Bajo	00:00:00	OK		Riego de Trozos
31	86	03/10/17	23:53:52 FIT 3231 Alarma Muy Alto	00:00:00	OK		Macerado
32	343	03/10/17	17:23:20 LIT 6001 Alarma Muy Bajo	15:23:39	OK		Vapor y Condensado
33	42	03/10/17	15:20:42 Nivel Tina 10 Alarma Muy Alto	00:00:00	OK		Macerado
34	52	03/10/17	14:59:47 Nivel Tina 7 Alarma Muy Bajo	00:00:00	OK		Macerado
35	89	03/10/17	12:18:59 FIT 3230 Alarma Muy Bajo	00:00:00	OK		Macerado
36	15	03/10/17	10:52:38 TIT 2188 Alarma Muy Bajo	00:00:00	OK		Macerado
37	54	03/10/17	10:45:32 Nivel Tina 9 Alarma Muy Bajo	00:00:00	OK		Macerado
38	20	03/10/17	09:28:18 Falla Computera N° 1	00:04:53	OK		Macerado
39	55	03/10/17	07:03:31 Nivel Tina 10 Alarma Muy Bajo	00:00:00	OK		Macerado
40	41	03/10/17	06:53:21 Nivel Tina 9 Alarma Muy Alto	00:00:00	OK		Macerado
41	417	03/10/17	06:29:55 LIT 3801 Alarma Muy Bajo	00:29:55	OK		Agua Industrial
42	58	03/10/17	05:09:49 Nivel Tina 13 Alarma Muy Bajo	00:00:00	OK		Macerado
43	38	03/10/17	04:17:08 Nivel Tina 6 Alarma Muy Alto	00:00:00	OK		Macerado
44	77	03/10/17	02:44:36 TIT 7006 Alarma Muy Bajo	00:00:00	OK		Macerado
45	91	03/10/17	02:29:41 Nivel Tina 6 Alarma Muy Bajo	00:00:00	OK		Macerado
46	46	03/10/17	02:19:38 Nivel Tina 1 Alarma Muy Bajo	00:00:00	OK		Macerado
47	92	03/10/17	01:01:47 TIT 601 Alarma Muy Bajo	00:00:00	OK		Macerado
48	48	03/10/17	00:21:59 Nivel Tina 9 Alarma Muy Alto	00:00:00	OK		Macerado
49	71	03/10/17	00:19:14 TIT 7013 Alarma Muy Alto	00:00:00	OK		Macerado

Figura D.2 Pantalla de Histórico de Alarmas.

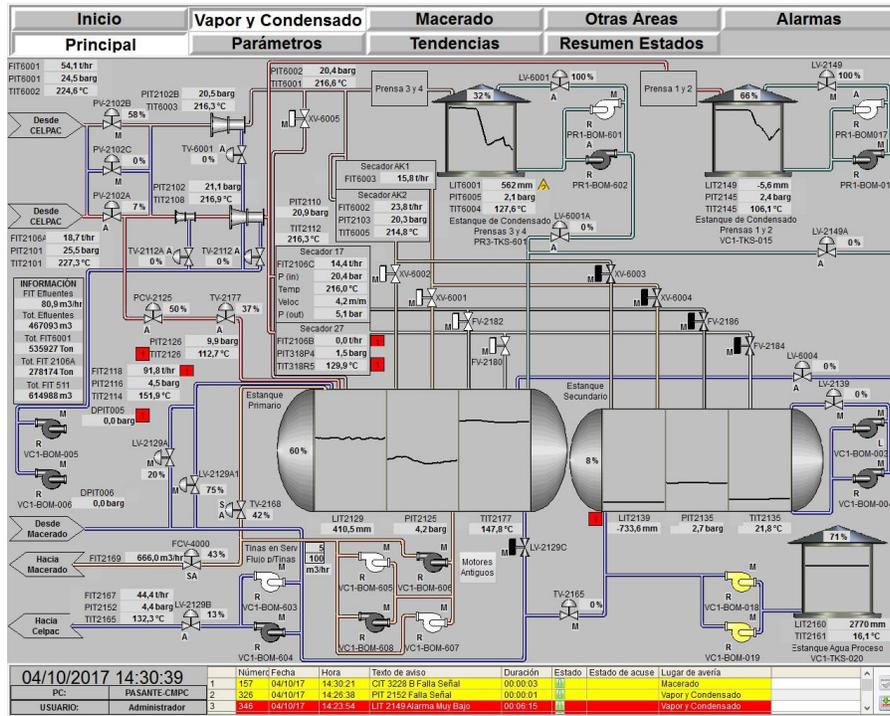


Figura D.3 Vapor y Condensado.

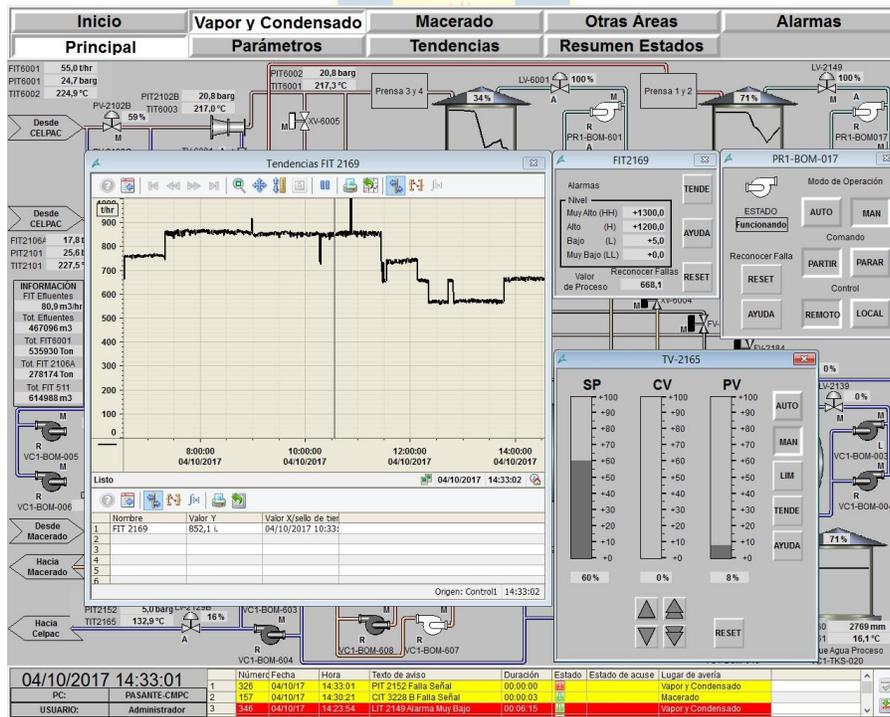


Figura D.4 Vapor y Condensado, pop-up de controladores, tendencias, y bombas.

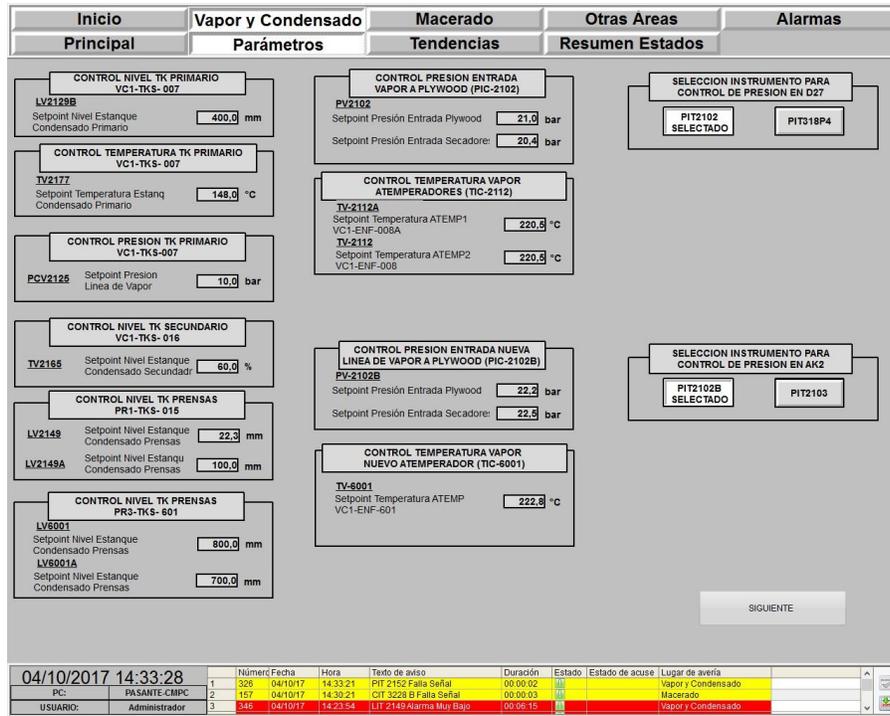


Figura D.5 Vapor y Condensado, pantalla de parámetros 1.

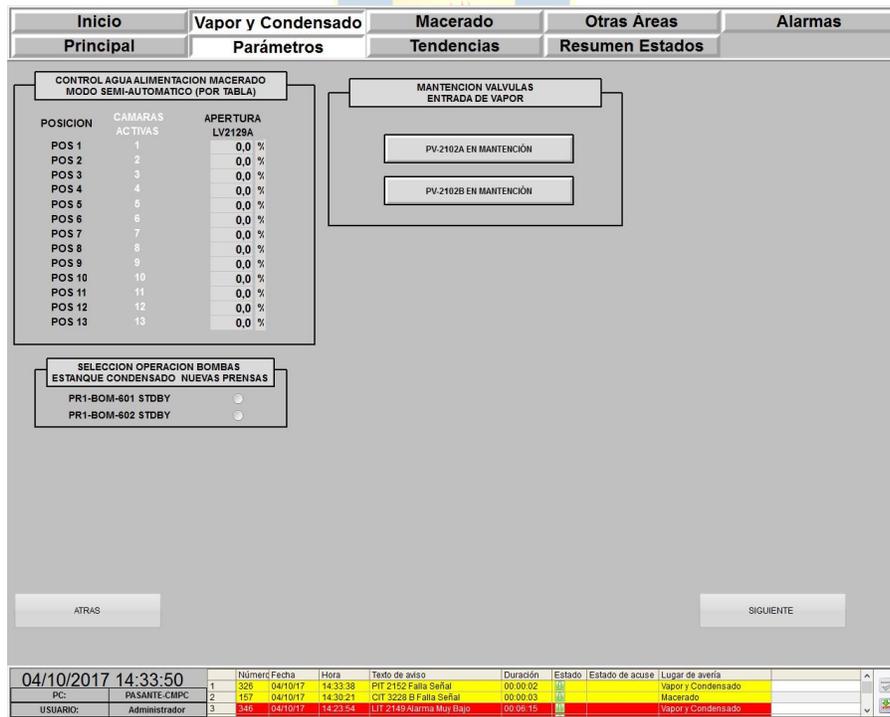


Figura D.6 Vapor y Condensado, pantalla de parámetros 2.

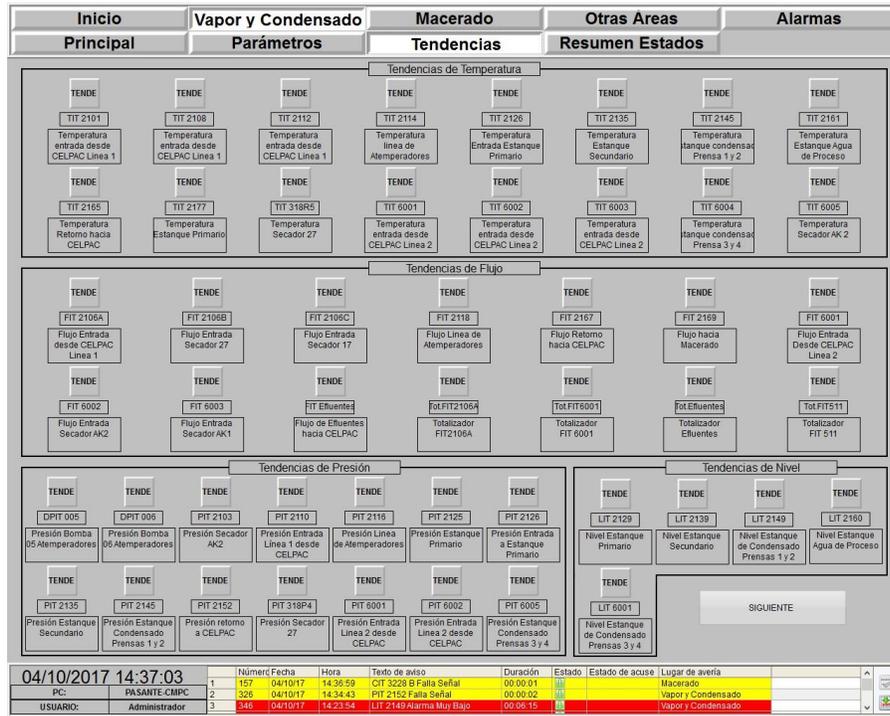


Figura D.9 Vapor y Condensado, pantalla de tendencias 1.

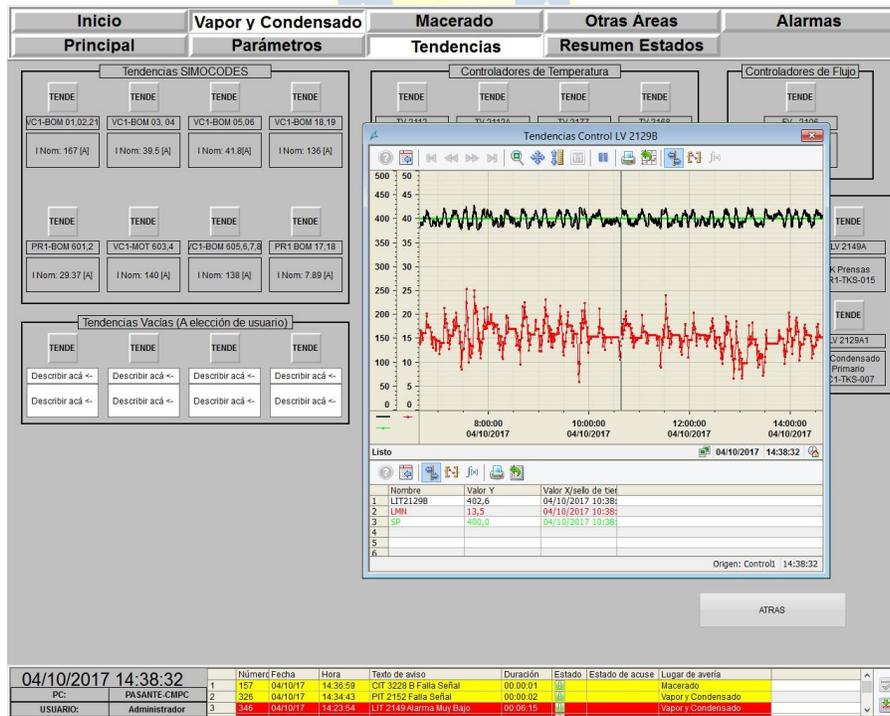


Figura D.10 Vapor y Condensado, pantalla de tendencias 2.

Inicio		Vapor y Condensado	Macerado	Otras Areas	Alarmas				
Principal		Parámetros	Tendencias	Resumen Estados					
Valores de Proceso		Válvulas Proporzionales	Válvulas On Off	Bombas y Motores					
Información			Unidades de Ingeniería (UI)			Límites Alarmas			
TAG	Descripción	Valor Actual	Min UI	Máx UI	UI	LL	L	H	HH
FIT6001	Flujo desde CELPAC Linea 2	54.52835	-	-	lhr	0	0	270	300
FIT6002	Flujo Entrada Secador AK2	22.90267	-	-	lhr	0	0	100	200
FIT 6003	Flujo entrada Secador AK1	15.71457	-	-	lhr	0	0	100	200
FIT 2106A	Flujo desde CELPAC Linea 1	18.43171	-	-	lhr	0	8	48	49
FIT 2106B	Flujo Entrada Secador 27	0	-	-	lhr	0	0	28	30
FIT 2106C	Flujo Entrada Secador 17	13.97777	-	-	lhr	0	0	20	22
FIT 2118	Flujo Linea Almacenadores	91.9035	-	-	lhr	0	0	2.8	3.5
FIT 2169	Flujo hacia Macerado	574.2859	-	-	lhr	0	5	1200	1300
FIT 2167	Flujo retorno CELPAC	65.14171	-	-	lhr	0	2	95	130
TIT 8001	Temperatura Entrada CELPAC L.2	217.513	-	-	°C	0	0	270	300
TIT 6002	Temperatura Entrada CELPAC L.2	224.8372	-	-	°C	0	0	270	300
TIT 6003	Temperatura Entrada CELPAC L.2	217.295	-	-	°C	0	0	270	300
TIT 6004	Estanque Condensado Prensa 3 v	127.8356	-	-	°C	0	0	270	300
TIT 6005	Temperatura Secador AK2	215.4948	-	-	°C	0	0	270	300
TIT 2145	Estanque Condensado Prensa 1 v	110.8771	-	-	°C	90	100	130	150
TIT 318 RS	Temperatura Secador 27	130.0673	-	-	°C	200	210	222	300
TIT 2114	Temperatura Almacenadores	153.7328	-	-	°C	80	90	155	160
TIT 2101	Temperatura Entrada CELPAC L.1	227.4305	-	-	°C	210	215	255	260
TIT 2108	Temperatura Entrada CELPAC L.1	216.522	-	-	°C	205	210	250	255
TIT 2165	Temperatura Retorno CELPAC	133.5069	-	-	°C	0	5	140	150
TIT 2177	Temperatura Estanque Primario	149.7396	-	-	°C	90	100	158	165
TIT 2135	Temperatura Estanque Secundario	21.77373	-	-	°C	10	15	130	135
TIT 2151	Temperatura Estanque Proceso	16.1169	-	-	°C	2	4	50	50
TIT 2126	Temperatura Estanque Primario	111.8055	-	-	°C	150	160	205	210
TIT 2112	Temperatura Entrada CELPAC L.1	215.8722	-	-	°C	205	212	228	230
PIT 6001	Presion Entrada Linea 2 CELPAC	24.88461	-	-	baro	0	0	270	300
PIT 6002	Presion Entrada Linea 2 CELPAC	20.89988	-	-	baro	0	0	22	23
PIT 6005	Presion Estanque Condensado P 3	2.11372	-	-	baro	0	0	270	300
PIT 2145	Presion Estanque Condensado P 1	2.409853	-	-	baro	0	0	270	300
PIT 2102B	Presion Condensado	20.92014	-	-	baro	0	0	270	300
PIT 2101	Presion Condensado	25.80764	-	-	baro	20	22	27.8	28
PIT 2102	Presion Condensado	20.98099	-	-	baro	19	19.5	23	24
PIT 2110	Presion Entrada CELPAC L.1	20.78125	-	-	baro	10	18	21.5	22
PIT 318P4	Presion Secador 27	15.14576	-	-	baro	0	0	270	300
PIT 2116	Presion Almacenadores	4.759838	-	-	baro	0	1	38	40
PIT 2152	Presion retorno CELPAC	4.899028	-	-	baro	0	0.5	6	7
PIT 2125	Presion Estanque Primario	4.474626	-	-	baro	0	1	6.3	6.5
PIT 2135	Presion Estanque Secundario	2.709018	-	-	baro	0	0.1	4	4.5
PIT 2103	Presion Secador AK12	20.73568	-	-	baro	0	0	25	30
DPIT 005	Presion bomba 5 Almacenadores	0	-	-	baro	0	0	0.3	0.5
DPIT 006	Presion Bomba 6 Almacenadores	0	-	-	baro	0	0	0.3	0.5
LIT 6001	Nivel Estanque Condensado P 3 v	709.2286	-	-	mm	300	650	850	1600
LIT 2149	Nivel Estanque Condensado P 1 v	99.875	-	-	mm	-300	-300	500	620
LIT 2129	Nivel Estanque Primario	401.1191	-	-	mm	-1500	-1300	850	1000
LIT 2139	Nivel Estanque Secundario	-733.559	-	-	mm	-100	-50	300	850
LIT 2160	Nivel Estanque Agua de Proceso	2768.142	-	-	mm	1500	2500	2800	2900

04/10/2017 14:39:19							
Número	Fecha	Hora	Texto de aviso	Duración	Estado	Estado de acuse	Lugar de avería
1	157	04/10/17	14:36:59	CIT 3228 B Falta Señal	00:00:01	OK	Macerado
2	326	04/10/17	14:34:43	PIT 2152 Falta Señal	00:00:02	OK	Vapor y Condensado
3	346	04/10/17	14:23:54	LIT 2149 Alarma Muy Bajo	00:06:15	OK	Vapor y Condensado

Figura D.11 Vapor y Condensado, pantalla de resumen de estados: valores de proceso.

Inicio		Vapor y Condensado	Macerado	Otras Areas	Alarmas
Principal		Parámetros	Tendencias	Resumen Estados	
Valores de Proceso		Válvulas Proporzionales	Válvulas On Off	Bombas y Motores	
TAG	Descripción	Valor Actual [%]	Estado	Modo	
FCV4000	Válvula Control T° Cámara 1	37.44213	OK	Manual	
LV2129A	Válvula Control T° Cámara 2	20	OK	Manual	
LV2129A1	Válvula Control T° Cámara 3	75	OK	Manual	
LV2129B	Válvula Control T° Cámara 4	15.24131	OK	Automático	
LV2129	Válvula Control T° Cámara 5	0	OK	Manual	
LV2149	Válvula Control T° Cámara 6	100	OK	Manual	
LV2149A	Válvula Control T° Cámara 7	2.291623	OK	Automático	
LV6001	Válvula Control T° Cámara 8	100	OK	Automático	
LV6001A	Válvula Control T° Cámara 9	24.12007	OK	Automático	
LV6004	Válvula Control T° Cámara 10	0	OK	Automático	
PCV2125	Válvula Control T° Cámara 11	47.52445	OK	Manual	
PV2102A	Válvula Control T° Cámara 12	0	OK	Manual	
PV2102B	Válvula Control T° Cámara 13	59.29285	OK	Manual	
PCV102C	Válvula Control relleno Tina 1	0	OK	Automático	
TV2112	Válvula Control relleno Tina 2	0	OK	Automático	
TV2112A	Válvula Control relleno Tina 3	0	OK	Manual	
TV2165	Válvula Control relleno Tina 4	0	OK	Manual	
TV2168	Válvula Control relleno Tina 5	54.796	OK	Manual	
TV2177	Válvula Control relleno Tina 6	34.2547	OK	Automático	
TV6001	Válvula Control relleno Tina 7	0	OK	Automático	

04/10/2017 14:40:22							
Número	Fecha	Hora	Texto de aviso	Duración	Estado	Estado de acuse	Lugar de avería
1	157	04/10/17	14:36:59	CIT 3228 B Falta Señal	00:00:01	OK	Macerado
2	326	04/10/17	14:34:43	PIT 2152 Falta Señal	00:00:02	OK	Vapor y Condensado
3	346	04/10/17	14:23:54	LIT 2149 Alarma Muy Bajo	00:06:15	OK	Vapor y Condensado

Figura D.12 Vapor y Condensado, pantalla de resumen de estados: válvulas proporcionales.

Inicio	Vapor y Condensado	Macerado	Otras Areas	Alarmas																																																							
Principal	Parámetros	Tendencias	Resumen Estados																																																								
Valores de Proceso	Válvulas Proporzionales	Válvulas On Off	Bombas y Motores																																																								
▲	▼																																																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>TAG</th> <th>Descripción</th> <th>Valor Actual [un]</th> <th>Estado</th> <th>Modo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>XV 6001</td> <td>Secador AK1</td> <td>Abierta</td> <td>OK</td> <td>Manual</td> </tr> <tr> <td>XV 6002</td> <td>Secador AK2</td> <td>Abierta</td> <td>OK</td> <td>Manual</td> </tr> <tr> <td>XV 6003</td> <td>Secador AK1</td> <td>Cerrada</td> <td>OK</td> <td>Manual</td> </tr> <tr> <td>XV 6004</td> <td>Secador AK2</td> <td>Cerrada</td> <td>OK</td> <td>Manual</td> </tr> <tr> <td>XV 6005</td> <td>Separador de Gotas</td> <td>Abierta</td> <td>OK</td> <td>Manual</td> </tr> <tr> <td>LV 2129C</td> <td>Descarga Estanoue Primario</td> <td>Cerrada</td> <td>OK</td> <td>Manual</td> </tr> <tr> <td>FV 2182</td> <td>Secador 17</td> <td>Abierta</td> <td>OK</td> <td>Manual</td> </tr> <tr> <td>FV 2184</td> <td>Secador 27</td> <td>Cerrada</td> <td>OK</td> <td>Manual</td> </tr> <tr> <td>FV 2180</td> <td>Secador 27</td> <td>Abierta</td> <td>OK</td> <td>Manual</td> </tr> <tr> <td>FV 2188</td> <td>Secador 17</td> <td>Cerrada</td> <td>OK</td> <td>Manual</td> </tr> </tbody> </table>	TAG	Descripción	Valor Actual [un]	Estado	Modo	XV 6001	Secador AK1	Abierta	OK	Manual	XV 6002	Secador AK2	Abierta	OK	Manual	XV 6003	Secador AK1	Cerrada	OK	Manual	XV 6004	Secador AK2	Cerrada	OK	Manual	XV 6005	Separador de Gotas	Abierta	OK	Manual	LV 2129C	Descarga Estanoue Primario	Cerrada	OK	Manual	FV 2182	Secador 17	Abierta	OK	Manual	FV 2184	Secador 27	Cerrada	OK	Manual	FV 2180	Secador 27	Abierta	OK	Manual	FV 2188	Secador 17	Cerrada	OK	Manual			
TAG	Descripción	Valor Actual [un]	Estado	Modo																																																							
XV 6001	Secador AK1	Abierta	OK	Manual																																																							
XV 6002	Secador AK2	Abierta	OK	Manual																																																							
XV 6003	Secador AK1	Cerrada	OK	Manual																																																							
XV 6004	Secador AK2	Cerrada	OK	Manual																																																							
XV 6005	Separador de Gotas	Abierta	OK	Manual																																																							
LV 2129C	Descarga Estanoue Primario	Cerrada	OK	Manual																																																							
FV 2182	Secador 17	Abierta	OK	Manual																																																							
FV 2184	Secador 27	Cerrada	OK	Manual																																																							
FV 2180	Secador 27	Abierta	OK	Manual																																																							
FV 2188	Secador 17	Cerrada	OK	Manual																																																							
04/10/2017 14:39:42																																																											
PC:	PASANTE-CMPC																																																										
USUARIO:	Administrador																																																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Número</th> <th>Fecha</th> <th>Hora</th> <th>Texto de aviso</th> <th>Duración</th> <th>Estado</th> <th>Estado de acuse</th> <th>Lugar de avería</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>157</td> <td>04/10/17</td> <td>14:36:59</td> <td>CIT 3228 B Falta Señal</td> <td>00:00:01</td> <td>OK</td> <td>Macerado</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>326</td> <td>04/10/17</td> <td>14:34:43</td> <td>PIT 2152 Falta Señal</td> <td>00:00:02</td> <td>OK</td> <td>Vapor y Condensado</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>346</td> <td>04/10/17</td> <td>14:23:54</td> <td>LIT 2149 Alarma Muy Bajo</td> <td>00:06:15</td> <td>OK</td> <td>Vapor y Condensado</td> </tr> </tbody> </table>	Número	Fecha	Hora	Texto de aviso	Duración	Estado	Estado de acuse	Lugar de avería	1	157	04/10/17	14:36:59	CIT 3228 B Falta Señal	00:00:01	OK	Macerado	2	326	04/10/17	14:34:43	PIT 2152 Falta Señal	00:00:02	OK	Vapor y Condensado	3	346	04/10/17	14:23:54	LIT 2149 Alarma Muy Bajo	00:06:15	OK	Vapor y Condensado																										
Número	Fecha	Hora	Texto de aviso	Duración	Estado	Estado de acuse	Lugar de avería																																																				
1	157	04/10/17	14:36:59	CIT 3228 B Falta Señal	00:00:01	OK	Macerado																																																				
2	326	04/10/17	14:34:43	PIT 2152 Falta Señal	00:00:02	OK	Vapor y Condensado																																																				
3	346	04/10/17	14:23:54	LIT 2149 Alarma Muy Bajo	00:06:15	OK	Vapor y Condensado																																																				

Figura D.13 Vapor y Condensado, pantalla de resumen de estados: válvulas solenoides.

Inicio	Vapor y Condensado	Macerado	Otras Areas	Alarmas																																																																																					
Principal	Parámetros	Tendencias	Resumen Estados																																																																																						
Valores de Proceso	Válvulas Proporzionales	Válvulas On Off	Bombas y Motores																																																																																						
▲	▼																																																																																								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>TAG</th> <th>Descripción</th> <th>Valor Actual [un]</th> <th>Estado</th> <th>Modo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BOM 601 P</td> <td>Prensa 3 Y 4</td> <td>Funcionando</td> <td>OK</td> <td>Manual</td> </tr> <tr> <td>BOM 602 P</td> <td>Prensa 3 Y 4</td> <td>Detenida</td> <td>OK</td> <td>Automático</td> </tr> <tr> <td>BOM 2117 P</td> <td>Prensa 1 Y 2</td> <td>Funcionando</td> <td>OK</td> <td>Automático</td> </tr> <tr> <td>BOM 2118 P</td> <td>Prensa 1 Y 2</td> <td>Detenida</td> <td>OK</td> <td>Manual</td> </tr> <tr> <td>BOM 2103</td> <td>Estanoue Secundario</td> <td>Detenida</td> <td>OK</td> <td>Manual</td> </tr> <tr> <td>BOM 2104</td> <td>Estanoue Secundario</td> <td>Detenida</td> <td>OK</td> <td>Manual</td> </tr> <tr> <td>BOM 2118</td> <td>Estanoue Aous de Proceso</td> <td>Detenida</td> <td>OK</td> <td>Manual</td> </tr> <tr> <td>BOM 2119</td> <td>Estanoue Aous de Proceso</td> <td>Detenida</td> <td>OK</td> <td>Manual</td> </tr> <tr> <td>BOM 605</td> <td>Estanoue Primario</td> <td>Funcionando</td> <td>OK</td> <td>Manual</td> </tr> <tr> <td>BOM 606</td> <td>Estanoue Primario</td> <td>Detenida</td> <td>OK</td> <td>Manual</td> </tr> <tr> <td>BOM 607</td> <td>Estanoue Primario</td> <td>Funcionando</td> <td>OK</td> <td>Manual</td> </tr> <tr> <td>BOM 608</td> <td>Estanoue Primario</td> <td>Detenida</td> <td>OK</td> <td>Manual</td> </tr> <tr> <td>BOM 2105</td> <td>Almoceradores</td> <td>Detenido</td> <td>OK</td> <td>Manual</td> </tr> <tr> <td>BOM 2106</td> <td>Almoceradores</td> <td>Detenido</td> <td>OK</td> <td>Manual</td> </tr> <tr> <td>BOM 603</td> <td>Hacia CELPAC</td> <td>Funcionando</td> <td>OK</td> <td>Manual</td> </tr> <tr> <td>BOM 604</td> <td>Hacia CELPAC</td> <td>Detenido</td> <td>OK</td> <td>Manual</td> </tr> </tbody> </table>	TAG	Descripción	Valor Actual [un]	Estado	Modo	BOM 601 P	Prensa 3 Y 4	Funcionando	OK	Manual	BOM 602 P	Prensa 3 Y 4	Detenida	OK	Automático	BOM 2117 P	Prensa 1 Y 2	Funcionando	OK	Automático	BOM 2118 P	Prensa 1 Y 2	Detenida	OK	Manual	BOM 2103	Estanoue Secundario	Detenida	OK	Manual	BOM 2104	Estanoue Secundario	Detenida	OK	Manual	BOM 2118	Estanoue Aous de Proceso	Detenida	OK	Manual	BOM 2119	Estanoue Aous de Proceso	Detenida	OK	Manual	BOM 605	Estanoue Primario	Funcionando	OK	Manual	BOM 606	Estanoue Primario	Detenida	OK	Manual	BOM 607	Estanoue Primario	Funcionando	OK	Manual	BOM 608	Estanoue Primario	Detenida	OK	Manual	BOM 2105	Almoceradores	Detenido	OK	Manual	BOM 2106	Almoceradores	Detenido	OK	Manual	BOM 603	Hacia CELPAC	Funcionando	OK	Manual	BOM 604	Hacia CELPAC	Detenido	OK	Manual			
TAG	Descripción	Valor Actual [un]	Estado	Modo																																																																																					
BOM 601 P	Prensa 3 Y 4	Funcionando	OK	Manual																																																																																					
BOM 602 P	Prensa 3 Y 4	Detenida	OK	Automático																																																																																					
BOM 2117 P	Prensa 1 Y 2	Funcionando	OK	Automático																																																																																					
BOM 2118 P	Prensa 1 Y 2	Detenida	OK	Manual																																																																																					
BOM 2103	Estanoue Secundario	Detenida	OK	Manual																																																																																					
BOM 2104	Estanoue Secundario	Detenida	OK	Manual																																																																																					
BOM 2118	Estanoue Aous de Proceso	Detenida	OK	Manual																																																																																					
BOM 2119	Estanoue Aous de Proceso	Detenida	OK	Manual																																																																																					
BOM 605	Estanoue Primario	Funcionando	OK	Manual																																																																																					
BOM 606	Estanoue Primario	Detenida	OK	Manual																																																																																					
BOM 607	Estanoue Primario	Funcionando	OK	Manual																																																																																					
BOM 608	Estanoue Primario	Detenida	OK	Manual																																																																																					
BOM 2105	Almoceradores	Detenido	OK	Manual																																																																																					
BOM 2106	Almoceradores	Detenido	OK	Manual																																																																																					
BOM 603	Hacia CELPAC	Funcionando	OK	Manual																																																																																					
BOM 604	Hacia CELPAC	Detenido	OK	Manual																																																																																					
04/10/2017 14:40:03																																																																																									
PC:	PASANTE-CMPC																																																																																								
USUARIO:	Administrador																																																																																								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Número</th> <th>Fecha</th> <th>Hora</th> <th>Texto de aviso</th> <th>Duración</th> <th>Estado</th> <th>Estado de acuse</th> <th>Lugar de avería</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>157</td> <td>04/10/17</td> <td>14:36:59</td> <td>CIT 3228 B Falta Señal</td> <td>00:00:01</td> <td>OK</td> <td>Macerado</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>326</td> <td>04/10/17</td> <td>14:34:43</td> <td>PIT 2152 Falta Señal</td> <td>00:00:02</td> <td>OK</td> <td>Vapor y Condensado</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>346</td> <td>04/10/17</td> <td>14:23:54</td> <td>LIT 2149 Alarma Muy Bajo</td> <td>00:06:15</td> <td>OK</td> <td>Vapor y Condensado</td> </tr> </tbody> </table>	Número	Fecha	Hora	Texto de aviso	Duración	Estado	Estado de acuse	Lugar de avería	1	157	04/10/17	14:36:59	CIT 3228 B Falta Señal	00:00:01	OK	Macerado	2	326	04/10/17	14:34:43	PIT 2152 Falta Señal	00:00:02	OK	Vapor y Condensado	3	346	04/10/17	14:23:54	LIT 2149 Alarma Muy Bajo	00:06:15	OK	Vapor y Condensado																																																								
Número	Fecha	Hora	Texto de aviso	Duración	Estado	Estado de acuse	Lugar de avería																																																																																		
1	157	04/10/17	14:36:59	CIT 3228 B Falta Señal	00:00:01	OK	Macerado																																																																																		
2	326	04/10/17	14:34:43	PIT 2152 Falta Señal	00:00:02	OK	Vapor y Condensado																																																																																		
3	346	04/10/17	14:23:54	LIT 2149 Alarma Muy Bajo	00:06:15	OK	Vapor y Condensado																																																																																		

Figura D.14 Vapor y Condensado, pantalla de resumen de estados: bombas y motores.

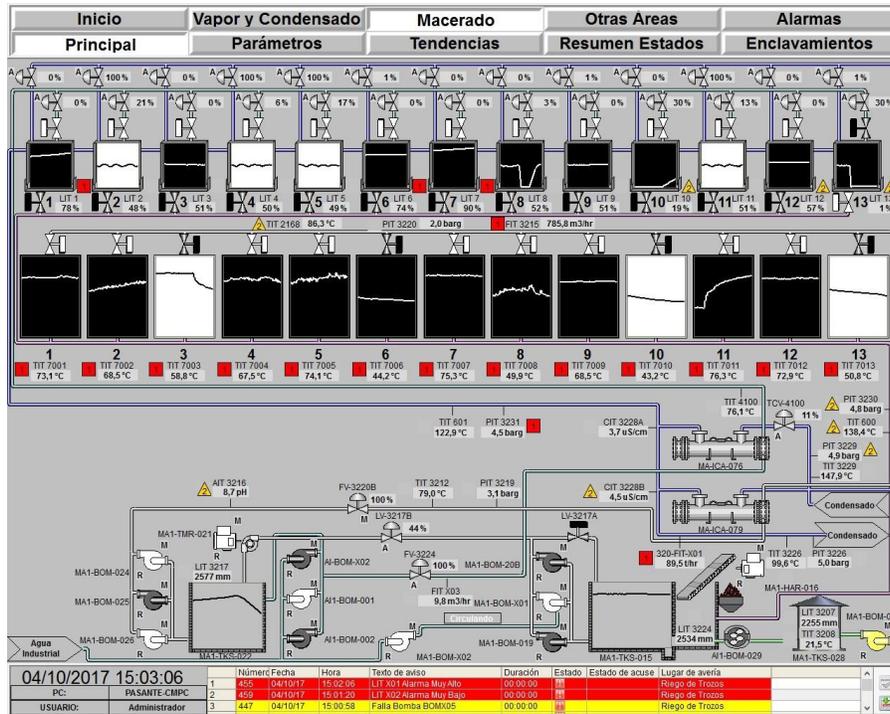


Figura D.15 Macerado principal.

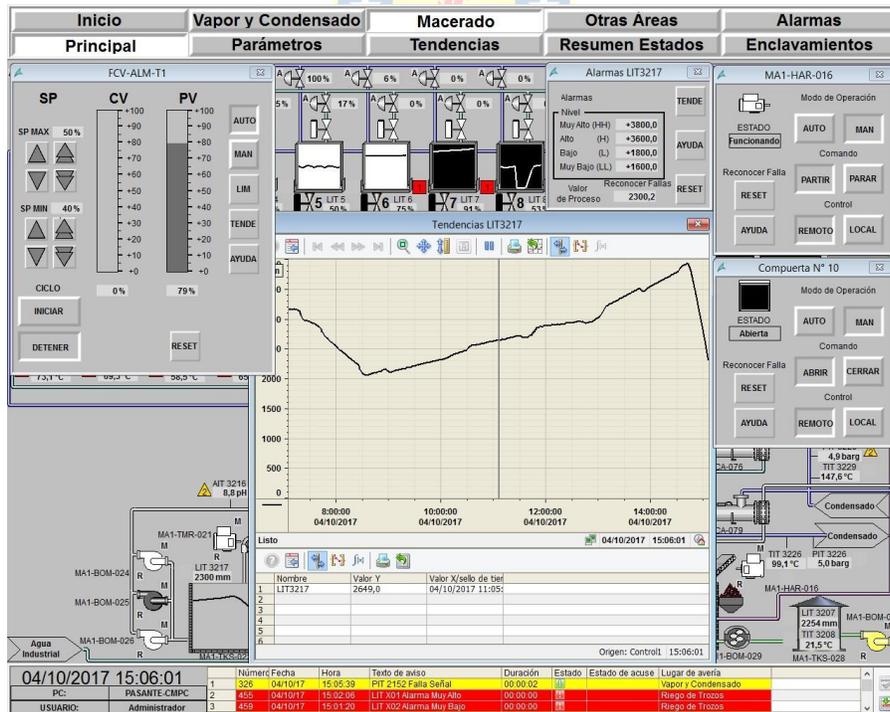


Figura D.16 Macerado principal pop-up controlador de válvula, motor y compuerta, límites de alarma y tendencia.

Inicio	Vapor y Condensado	Macerado	Otras Areas	Alarmas
Principal	Parámetros	Tendencias	Resumen Estados	Enclavamientos

SELECCION HORAS DE MACERADO

HORAS DE MACERADO:

SELECCION OPERACION BOMBAS POZO COLECTOR

AI1-BOM-001 STDBY:

AI1-BOM-002 STDBY:

SELECCION OPERACION BOMBAS ESTANQUE AGUA FILTRADA

MA1-BOM-019 STDBY:

MA1-BOM-020 STDBY:

SELECCION OPERACION BOMBAS CAMARAS DE MACERADO

MA1-BOM-024 STDBY:

MA1-BOM-025 STDBY:

MA1-BOM-026 STDBY:

SETPPOINT PARA ACTIVACION SEGUNDA BOMBA

(EN FUNCION DE CPTAS MACERANDO):

SETPPOINT PARA ACTIVACION SEGUNDA BOMBA

(EN FUNCION DE CPTAS MACERANDO):

CONTROL NIVEL POZO COLECTOR MA11-TKS-015

LV-3217B
Setpoint Nivel Estanque Agua Filtrada (MA1-TKS-022): mm

LV-3217A
Setpoint Corte Recirculacion (% Máximo Apertura LV3217B): %

CONTROL NIVEL ESTANQUE AGUA FILTRADA MA11-TKS-022

LV-3224
Setpoint Nivel Estanque Pozo Colector (MA1-TKS-015): mm

CONTROL TEMPERATURA CONDENSADO

TCV-4100
Setpoint Temperatura Condensado Camaras Macerado: °C

SET POINT FLUJO DE CONDENSADO A TINAS

SET POINT FLUJO POR CADA CAMARA (80 m3/h - 110 m3/h): m3/h
(Debe subir o bajar el valor no mas de 10 unidades por vez, de lo contrario no se permitirá realizar cambio de seting)

CONTROL FLUJO ALIMENTACION MACERADO FV-3220B

Setpoint Flujo de Agua Alimentación Macerado por cada tina (50 T/h - 90 T/h): T/h

LIM CIERRE FV 3220B
Limite cierre valvula FV3220B en modo automatico (30%-50%): %

TIEMPO PROMEDIO DE RETARDO ENTRE ACTIVACION DE CAMARAS

HORAS
 MINUTOS

FLUJO DE AGUA SUCIA

FLUJO PARA CADA TINA CON AGUA SUCIA:

Nº DE TINAS ACTIVAS CON AGUA SUCIA:

Nº DE TINAS ACTIVAS CON AGUA LIMPIA:

Número	Fecha	Hora	Texto de aviso	Duración	Estado	Estado de acuse	Lugar de avería
1	04/10/17	15:05:39	PIT 2152 Falla Señal	00:00:02	OK		Vapor y Condensado
2	04/10/17	15:02:06	LIT X01 Alarma Muy Alto	00:00:00	OK		Riego de Trozos
3	04/10/17	15:01:20	LIT X02 Alarma Muy Bajo	00:00:00	OK		Riego de Trozos

Figura D.17 Macerado pantalla de parámetros 1.

Inicio	Vapor y Condensado	Macerado	Otras Areas	Alarmas
Principal	Parámetros	Tendencias	Resumen Estados	Enclavamientos

CONTROL FLUJO A CAMARAS MACERADO FIT3215

MODULO SEMI-AUTOMATICO (POR TABLA)

POSICION	CAMARAS ACTIVAS	APERTURA FV3220B
POS 1	1	0,0 %
POS 2	2	0,0 %
POS 3	3	0,0 %
POS 4	4	0,0 %
POS 5	5	0,0 %
POS 6	6	0,0 %
POS 7	7	0,0 %
POS 8	8	0,0 %
POS 9	9	0,0 %
POS 10	10	0,0 %
POS 11	11	0,0 %
POS 12	12	0,0 %
POS 13	13	0,0 %

PV-3220A
Setpoint Corte Recirculacion (Cantidad de Cptas Macerando): Cptas

CONTROL FLUJO A TK AGUA FILTRADA MACERADO LIT3224

MODULO SEMI-AUTOMATICO (POR TABLA)

POSICION	CAMARAS ACTIVAS	APERTURA LV3217B
POS 1	1	0,0 %
POS 2	2	0,0 %
POS 3	3	0,0 %
POS 4	4	0,0 %
POS 5	5	0,0 %
POS 6	6	0,0 %
POS 7	7	0,0 %
POS 8	8	0,0 %
POS 9	9	0,0 %
POS 10	10	0,0 %
POS 11	11	0,0 %
POS 12	12	0,0 %
POS 13	13	0,0 %

LV-3217B
Setpoint Corte Recirculacion (Cantidad de Cptas Macerando): Cptas

SET POINT RAMPA DE CALENTAMIENTO INICIAL CAMARAS MACERADO

VALVULA CONDENSADO	RAMPA CALENTAMIENTO
1	35 minutos
2	35 minutos
3	35 minutos
4	35 minutos
5	35 minutos
6	35 minutos
7	35 minutos
8	35 minutos
9	35 minutos
10	35 minutos
11	35 minutos
12	35 minutos
13	35 minutos

SET POINT DE TEMPERATURA DE CAMARAS DE MACERADO

Cámara 1	90,0 °C
Cámara 2	90,0 °C
Cámara 3	90,0 °C
Cámara 4	90,0 °C
Cámara 5	85,0 °C
Cámara 6	90,0 °C
Cámara 7	90,0 °C
Cámara 8	90,0 °C
Cámara 9	90,0 °C
Cámara 10	90,0 °C
Cámara 11	93,0 °C
Cámara 12	93,0 °C
Cámara 13	93,0 °C

Número	Fecha	Hora	Texto de aviso	Duración	Estado	Estado de acuse	Lugar de avería
1	04/10/17	15:07:15	PIT 2152 Falla Señal	00:00:02	OK		Vapor y Condensado
2	04/10/17	15:02:06	LIT X01 Alarma Muy Alto	00:00:00	OK		Riego de Trozos
3	04/10/17	15:01:20	LIT X02 Alarma Muy Bajo	00:00:00	OK		Riego de Trozos

Figura D.18 Macerado pantalla de parámetros 2.

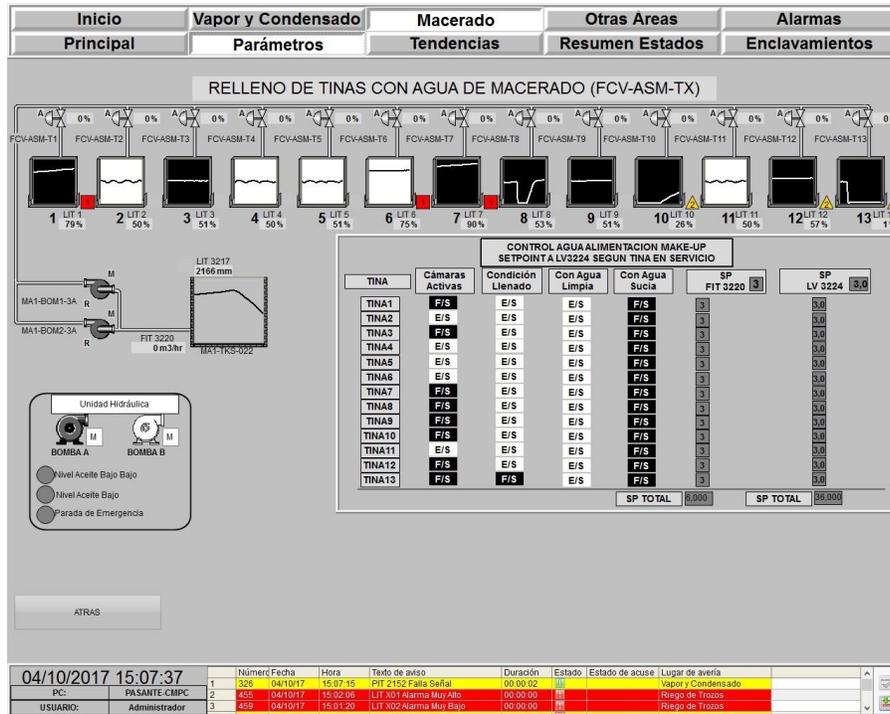


Figura D.19 Macerado pantalla de parámetros 3.

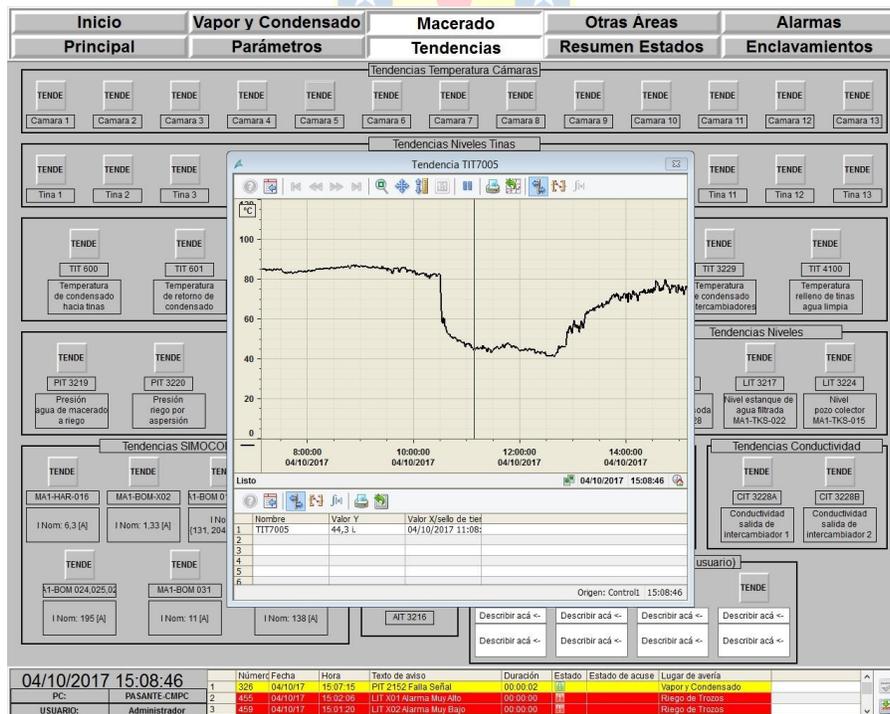


Figura D.20 Macerado pantalla de tendencias.

Inicio			Vapor y Condensado			Macerado			Otras Areas			Alarmas		
Principal			Parámetros			Tendencias			Resumen Estados			Enclavamientos		
Valores de Proceso			Válvulas Proporzionales			Válvulas On Off			Bombas y Motores			Compuertas		
Información			Unidades de Ingeniería (UI)						Límites Alarmas					
TAG	Descripción	Valor Actual	Min UI	Máx UI	UI	LL	L	H	HH					
LIT1	Nivel Tina 1	79.6875	0	100	[%]	0	30	55	60					
LIT2	Nivel Tina 2	48.90347	0	100	[%]	0	30	55	60					
LIT3	Nivel Tina 3	50.83912	0	100	[%]	0	30	55	60					
LIT4	Nivel Tina 4	51.04166	0	100	[%]	0	30	55	60					
LIT5	Nivel Tina 5	50.37616	0	100	[%]	0	30	55	60					
LIT6	Nivel Tina 6	75.52084	0	100	[%]	0	30	55	60					
LIT7	Nivel Tina 7	90.85648	0	100	[%]	0	30	55	60					
LIT8	Nivel Tina 8	52.32235	0	100	[%]	0	30	55	60					
LIT9	Nivel Tina 9	51.0706	0	100	[%]	0	30	55	60					
LIT10	Nivel Tina 10	27.95139	0	100	[%]	0	30	55	60					
LIT11	Nivel Tina 11	48.37963	0	100	[%]	0	30	55	60					
LIT12	Nivel Tina 12	57.17593	0	100	[%]	0	30	55	60					
LIT13	Nivel Tina 13	1.198343	0	100	[%]	0	30	55	60					
TIT 7001	T* Cámara 1	73.9059	-	-	[°C]	88	90	94	95					
TIT 7002	T* Cámara 2	69.91666	-	-	[°C]	88	90	94	95					
TIT 7003	T* Cámara 3	58.12558	-	-	[°C]	88	90	94	95					
TIT 7004	T* Cámara 4	67.07419	-	-	[°C]	88	90	94	95					
TIT 7005	T* Cámara 5	72.6655	-	-	[°C]	88	90	94	95					
TIT 7006	T* Cámara 6	54.21933	-	-	[°C]	88	90	94	95					
TIT 7007	T* Cámara 7	75.17684	-	-	[°C]	88	90	94	95					
TIT 7008	T* Cámara 8	49.08333	-	-	[°C]	88	90	94	95					
TIT 7009	T* Cámara 9	88.18056	-	-	[°C]	88	90	94	95					
TIT 7010	T* Cámara 10	42.86227	-	-	[°C]	88	90	94	95					
TIT 7011	T* Cámara 11	76.71643	-	-	[°C]	88	90	94	95					
TIT 7012	T* Cámara 12	73.17188	-	-	[°C]	88	90	94	95					
TIT 7013	T* Cámara 13	50.1684	-	-	[°C]	88	90	94	95					
TIT 600	T* Condensado a tinas	137.5527	-	-	[°C]	135	140	148	150					
TIT 601	T* Retorno condensado	122.9404	-	-	[°C]	115	120	130	135					
TIT 2188	T* Riego por aspersión	88.19791	-	-	[°C]	85	87	90	93					
TIT 3208	T* Estante de soda	21.48991	-	-	[°C]	15	18	27	30					
TIT 3212	T* Agua macerado a riego	79.02199	-	-	[°C]	70	75	80	85					
TIT 3228	T* Retorno condensado	89.5849	-	-	[°C]	40	50	130	140					
TIT 3229	T* Condensado a intercambiador	146.829	-	-	[°C]	135	140	148	150					
TIT 4100	T* Relleno de tinas agua limpia	77.5146	-	-	[°C]	0	0	98	100					
PIT 3219	P. Agua macerado a riego	3.177083	-	-	[bar]	1.5	2	4	4.5					
PIT 3220	P. Riego por aspersión	2.049788	-	-	[bar]	1.5	2	3	3.5					
PIT 3226	P. Retorno condensado	4.982429	-	-	[bar]	3	3.5	9	10					
PIT 3229	P. Condensado a intercambiador	4.738136	-	-	[bar]	4.8	5.2	6.2	6.5					
PIT 3230	P. Condensado a tinas	4.774501	-	-	[bar]	4.8	5	6.2	6.5					
PIT 3231	P. Retorno condensado	4.325594	-	-	[bar]	4.8	5.2	5.8	6					
LIT 3207	Nivel estante de soda	2263.327	-	-	[mm]	500	1000	2800	3000					
LIT 3217	Nivel estante agua filtrada	2095.463	-	-	[mm]	1600	1800	3600	3800					
LIT 3224	Nivel poczo colector	2532.604	-	-	[mm]	1500	1600	3060	3200					
FIT 3215	Flujo riego por aspersión	899.9999	-	-	[m3/hr]	850	900	1100	1300					
FIT X01	Flujo retorno de condensado	102.5024	-	-	[t/hr]	300	0	75	300					
FIT X03	Flujo agua limpia relleno tinas	8.101411	-	-	[m3/hr]	-10	-5	50	70					
CIT 3228A	Conductividad intercambiador 1	3.70081	-	-	[uS/cm]	1	2	4	4.5					
CIT 3228B	Conductividad intercambiador 2	4.470486	-	-	[uS/cm]	1	2	4	4.5					

Figura D.21 Macerado pantalla de resumen de estados: valores de proceso.

Inicio			Vapor y Condensado			Macerado			Otras Areas			Alarmas		
Principal			Parámetros			Tendencias			Resumen Estados			Enclavamientos		
Valores de Proceso			Válvulas Proporzionales			Válvulas On Off			Bombas y Motores			Compuertas		
Información			Unidades de Ingeniería (UI)						Límites Alarmas					
TAG	Descripción	Valor Actual	Min UI	Máx UI	UI	LL	L	H	HH					
FCV-CD-11	Válvula Control T* Cámara 1	2.893518E-02	0	100	OK	Automático								
FCV-CD-12	Válvula Control T* Cámara 2	2.893518E-02	0	100	OK	Automático								
FCV-CD-14	Válvula Control T* Cámara 4	100	0	100	OK	Automático								
FCV-CD-15	Válvula Control T* Cámara 5	99.82384	0	100	OK	Automático								
FCV-CD-16	Válvula Control T* Cámara 6	16.00116	0	100	OK	Automático								
FCV-CD-17	Válvula Control T* Cámara 7	0.3472222	0	100	OK	Automático								
FCV-CD-18	Válvula Control T* Cámara 8	2.893518E-02	0	100	OK	Automático								
FCV-CD-19	Válvula Control T* Cámara 9	0.6944444	0	100	OK	Automático								
FCV-CD-10	Válvula Control T* Cámara 10	5.787037E-02	0	100	OK	Automático								
FCV-CD-111	Válvula Control T* Cámara 11	100	0	100	OK	Automático								
FCV-CD-112	Válvula Control T* Cámara 12	2.893518E-02	0	100	OK	Automático								
FCV-CD-113	Válvula Control T* Cámara 13	1.070602	0	100	OK	Automático								
FCV-ALM-11	Válvula Control relleno Tina 1	0	0	100	OK	Automático								
FCV-ALM-12	Válvula Control relleno Tina 2	18.81432	0	100	OK	Automático								
FCV-ALM-13	Válvula Control relleno Tina 3	0	0	100	OK	Automático								
FCV-ALM-14	Válvula Control relleno Tina 4	6.79499	0	100	OK	Automático								
FCV-ALM-15	Válvula Control relleno Tina 5	10.92801	0	100	OK	Automático								
FCV-ALM-16	Válvula Control relleno Tina 6	0	0	100	OK	Automático								
FCV-ALM-17	Válvula Control relleno Tina 7	0	0	100	OK	Automático								
FCV-ALM-18	Válvula Control relleno Tina 8	0	0	100	OK	Automático								
FCV-ALM-19	Válvula Control relleno Tina 9	0	0	100	OK	Automático								
FCV-ALM-110	Válvula Control relleno Tina 10	39	0	100	OK	Automático								
FCV-ALM-111	Válvula Control relleno Tina 11	15.76218	0	100	OK	Automático								
FCV-ALM-112	Válvula Control relleno Tina 12	0	0	100	OK	Automático								
FCV-ALM-113	Válvula Control relleno Tina 13	39	0	100	OK	Automático								
TCV-4100	Válvula Control T* Agua Limpia	9.387182	0	100	OK	Automático								
FV-3220B	Válvula Control Agua de Riego	100	0	100	OK	Manual								
LV-3217B	Válvula Control Poczo Colector	47.03467	0	100	OK	Automático								
FV-3224	Válvula Control Agua Limpia	100	0	100	OK	Automático								

Figura D.22 Macerado pantalla de resumen de estados: válvulas proporcionales.

Inicio	Vapor y Condensado	Macerado	Otras Areas	Alarmas	
Principal	Parámetros	Tendencias	Resumen Estados	Enclavamientos	
Valores de Proceso	Válvulas Proporcionales	Válvulas On Off	Bombas y Motores	Compuertas	
	TAG	Descripción	Valor Actual [un]	Estado	Modo
	SOV-ALM-EN-T1	Entrada Relleno T1	Abierta	Ok	Manual
	SOV-ALM-EN-T2	Entrada Relleno T2	Abierta	Ok	Manual
	SOV-ALM-EN-T3	Entrada Relleno T3	Abierta	Ok	Manual
	SOV-ALM-EN-T4	Entrada Relleno T4	Abierta	Ok	Manual
	SOV-ALM-EN-T5	Entrada Relleno T5	Abierta	Ok	Manual
	SOV-ALM-EN-T6	Entrada Relleno T6	Abierta	Ok	Manual
	SOV-ALM-EN-T7	Entrada Relleno T7	Abierta	Ok	Manual
	SOV-ALM-EN-T8	Entrada Relleno T8	Abierta	Ok	Manual
	SOV-ALM-EN-T9	Entrada Relleno T9	Abierta	Ok	Manual
	SOV-ALM-EN-T10	Entrada Relleno T10	Abierta	Ok	Manual
	SOV-ALM-EN-T11	Entrada Relleno T11	Abierta	Ok	Manual
	SOV-ALM-EN-T12	Entrada Relleno T12	Abierta	Ok	Manual
	SOV-ALM-EN-T13	Entrada Relleno T13	Cerrada	Ok	Manual
	SOV-ALM-SA-T1	Salida Relleno T1	Cerrada	Ok	Automático
	SOV-ALM-SA-T2	Salida Relleno T2	Cerrada	Ok	Automático
	SOV-ALM-SA-T3	Salida Relleno T3	Cerrada	Ok	Automático
	SOV-ALM-SA-T4	Salida Relleno T4	Cerrada	Ok	Automático
	SOV-ALM-SA-T5	Salida Relleno T5	Cerrada	Ok	Automático
	SOV-ALM-SA-T6	Salida Relleno T6	Cerrada	Ok	Automático
	SOV-ALM-SA-T7	Salida Relleno T7	Cerrada	Ok	Automático
	SOV-ALM-SA-T8	Salida Relleno T8	Cerrada	Ok	Automático
	SOV-ALM-SA-T9	Salida Relleno T9	Cerrada	Ok	Automático
	SOV-ALM-SA-T10	Salida Relleno T10	Cerrada	Ok	Manual
	SOV-ALM-SA-T11	Salida Relleno T11	Cerrada	Ok	Automático
	SOV-ALM-SA-T12	Salida Relleno T12	Cerrada	Ok	Automático
	SOV-ALM-SA-T13	Salida Relleno T13	Abierta	Ok	Manual
	HV-3221	Rieco Cámara N° 1	Abierta	Ok	Manual
	HV-3222	Rieco Cámara N° 2	Abierta	Ok	Manual
	HV-3233	Rieco Cámara N° 3	Cerrada	Ok	Manual
	HV-3234	Rieco Cámara N° 4	Abierta	Ok	Manual
	HV-3235	Rieco Cámara N° 5	Abierta	Ok	Manual
	HV-3236	Rieco Cámara N° 6	Abierta	Ok	Manual
	HV-3237	Rieco Cámara N° 7	Abierta	Ok	Manual
	HV-3238	Rieco Cámara N° 8	Abierta	Ok	Manual
	HV-3239	Rieco Cámara N° 9	Abierta	Ok	Manual
	HV-3240	Rieco Cámara N° 10	Cerrada	Ok	Manual
	HV-3241	Rieco Cámara N° 11	Abierta	Ok	Manual
	HV-3242	Rieco Cámara N° 12	Abierta	Ok	Manual
	HV-3243	Rieco Cámara N° 13	Cerrada	Ok	Manual
	LV-3217A	Recirculación Pozo colector	Cerrada	Ok	Automático

04/10/2017 15:09:37		Número	Fecha	Hora	Texto de aviso	Duración	Estado	Estado de acuse	Lugar de avería
PC:	PASANTE-CMPC	1	326	04/10/17	15:07:15	PIT 2152 Falla Señal	00:00:02	OK	Vapor y Condensado
USUARIO:	Administrador	2	455	04/10/17	15:02:06	LIT X01 Alarma Muy Alto	00:00:00	HI	Riego de Trozos
		3	459	04/10/17	15:01:20	LIT X02 Alarma Muy Bajo	00:00:00	HI	Riego de Trozos

Figura D.23 Macerado pantalla de resumen de estados: válvulas solenoides.

Inicio	Vapor y Condensado	Macerado	Otras Areas	Alarmas	
Principal	Parámetros	Tendencias	Resumen Estados	Enclavamientos	
Valores de Proceso	Válvulas Proporcionales	Válvulas On Off	Bombas y Motores	Compuertas	
	TAG	Descripción	Valor Actual [un]	Estado	Modo
	MA1-BOM-024	Bomba Agua de Macerado	Funcionando	OK	Manual
	MA1-BOM-025	Bomba Agua de Macerado	Detenida	OK	Manual
	MA1-BOM-026	Bomba Agua de Macerado	Funcionando	OK	Manual
	AL-BOM-002	Bomba Agua Limeña	Detenida	OK	Manual
	AL-BOM-001	Bomba Agua Limeña	Funcionando	OK	Manual
	AL-BOM002	Bomba Agua Limeña	Detenida	OK	Manual
	MA1-BOM-002	Bomba Agua de Sello	Funcionando	OK	Manual
	MA1-BOM-006	Bomba Agua desde Pozo Colector	Detenida	OK	Manual
	MA1-BOM-X01	Bomba Agua desde Pozo Colector	Funcionando	OK	Manual
	MA1-BOM-019	Bomba Agua desde Pozo Colector	Detenida	OK	Manual
	MA1-BOM-011	Bomba Estanque de Seda	Funcionando	OK	Manual
	MA1-TMR-021	Motor Filtro Estanque Agua Filtrada	Funcionando	OK	Manual
	MA1-HAR-016	Motor Rastra Pozo Colector	Funcionando	OK	Manual

04/10/2017 15:09:54		Número	Fecha	Hora	Texto de aviso	Duración	Estado	Estado de acuse	Lugar de avería
PC:	PASANTE-CMPC	1	326	04/10/17	15:07:15	PIT 2152 Falla Señal	00:00:02	OK	Vapor y Condensado
USUARIO:	Administrador	2	455	04/10/17	15:02:06	LIT X01 Alarma Muy Alto	00:00:00	HI	Riego de Trozos
		3	459	04/10/17	15:01:20	LIT X02 Alarma Muy Bajo	00:00:00	HI	Riego de Trozos

Figura D.24 Macerado pantalla de resumen de estados: bombas y motores.

Inicio	Vapor y Condensado	Macerado	Otras Areas	Alarmas																																																																						
Principal	Parámetros	Tendencias	Resumen Estados	Enclavamientos																																																																						
Valores de Proceso	Válvulas Proporzionales	Válvulas On Off	Bombas y Motores	Compuertas																																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>TAG</th> <th>Descripción</th> <th>Valor Actual [un]</th> <th>Estado</th> <th>Modo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>HY-3251</td><td>Compuerta N° 1</td><td>Cerrada</td><td>OK</td><td>Manual</td></tr> <tr><td>HY-3252</td><td>Compuerta N° 2</td><td>Cerrada</td><td>OK</td><td>Manual</td></tr> <tr><td>HY-3253</td><td>Compuerta N° 3</td><td>Abierta</td><td>OK</td><td>Manual</td></tr> <tr><td>HY-3254</td><td>Compuerta N° 4</td><td>Cerrada</td><td>OK</td><td>Manual</td></tr> <tr><td>HY-3255</td><td>Compuerta N° 5</td><td>Cerrada</td><td>OK</td><td>Manual</td></tr> <tr><td>HY-3256</td><td>Compuerta N° 6</td><td>Cerrada</td><td>OK</td><td>Manual</td></tr> <tr><td>HY-3257</td><td>Compuerta N° 7</td><td>Cerrada</td><td>OK</td><td>Manual</td></tr> <tr><td>HY-3258</td><td>Compuerta N° 8</td><td>Cerrada</td><td>OK</td><td>Manual</td></tr> <tr><td>HY-3259</td><td>Compuerta N° 9</td><td>Cerrada</td><td>OK</td><td>Manual</td></tr> <tr><td>HY-3260</td><td>Compuerta N° 10</td><td>Abierta</td><td>OK</td><td>Manual</td></tr> <tr><td>HY-3261</td><td>Compuerta N° 11</td><td>Cerrada</td><td>OK</td><td>Manual</td></tr> <tr><td>HY-3262</td><td>Compuerta N° 12</td><td>Cerrada</td><td>OK</td><td>Manual</td></tr> <tr><td>HY-3263</td><td>Compuerta N° 13</td><td>Abierta</td><td>OK</td><td>Manual</td></tr> </tbody> </table>					TAG	Descripción	Valor Actual [un]	Estado	Modo	HY-3251	Compuerta N° 1	Cerrada	OK	Manual	HY-3252	Compuerta N° 2	Cerrada	OK	Manual	HY-3253	Compuerta N° 3	Abierta	OK	Manual	HY-3254	Compuerta N° 4	Cerrada	OK	Manual	HY-3255	Compuerta N° 5	Cerrada	OK	Manual	HY-3256	Compuerta N° 6	Cerrada	OK	Manual	HY-3257	Compuerta N° 7	Cerrada	OK	Manual	HY-3258	Compuerta N° 8	Cerrada	OK	Manual	HY-3259	Compuerta N° 9	Cerrada	OK	Manual	HY-3260	Compuerta N° 10	Abierta	OK	Manual	HY-3261	Compuerta N° 11	Cerrada	OK	Manual	HY-3262	Compuerta N° 12	Cerrada	OK	Manual	HY-3263	Compuerta N° 13	Abierta	OK	Manual
TAG	Descripción	Valor Actual [un]	Estado	Modo																																																																						
HY-3251	Compuerta N° 1	Cerrada	OK	Manual																																																																						
HY-3252	Compuerta N° 2	Cerrada	OK	Manual																																																																						
HY-3253	Compuerta N° 3	Abierta	OK	Manual																																																																						
HY-3254	Compuerta N° 4	Cerrada	OK	Manual																																																																						
HY-3255	Compuerta N° 5	Cerrada	OK	Manual																																																																						
HY-3256	Compuerta N° 6	Cerrada	OK	Manual																																																																						
HY-3257	Compuerta N° 7	Cerrada	OK	Manual																																																																						
HY-3258	Compuerta N° 8	Cerrada	OK	Manual																																																																						
HY-3259	Compuerta N° 9	Cerrada	OK	Manual																																																																						
HY-3260	Compuerta N° 10	Abierta	OK	Manual																																																																						
HY-3261	Compuerta N° 11	Cerrada	OK	Manual																																																																						
HY-3262	Compuerta N° 12	Cerrada	OK	Manual																																																																						
HY-3263	Compuerta N° 13	Abierta	OK	Manual																																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Número</th> <th>Fecha</th> <th>Hora</th> <th>Texto de aviso</th> <th>Duración</th> <th>Estado</th> <th>Estado de acuse</th> <th>Lugar de avería</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>326</td> <td>04/10/17</td> <td>15:07:15</td> <td>PIT 2152 Falla Señal</td> <td>00:00:02</td> <td>OK</td> <td>Vapor y Condensado</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>455</td> <td>04/10/17</td> <td>15:02:05</td> <td>LIT X01 Alarma Muy Alto</td> <td>00:00:00</td> <td>OK</td> <td>Riego de Trozos</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>459</td> <td>04/10/17</td> <td>15:01:20</td> <td>LIT X02 Alarma Muy Bajo</td> <td>00:00:00</td> <td>OK</td> <td>Riego de Trozos</td> </tr> </tbody> </table>					Número	Fecha	Hora	Texto de aviso	Duración	Estado	Estado de acuse	Lugar de avería	1	326	04/10/17	15:07:15	PIT 2152 Falla Señal	00:00:02	OK	Vapor y Condensado	2	455	04/10/17	15:02:05	LIT X01 Alarma Muy Alto	00:00:00	OK	Riego de Trozos	3	459	04/10/17	15:01:20	LIT X02 Alarma Muy Bajo	00:00:00	OK	Riego de Trozos																																						
Número	Fecha	Hora	Texto de aviso	Duración	Estado	Estado de acuse	Lugar de avería																																																																			
1	326	04/10/17	15:07:15	PIT 2152 Falla Señal	00:00:02	OK	Vapor y Condensado																																																																			
2	455	04/10/17	15:02:05	LIT X01 Alarma Muy Alto	00:00:00	OK	Riego de Trozos																																																																			
3	459	04/10/17	15:01:20	LIT X02 Alarma Muy Bajo	00:00:00	OK	Riego de Trozos																																																																			

Figura D.25 Macerado pantalla de resumen de estados: compuertas.

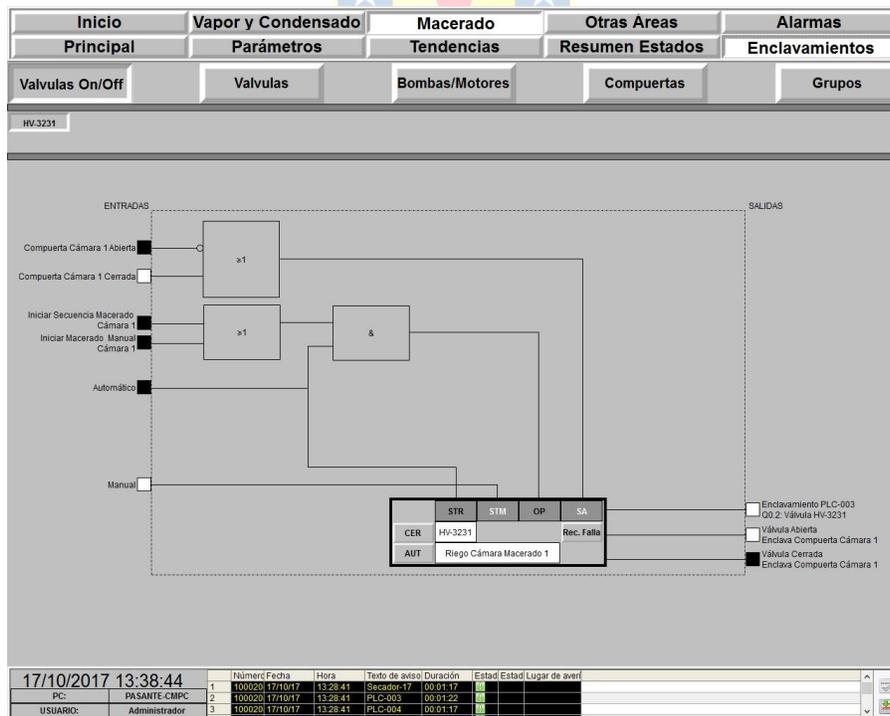


Figura D.26 Diagrama de enclavamientos válvula HV-3231 riego por aspersión cámara 1. [2]

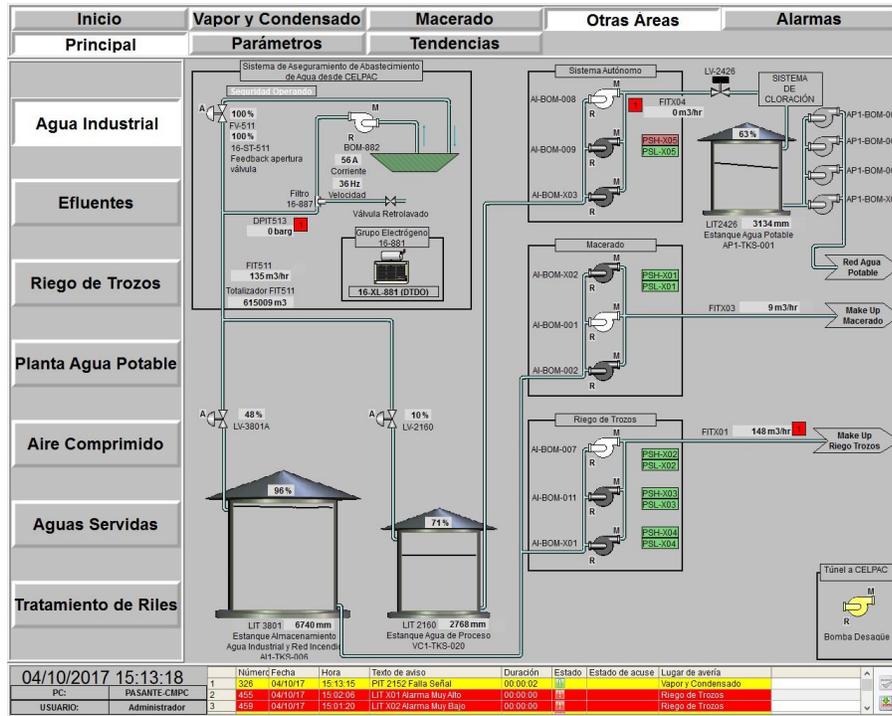


Figura D.27 Otras Áreas: Agua Industrial pantalla principal.

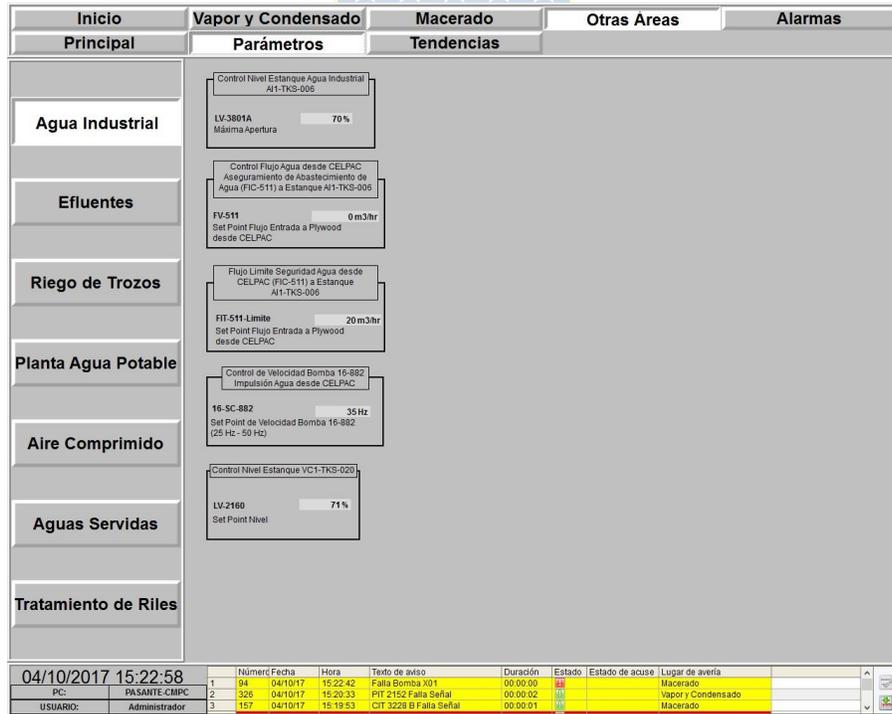


Figura D.28 Otras Áreas: Agua Industrial pantalla de parámetros.

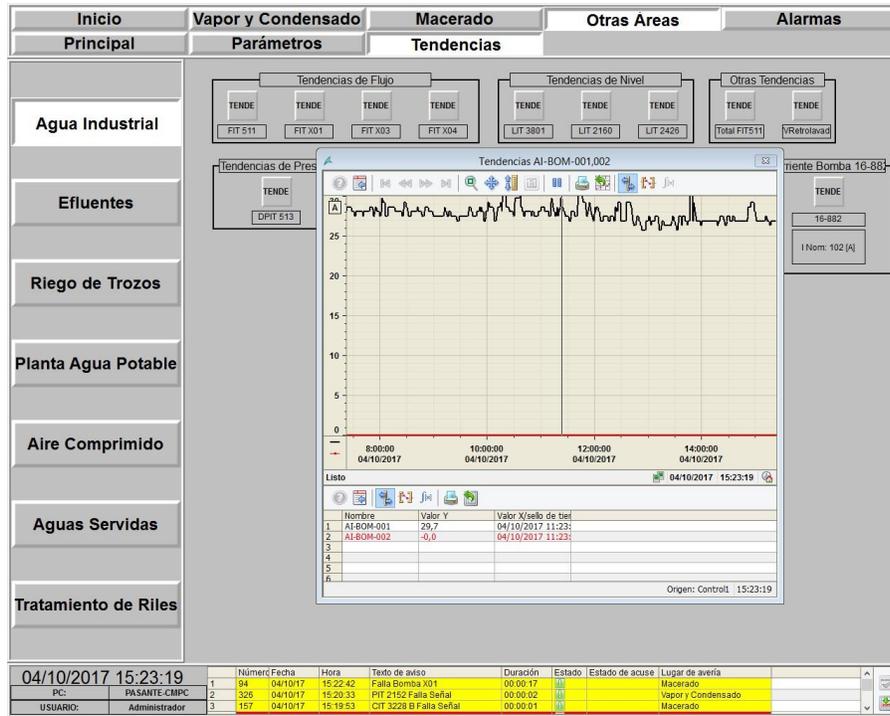


Figura D.29 Otras Áreas: Agua Industrial pantalla de tendencias.

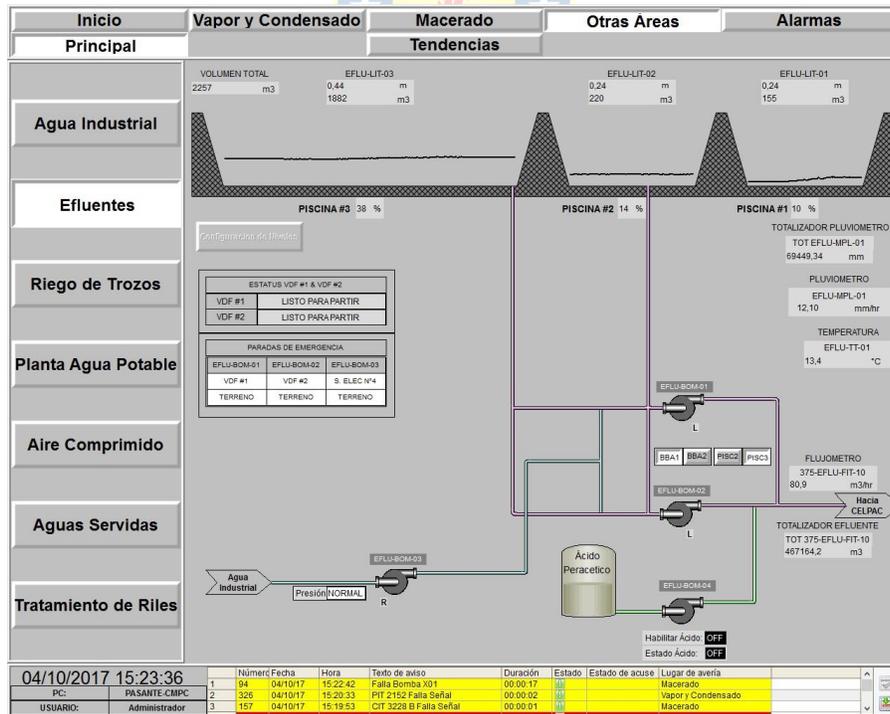


Figura D.30 Otras Áreas: Efluentes pantalla principal.

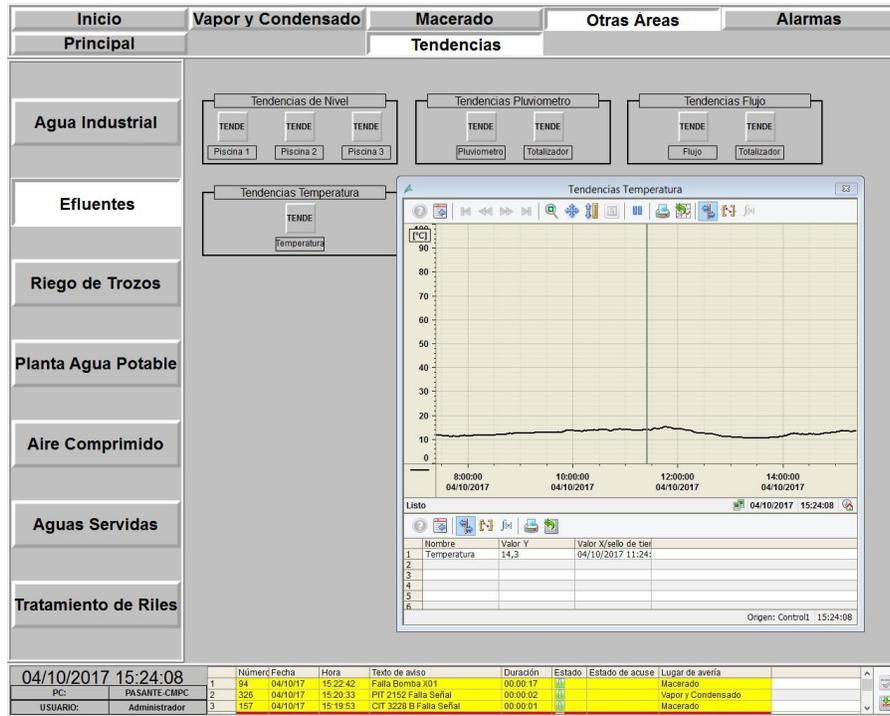


Figura D.31 Otras Áreas: Efluentes pantalla tendencias.

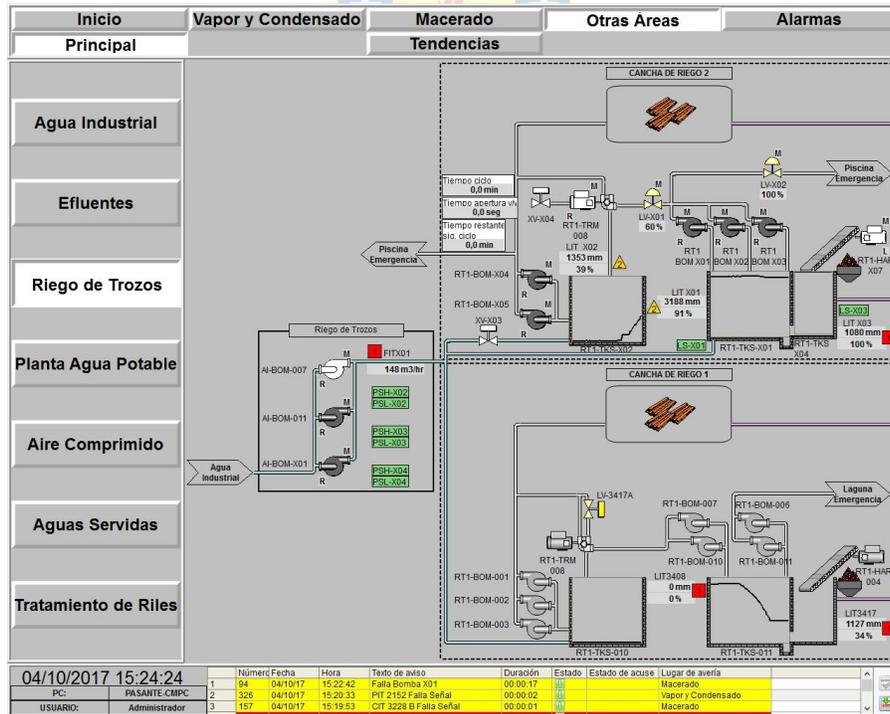


Figura D.32 Otras Áreas: Riego de Trozos pantalla principal.

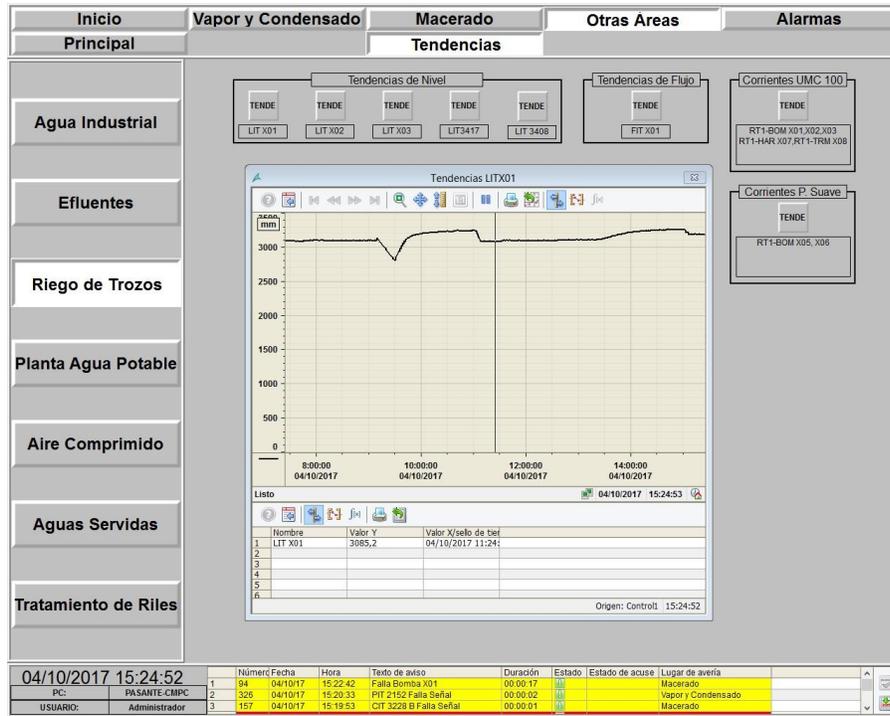


Figura D.33 Otras Áreas: Riego de Trozos pantalla tendencias.

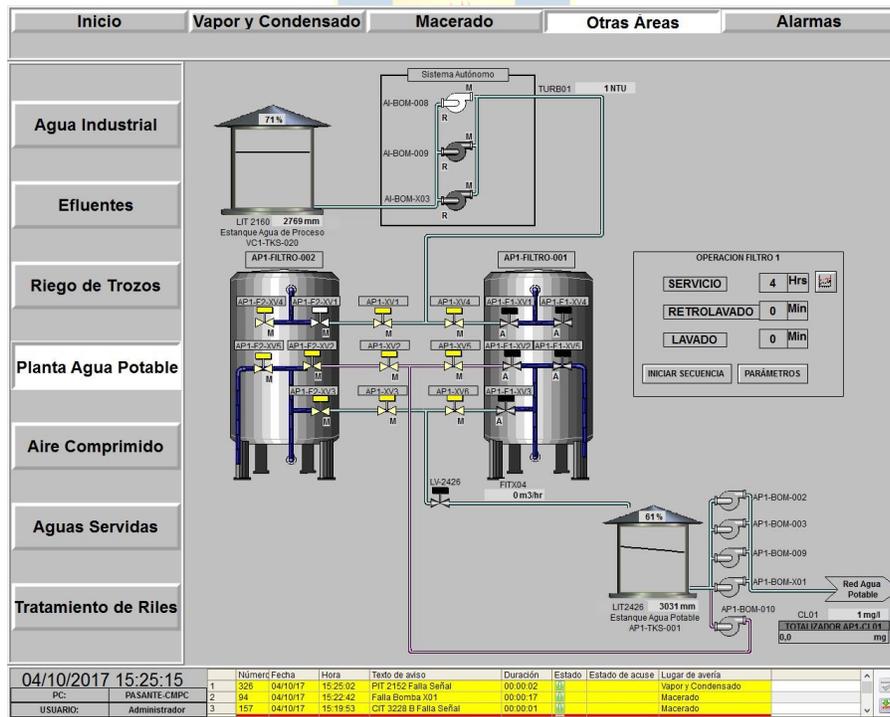


Figura D.34 Otras Áreas: Planta de Agua Potable pantalla principal.

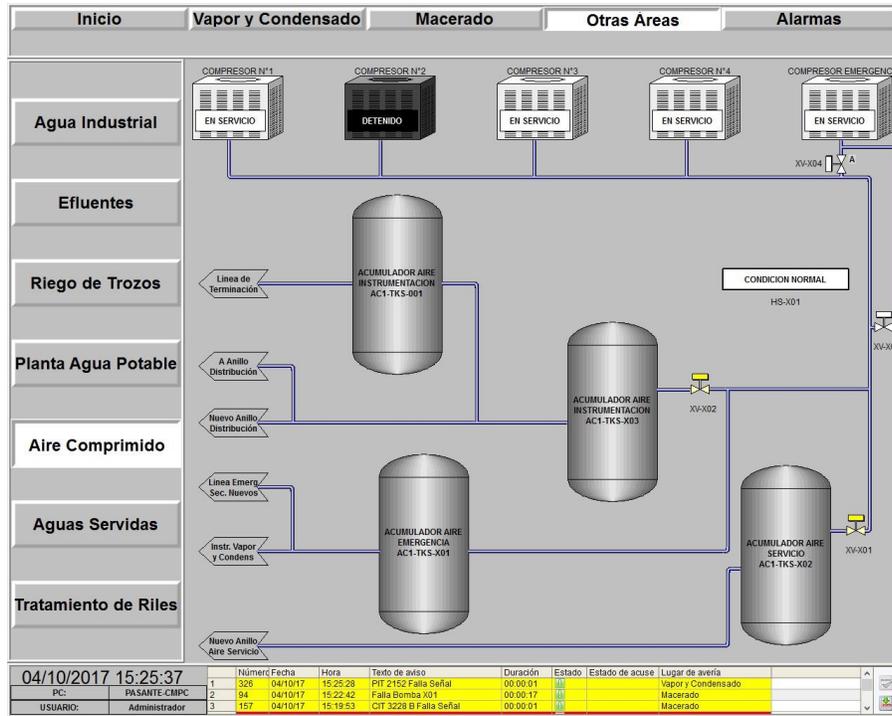


Figura D.35 Otras Áreas: Aire Comprimido pantalla principal.

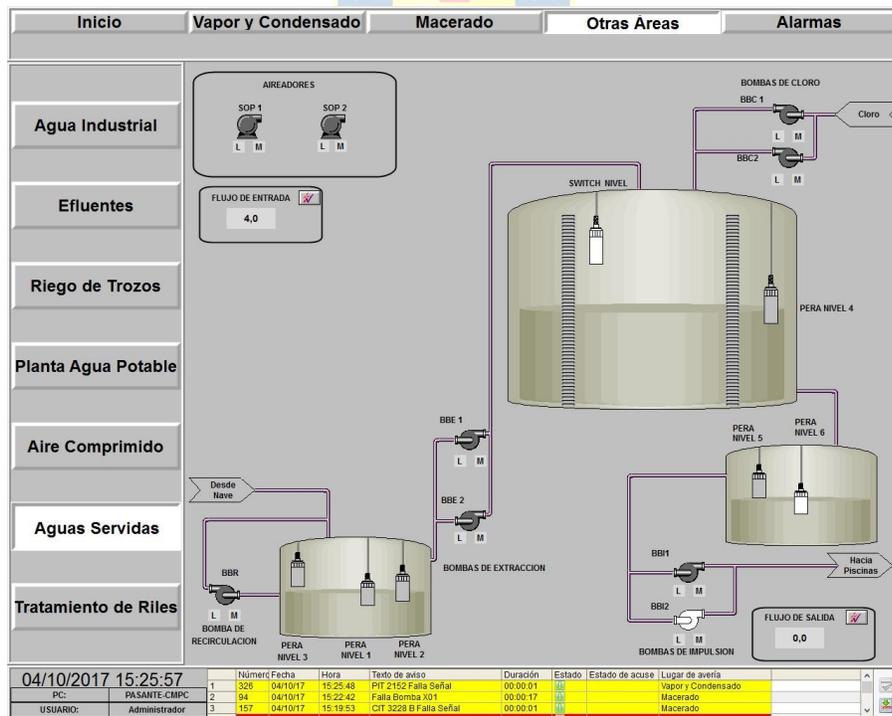


Figura D.36 Otras Áreas: Aguas Servidas pantalla principal.

Anexo E. Proceso de Comisionamiento

Comisionamiento de navegación:

		¿Funciona correctamente?	
		Sí	No
Inicio	Iniciar Sesión	X	
	Cerrar Sesión	X	
	Cerrar Aplicación	X	
	Ayudas	X	
Vapor y Condensado	Principal	X	
	Parámetros	X	
	Tendencias	X	
	Resumen Estados	X	
Macerado	Principal	X	
	Parámetros	X	
	Tendencias	X	
	Resumen Estados	X	
	Enclavamientos	X	
Agua Industrial	Principal	X	
	Parámetros	X	
	Tendencias	X	
Efluentes	Principal	X	
	Tendencias	X	
Riego de Trozos	Principal	X	
	Tendencias	X	
Planta Agua Potable		X	
Aire Comprimido		X	
Aguas Servidas		X	
Tratamiento de Riles		X	
Cambios entre todas las pantallas		X	

Comisionamiento de pop-up por áreas:

		¿Se abre el pop-up correctamente?	
		Sí	No
Vapor y Condensado	BOM601P	X	
	BOM602P	X	
	BOM2117P	X	
	BOM2118P	X	
	BOM2103	X	
	BOM2104	X	
	BOM2118	X	
	BOM2119	X	
	BOM605	X	
	BOM606	X	
	BOM607	X	
	BOM2105	X	
	BOM608	X	
	BOM2106	X	
	BOM603	X	
	BOM604	X	
	XV6001	X	
	XV6002	X	
	XV6003	X	
	XV6004	X	
	XV6005	X	
	LV2129C	X	
	FV2182	X	
	FV2184	X	
	FV2180	X	
	FV2186	X	
	PV2102B	X	
	PV2102C	X	

Vapor y Condensado	PV2102A	X	
	TV6001	X	
	TV2112A	X	
	TV2112	X	
	PCV2125	X	
	TV2177	X	
	LV2129A	X	
	LV2129A1	X	
	TV2168	X	
	FCV4000	X	
	LV2129B	X	
	TV2165	X	
	LV2139	X	
	LV6004	X	
	LV2149	X	
	LV2149A	X	
	LV6001	X	
	LV6001A	X	
	LV6004	X	
	LV2139	X	
	LIT6001	X	
	LIT2149	X	
	LIT2129	X	
	LIT2139	X	
	LIT2160	X	
	PIT6001	X	
	PIT6002	X	
	PIT6005	X	
	PIT2145	X	
	PIT2102B	X	
PIT2101	X		

Vapor y Condensado	PIT2102	X	
	PIT2110	X	
	PIT318P4	X	
	PIT2116	X	
	PIT2152	X	
	PIT2125	X	
	PIT2135	X	
	PIT2103	X	
	DPIT005	X	
	DPIT006	X	
	TIT6001	X	
	TIT6002	X	
	TIT6003	X	
	TIT6004	X	
	TIT6005	X	
	TIT2145	X	
	TIT318R5	X	
	TIT2114	X	
	TIT2101	X	
	TIT2108	X	
	TIT2165	X	
	TIT2177	X	
	TIT2135	X	
	TIT2161	X	
	TIT2126	X	
	TIT2112	X	

		¿Se abre el pop-up correctamente?	
		Sí	No
Macerado	BOM3224	X	
	BOM3225	X	
	BOM3226	X	
	BOMX02	X	
	BOM3201	X	
	BOM3202	X	
	BOM3220B	X	
	BOM32X01	X	
	BOM3219	X	
	BOM3231	X	
	BOM32X02	X	
	TMR021	X	
	HAR16	X	
	HY3251	X	
	HY3252	X	
	HY3253	X	
	HY3254	X	
	HY3255	X	
	HY3256	X	
	HY3257	X	
	HY3258	X	
	HY3259	X	
	HY3260	X	
	HY3261	X	
	HY3262	X	
	HY3263	X	
	FCV-CD-T1	X	
	FCV-CD-T2	X	
	FCV-CD-T3	X	

Macerado	FCV-CD-T4	X	
	FCV-CD-T5	X	
	FCV-CD-T6	X	
	FCV-CD-T7	X	
	FCV-CD-T8	X	
	FCV-CD-T9	X	
	FCV-CD-T10	X	
	FCV-CD-T11	X	
	FCV-CD-T12	X	
	FCV-CD-T13	X	
	FCV-ALM-T1	X	
	FCV-ALM-T2	X	
	FCV-ALM-T3	X	
	FCV-ALM-T4	X	
	FCV-ALM-T5	X	
	FCV-ALM-T6	X	
	FCV-ALM-T7	X	
	FCV-ALM-T8	X	
	FCV-ALM-T9	X	
	FCV-ALM-T10	X	
	FCV-ALM-T11	X	
	FCV-ALM-T12	X	
	FCV-ALM-T13	X	
	FCV-ASM-T1	X	
	FCV-ASM-T2	X	
	FCV-ASM-T3	X	
	FCV-ASM-T4	X	
	FCV-ASM-T5	X	
	FCV-ASM-T6	X	
	FCV-ASM-T7	X	
	FCV-ASM-T8	X	

Macerado	FCV-ASM-T9	X	
	FCV-ASM-T10	X	
	FCV-ASM-T11	X	
	FCV-ASM-T12	X	
	FCV-ASM-T13	X	
	TCV-4100	X	
	FV3220B	X	
	LV3217B	X	
	FV3224	X	
	LIT1	X	
	LIT2	X	
	LIT3	X	
	LIT4	X	
	LIT5	X	
	LIT6	X	
	LIT7	X	
	LIT8	X	
	LIT9	X	
	LIT10	X	
	LIT11	X	
	LIT12	X	
	LIT13	X	
	LIT3217	X	
	LIT3224	X	
	LIT3207	X	
	FIT3215	X	
	FITX03	X	
	FITX01	X	
	PIT3219	X	
	PIT3220	X	
	PIT3226	X	

Macerado	PIT3229	X	
	PIT3230	X	
	TIT2168	X	
	TIT3208	X	
	TIT3212	X	
	TIT3229	X	
	TIT4100	X	
	TIT600	X	
	TIT601	X	
	TIT7001	X	
	TIT7002	X	
	TIT7003	X	
	TIT7004	X	
	TIT7005	X	
	TIT7006	X	
	TIT7007	X	
	TIT7008	X	
	TIT7009	X	
	TIT7010	X	
	TIT7011	X	
	TIT7012	X	
	TIT7013	X	
	AIT3216	X	
	CIT3228A	X	
	CIT3228B	X	

		¿Se abre el pop-up correctamente?	
		Sí	No
Agua Industrial	BOM882	X	
	BOM240_X03	X	
	BOM240_X02	X	
	BOM2401	X	
	BOM2402	X	
	BOM2407	X	
	BOM2411	X	
	BOM240_X01	X	
	LV2426	X	
	LIT3801	X	
	LIT2160	X	
	LIT2426	X	
	FITX04	X	
	FITX03	X	
	FITX01	X	
FIT511	X		
DPIT513	X		

		¿Se abre el pop-up correctamente?	
		Sí	No
Efluentes	EFLU-BOM-01	X	
	EFLU-BOM-02	X	
	EFLU-BOM-03	X	
	EFLU-LIT-03	X	
	EFLU-LIT-02	X	
	EFLU-LIT-01	X	
	EFLU-TT-01	X	
	EFLU-MPL-01	X	
	375-EFLU-FIT-10	X	

		¿Se abre el pop-up correctamente?	
		Sí	No
Riego de Trozos	RT1_BOM_X01	X	
	RT1_BOM_X02	X	
	RT1_BOM_X03	X	
	RT1_BOM_X04	X	
	RT1_BOM_X05	X	
	RT1_HAR_X07	X	
	RT1_TRM_X08	X	
	340_XV_X03	X	
	340_XV_X04	X	
	340_LV_X01	X	
	340_LV_X02	X	
	340_LIT_X02	X	
	340_LIT_X01	X	
	340_LIT_X03	X	
	LIT3408	X	
LIT3417	X		

		¿Se abre el pop-up correctamente?	
		Sí	No
Planta Agua Potable	BOM010	X	
	AP1_XV4	X	
	AP1_XV5	X	
	AP1_XV6	X	
	AP1_F1_XV1	X	
	AP1_F1_XV2	X	
	AP1_F1_XV3	X	
	AP1_F1_XV4	X	
	AP1_F1_XV5	X	

	LIT2160	X	
	TURB01	X	
	FITX04	X	

		¿Se abre el pop-up correctamente?	
		Sí	No
Aire Comprimido	XV_X01	X	
	XV_X02	X	
	XV_X03	X	
	XV_X04	X	

		¿Se abre el pop-up correctamente?	
		Sí	No
Aguas Servidas	SOP1	X	
	SOP2	X	
	BBC1	X	
	BBC2	X	
	BBE1	X	
	BBE2	X	
	BBR	X	
	BBI1	X	
	BBI2	X	
	FLUJO_ENTRADA	X	
	FLUJO_SALIDA	X	

		¿Se abre el pop-up correctamente?	
		Sí	No
Tratamiento de Riles	375_AIT_X01	X	
	375_FIT_X01	X	
	375_FIT_X02	X	

Comisionamiento de función pop-up de controladores:

		¿Funciona el comando correctamente?			
		Automático/SP	Manual/CV	Partir/Abrir	Detener/Cerrar
Vapor y Condensado	BOM601P	NP	Sí	NP	NP
	BOM602P	NP	Sí	NP	NP
	BOM2117P	NP	Sí	NP	NP
	BOM2118P	NP	Sí	NP	NP
	BOM2103	NP	Sí	NP	NP
	BOM2104	NP	Sí	NP	NP
	BOM2118	NP	Sí	NP	NP
	BOM2119	NP	Sí	NP	NP
	BOM605	NP	Sí	NP	NP
	BOM606	NP	Sí	NP	NP
	BOM607	NP	Sí	NP	NP
	BOM2105	NP	Sí	NP	NP
	BOM608	NP	Sí	NP	NP
	BOM2106	NP	Sí	NP	NP
	BOM603	NP	Sí	NP	NP
	BOM604	NP	Sí	NP	NP
	XV6001	NP	Sí	Sí	Sí
	XV6002	NP	Sí	Sí	Sí
	XV6003	NP	Sí	Sí	Sí
	XV6004	NP	Sí	Sí	Sí
	XV6005	NP	Sí	Sí	Sí
	LV2129C	Sí	Sí	NA	NA
	FV2182	Sí	Sí	NA	NA
	FV2184	Sí	Sí	NA	NA
	FV2180	Sí	Sí	NA	NA
	FV2186	Sí	Sí	NA	NA
	PV2102B	Sí	Sí	NA	NA
	PV2102C	Sí	Sí	NA	NA

Vapor y Condensado	PV2102A	Sí	Sí	NA	NA
	TV6001	Sí	Sí	NA	NA
	TV2112A	Sí	Sí	NA	NA
	TV2112	Sí	Sí	NA	NA
	PCV2125	Sí	Sí	NA	NA
	TV2177	Sí	Sí	NA	NA
	LV2129A	Sí	Sí	NA	NA
	LV2129A1	Sí	Sí	NA	NA
	TV2168	Sí	Sí	NA	NA
	FCV4000	Sí	Sí	NA	NA
	LV2129B	Sí	Sí	NA	NA
	TV2165	Sí	Sí	NA	NA
	LV2139	Sí	Sí	NA	NA
	LV6004	Sí	Sí	NA	NA
	LV2149	Sí	Sí	NA	NA
	LV2149A	Sí	Sí	NA	NA
	LV6001	Sí	Sí	NA	NA
	LV6001A	Sí	Sí	NA	NA
	LV6004	Sí	Sí	NA	NA
LV2139	Sí	Sí	NA	NA	

		¿Funciona el comando correctamente?			
		Automático/S P	Manual/CV	Partir/Abrir	Detener/Cerrar
Macerado	BOM3224	NP	Sí	NP	NP
	BOM3225	NP	Sí	NP	NP
	BOM3226	NP	Sí	NP	NP
	BOMX02	NP	Sí	NP	NP
	BOM3201	NP	Sí	NP	NP
	BOM3202	NP	Sí	NP	NP
	BOM3220B	NP	Sí	NP	NP

Macerado	BOM32X01	NP	Sí	NP	NP
	BOM3219	NP	Sí	NP	NP
	BOM3231	NP	Sí	NP	NP
	BOM32X02	NP	Sí	NP	NP
	TMR021	NP	Sí	NP	NP
	HAR16	NP	Sí	NP	NP
	HY3251	NP	Sí	Sí	Sí
	HY3252	NP	Sí	Sí	Sí
	HY3253	NP	Sí	Sí	Sí
	HY3254	NP	Sí	Sí	Sí
	HY3255	NP	Sí	Sí	Sí
	HY3256	NP	Sí	Sí	Sí
	HY3257	NP	Sí	Sí	Sí
	HY3258	NP	Sí	Sí	Sí
	HY3259	NP	Sí	Sí	Sí
	HY3260	NP	Sí	Sí	Sí
	HY3261	NP	Sí	Sí	Sí
	HY3262	NP	Sí	Sí	Sí
	HY3263	NP	Sí	Sí	Sí
	FCV-CD-T1	Sí	Sí	NA	NA
	FCV-CD-T2	Sí	Sí	NA	NA
	FCV-CD-T3	Sí	Sí	NA	NA
	FCV-CD-T4	Sí	Sí	NA	NA
	FCV-CD-T5	Sí	Sí	NA	NA
	FCV-CD-T6	Sí	Sí	NA	NA
	FCV-CD-T7	Sí	Sí	NA	NA
	FCV-CD-T8	Sí	Sí	NA	NA
	FCV-CD-T9	Sí	Sí	NA	NA
	FCV-CD-T10	Sí	Sí	NA	NA
	FCV-CD-T11	Sí	Sí	NA	NA
	FCV-CD-T12	Sí	Sí	NA	NA

Macerado	FCV-CD-T13	Sí	Sí	NA	NA
	FCV-ALM-T1	Sí	Sí	NA	NA
	FCV-ALM-T2	Sí	Sí	NA	NA
	FCV-ALM-T3	Sí	Sí	NA	NA
	FCV-ALM-T4	Sí	Sí	NA	NA
	FCV-ALM-T5	Sí	Sí	NA	NA
	FCV-ALM-T6	Sí	Sí	NA	NA
	FCV-ALM-T7	Sí	Sí	NA	NA
	FCV-ALM-T8	Sí	Sí	NA	NA
	FCV-ALM-T9	Sí	Sí	NA	NA
	FCV-ALM-T10	Sí	Sí	NA	NA
	FCV-ALM-T11	Sí	Sí	NA	NA
	FCV-ALM-T12	Sí	Sí	NA	NA
	FCV-ALM-T13	Sí	Sí	NA	NA
	FCV-ASM-T1	Sí	Sí	NA	NA
	FCV-ASM-T2	Sí	Sí	NA	NA
	FCV-ASM-T3	Sí	Sí	NA	NA
	FCV-ASM-T4	Sí	Sí	NA	NA
	FCV-ASM-T5	Sí	Sí	NA	NA
	FCV-ASM-T6	Sí	Sí	NA	NA
	FCV-ASM-T7	Sí	Sí	NA	NA
	FCV-ASM-T8	Sí	Sí	NA	NA
	FCV-ASM-T9	Sí	Sí	NA	NA
	FCV-ASM-T10	Sí	Sí	NA	NA
	FCV-ASM-T11	Sí	Sí	NA	NA
	FCV-ASM-T12	Sí	Sí	NA	NA
	FCV-ASM-T13	Sí	Sí	NA	NA
	TCV-4100	Sí	Sí	NA	NA
	FV3220B	Sí	Sí	NA	NA
	LV3217B	Sí	Sí	NA	NA
	FV3224	Sí	Sí	NA	NA

		¿Funciona el comando correctamente?			
		Automático/SP	Manual/CV	Partir/Abrir	Detener/Cerrar
Agua Industrial	BOM882	NP	Sí	Sí	Sí
	BOM240_X03	NP	Sí	Sí	Sí
	BOM240_X02	NP	Sí	NP	NP
	BOM2401	NP	Sí	Sí	Sí
	BOM2402	NP	Sí	Sí	Sí
	BOM2407	NP	Sí	NP	NP
	BOM2411	NP	Sí	Sí	Sí
	BOM240_X01	NP	Sí	Sí	Sí
	LV2426	Sí	Sí	Sí	Sí

		¿Funciona el comando correctamente?			
		Automático/SP	Manual/CV	Partir/Abrir	Detener/Cerrar
Efluentes	EFLU-BOM-01	NP	NP	NP	NP
	EFLU-BOM-02	NP	NP	NP	NP
	EFLU-BOM-03	NP	NP	NP	NP

		¿Funciona el comando correctamente?			
		Automático/SP	Manual/CV	Partir/Abrir	Detener/Cerrar
Riego de Trozos	RT1_BOM_X01	NP	Sí	Sí	Sí
	RT1_BOM_X02	NP	Sí	Sí	Sí
	RT1_BOM_X03	NP	Sí	Sí	Sí
	RT1_BOM_X04	NP	Sí	Sí	Sí
	RT1_BOM_X05	NP	Sí	Sí	Sí
	RT1_HAR_X07	NP	Sí	Sí	Sí
	RT1_TRM_X08	NP	Sí	Sí	Sí
	340_XV_X03	NP	Sí	Sí	Sí
	340_XV_X04	NP	Sí	Sí	Sí
	340_LV_X01	NP	Sí	Sí	Sí
	340_LV_X02	NP	Sí	Sí	Sí

		¿Funciona el comando correctamente?			
		Automático/SP	Manual/CV	Partir/Abrir	Detener/Cerrar
Planta Agua Potable	BOM010	NP	NP	Sí	Sí
	AP1_XV4	Sí	Sí	Sí	Sí
	AP1_XV5	Sí	Sí	Sí	Sí
	AP1_XV6	Sí	Sí	Sí	Sí
	AP1_F1_XV1	Sí	Sí	Sí	Sí
	AP1_F1_XV2	Sí	Sí	Sí	Sí
	AP1_F1_XV3	Sí	Sí	Sí	Sí
	AP1_F1_XV4	Sí	Sí	Sí	Sí
	AP1_F1_XV5	Sí	Sí	Sí	Sí

		¿Funciona el comando correctamente?			
		Automático/SP	Manual/CV	Partir/Abrir	Detener/Cerrar
Aire Comprimido	XV_X01	NP	NP	NP	NP
	XV_X02	NP	NP	NP	NP
	XV_X03	NP	NP	NP	NP
	XV_X04	NP	NP	NP	NP

		¿Funciona el comando correctamente?			
		Automático/SP	Manual/CV	Partir/Abrir	Detener/Cerrar
Aguas Servidas	SOP1	NP	NP	NP	NP
	SOP2	NP	NP	NP	NP
	BBC1	NP	NP	NP	NP
	BBC2	NP	NP	NP	NP
	BBE1	NP	NP	NP	NP
	BBE2	NP	NP	NP	NP
	BBR	NP	NP	NP	NP
	BBI1	NP	NP	NP	NP
	BBI2	NP	NP	NP	NP

Donde:

NP: No probado.

NA: No aplica.

Anexo F. Encuestas

La encuesta aplicada fue la siguiente.

Encuesta de Evaluación Sistema SCADA

Planta Plywood

La presente encuesta fue diseñada para valorar su opinión respecto al cambio de sistema SCADA implementado en la sala de operadores del área de macerado. Las respuestas otorgadas por usted tienen fines únicamente académicos y servirán para evaluar la aceptación y adaptación por vuestra parte al nuevo sistema. Al responder esta encuesta usted otorga el consentimiento de que la información recolectada mediante este instrumento, pueda ser utilizada por el autor para medir los resultados de éste, y anexarlos en el informe para optar al título profesional.

Nombre Operador: _____

Fecha: _____

Responda las siguientes preguntas:

- A) Respecto al ambiente ergonómico cognitivo, entiéndase por esto: nitidez visual de pantallas, fatiga ocular, exceso de contraste de colores, etc. Evalúe según la siguiente escala de notas los sistemas utilizados:

Sistema SCADA anterior

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

Sistema SCADA nuevo

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

- B) Respecto a la eficacia en la navegación de los sistemas. Evalúe según la siguiente escala de notas los sistemas utilizados:

Sistema SCADA anterior

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

Sistema SCADA nuevo

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

- C) Respecto a la rapidez de carga de las pantallas en el sistema. Evalúe según la siguiente escala de notas los sistemas utilizados:

Sistema SCADA anterior

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

Sistema SCADA nuevo

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

- D) Respecto a la utilidad de la información desplegada en los sistemas, considere para esto la diferencia entre un dato y una tendencia. Evalúe según la siguiente escala de notas los sistemas utilizados:

Sistema SCADA anterior

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

Sistema SCADA nuevo

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

- E) ¿Cuál es su nivel de conformidad con los sistemas utilizados?

Sistema SCADA anterior

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

Sistema SCADA nuevo

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

- F) ¿Qué tan útil considera la base de datos de fallas y alarmas, implementado en el nuevo sistema SCADA?

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

- G) ¿Qué oportunidades de mejora, críticas constructivas y sugerencias haría para mejorar el nuevo sistema SCADA?

Las respuestas obtenidas fueron las siguientes.

Operador: Sr. José Varela Cisterna.

Encuesta de Evaluación Sistema SCADA planta Plywood

La presente encuesta fue diseñada para valorar su opinión respecto al cambio de sistema SCADA implementado en la sala de operadores del área de Maccrado. Las respuestas otorgadas por usted tienen fines únicamente académicos y servirán para evaluar su aceptación y adaptación al nuevo sistema. Al responder esta encuesta, usted otorga el consentimiento de que la información recolectada mediante este instrumento, pueda ser utilizada por el autor para medir los resultados de éste y anexarlos en el informe para optar al título profesional.

Nombre Operador: JOSE VARELA CISTERNA
 Fecha: 07-11-2017

Responda las siguientes preguntas:

- A) Respecto al ambiente ergonómico cognitivo, entiéndase por esto: nitidez visual de pantallas, fatiga ocular, exceso de contraste de colores, etc., evalúe según la siguiente escala de notas los sistemas utilizados:

Sistema SCADA anterior

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

Sistema SCADA nuevo

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

- B) Respecto a la eficacia en la navegación de los sistemas. Evalúe según la siguiente escala de notas los sistemas utilizados:

Sistema SCADA anterior

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

Sistema SCADA nuevo

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

C) Respecto a la rapidez de carga de las pantallas en el sistema. Evalúe según la siguiente escala de notas los sistemas utilizados:

Sistema SCADA anterior

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

Sistema SCADA nuevo

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

D) Respecto a la utilidad de la información desplegada en los sistemas, considere para esto la diferencia entre un dato y una tendencia. Evalúe según la siguiente escala de notas los sistemas utilizados:

Sistema SCADA anterior

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

Sistema SCADA nuevo

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

E) ¿Cuál es su nivel de conformidad con los sistemas utilizados?

Sistema SCADA anterior

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

Sistema SCADA nuevo

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

F) ¿Qué tan útil considera la base de datos de fallas y alarmas, implementado en el nuevo sistema SCADA?

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

G) ¿Qué oportunidades de mejora, críticas constructivas y sugerencias haría para mejorar el nuevo sistema SCADA?

Operador: Sr. Ariel Troncoso Cárdena.

Encuesta de Evaluación Sistema SCADA planta Plywood

La presente encuesta fue diseñada para valorar su opinión respecto al cambio de sistema SCADA implementado en la sala de operadores del área de Macerado. Las respuestas otorgadas por usted tienen fines únicamente académicos y servirán para evaluar su aceptación y adaptación al nuevo sistema. Al responder esta encuesta, usted otorga el consentimiento de que la información recolectada mediante este instrumento, pueda ser utilizada por el autor para medir los resultados de éste y anexarlos en el informe para optar al título profesional.

Nombre Operador: Ariel Troncoso Cárdena
 Fecha: 8-11-2017

Responda las siguientes preguntas:

- A) Respecto al ambiente ergonómico cognitivo, entiéndase por esto: nitidez visual de pantallas, fatiga ocular, exceso de contraste de colores, etc., evalúe según la siguiente escala de notas los sistemas utilizados:

Sistema SCADA anterior

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

Sistema SCADA nuevo

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

- B) Respecto a la eficacia en la navegación de los sistemas. Evalúe según la siguiente escala de notas los sistemas utilizados:

Sistema SCADA anterior

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

Sistema SCADA nuevo

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

C) Respecto a la rapidez de carga de las pantallas en el sistema. Evalúe según la siguiente escala de notas los sistemas utilizados.

Sistema SCADA anterior						
(1)	(2)	(3)	(4)	<input checked="" type="radio"/>	(6)	(7)
Sistema SCADA nuevo						
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	<input checked="" type="radio"/>	(7)

D) Respecto a la utilidad de la información desplegada en los sistemas, considere para esto la diferencia entre un dato y una tendencia. Evalúe según la siguiente escala de notas los sistemas utilizados.

Sistema SCADA anterior						
(1)	(2)	(3)	(4)	<input checked="" type="radio"/>	(6)	(7)
Sistema SCADA nuevo						
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	<input checked="" type="radio"/>	(7)

E) ¿Cuál es su nivel de conformidad con los sistemas utilizados?

Sistema SCADA anterior						
(1)	(2)	(3)	<input checked="" type="radio"/>	(5)	(6)	(7)
Sistema SCADA nuevo						
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	<input checked="" type="radio"/>	(7)

F) ¿Qué tan útil considera la base de datos de fallas y alarmas, implementado en el nuevo sistema SCADA?

(1)	(2)	(3)	(4)	<input checked="" type="radio"/>	(6)	(7)
-----	-----	-----	-----	----------------------------------	-----	-----

G) ¿Qué oportunidades de mejora, críticas constructivas y sugerencias haría para mejorar el nuevo sistema SCADA?

- Se puede mejorar la distribución del diseño gráfico

- Falta crear una Hoja de supervisión.

Operador: Sr. Leopoldo Gallegos.

Encuesta de Evaluación Sistema SCADA planta Plywood

La presente encuesta fue diseñada para valorar su opinión respecto al cambio de sistema SCADA implementado en la sala de operadores del área de Macerado. Las respuestas otorgadas por usted tienen fines únicamente académicos y servirán para evaluar su aceptación y adaptación al nuevo sistema. Al responder esta encuesta, usted otorga el consentimiento de que la información recolectada mediante este instrumento, pueda ser utilizada por el autor para medir los resultados de éste y anexarlos en el informe para optar al título profesional.

Nombre Operador: Leopoldo Gallegos M.
 Fecha: 08-11-2017

Responda las siguientes preguntas:

- A) Respecto al ambiente ergonómico cognitivo, entiéndase por esto: nitidez visual de pantallas, fatiga ocular, exceso de contraste de colores, etc., evalúe según la siguiente escala de notas los sistemas utilizados:

Sistema SCADA anterior

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

Sistema SCADA nuevo

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

- B) Respecto a la eficacia en la navegación de los sistemas. Evalúe según la siguiente escala de notas los sistemas utilizados:

Sistema SCADA anterior

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

Sistema SCADA nuevo

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

C) Respecto a la rapidez de carga de las pantallas en el sistema. Evalúe según la siguiente escala de notas los sistemas utilizados

Sistema SCADA anterior

(1) (2) (3) ● (5) (6) (7)

Sistema SCADA nuevo

(1) (2) (3) (4) (5) (6) ●

D) Respecto a la utilidad de la información desplegada en los sistemas, considere para esto la diferencia entre un dato y una tendencia. Evalúe según la siguiente escala de notas los sistemas utilizados

Sistema SCADA anterior

(1) (2) (3) ● (5) (6) (7)

Sistema SCADA nuevo

(1) (2) (3) (4) (5) (6) ●

E) ¿Cuál es su nivel de conformidad con los sistemas utilizados?

Sistema SCADA anterior

(1) (2) (3) ● (5) (6) (7)

Sistema SCADA nuevo

(1) (2) (3) (4) (5) (6) ●

F) ¿Qué tan útil considera la base de datos de fallas y alarmas, implementado en el nuevo sistema SCADA?

(1) (2) (3) (4) (5) (6) ●

G) ¿Qué oportunidades de mejora, críticas constructivas y sugerencias haría para mejorar el nuevo sistema SCADA?

- Mejorar el tamaño de los gráficos.

Operador: Sr. Álvaro Luna.

Encuesta de Evaluación Sistema SCADA planta Plywood

La presente encuesta fue diseñada para valorar su opinión respecto al cambio de sistema SCADA implementado en la sala de operadores del área de Macerado. Las respuestas otorgadas por usted tienen fines únicamente académicos y servirán para evaluar su aceptación y adaptación al nuevo sistema. Al responder esta encuesta, usted otorga el consentimiento de que la información recolectada mediante este instrumento, pueda ser utilizada por el autor para medir los resultados de éste y anexarlos en el informe para optar al título profesional.

Nombre Operador: Álvaro Luna
 Fecha: 08-11-2017

Responda las siguientes preguntas:

- A) Respecto al ambiente ergonómico cognitivo, entiéndase por esto: nitidez visual de pantallas, fatiga ocular, exceso de contraste de colores, etc., evalúe según la siguiente escala de notas los sistemas utilizados:

Sistema SCADA anterior

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

Sistema SCADA nuevo

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

- B) Respecto a la eficacia en la navegación de los sistemas. Evalúe según la siguiente escala de notas los sistemas utilizados:

Sistema SCADA anterior

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

Sistema SCADA nuevo

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

C) Respecto a la rapidez de carga de las pantallas en el sistema. Evalúe según la siguiente escala de notas los sistemas utilizados:

Sistema SCADA anterior

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

Sistema SCADA nuevo

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

D) Respecto a la utilidad de la información desplegada en los sistemas, considere para esto la diferencia entre un dato y una tendencia. Evalúe según la siguiente escala de notas los sistemas utilizados:

Sistema SCADA anterior

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

Sistema SCADA nuevo

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

E) ¿Cuál es su nivel de conformidad con los sistemas utilizados?

Sistema SCADA anterior

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

Sistema SCADA nuevo

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

F) ¿Qué tan útil considera la base de datos de fallas y alarmas, implementado en el nuevo sistema SCADA?

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

G) ¿Qué oportunidades de mejora, críticas constructivas y sugerencias haría para mejorar el nuevo sistema SCADA?

- mejorar tamaño de figuras

- falta figura de reserva

Anexo G. Introducción SCADA nuevo

CMPC Maderas S.A.

Introducción

nueva aplicación SCADA

Planta Plywood



Cristian Alejandro Vásquez Catalán
Estudiante de Ingeniería Civil Electrónica
Departamento de Ingeniería Eléctrica
Facultad de Ingeniería
Universidad de Concepción

G.1. Inicio estación de trabajo y aplicación SCADA

En caso de reinicio o tener que iniciar la estación de trabajo, esperar a que cargue Windows 8.1, e ingresar con el siguiente usuario y contraseña al sistema operativo:

Tabla G.1 Usuario y contraseña sistema operativo Windows 8.1.

Usuario	Contraseña
Pasante-Cmpc	cmpc2017

Luego de que inicia Windows y se carga el escritorio, la aplicación SCADA está configurado para partir automáticamente, sin embargo, si esto no ocurre al cabo de 2 minutos, seguir las siguientes instrucciones para el inicio del sistema:



Figura G.1 Ícono SIMATIC WinCC Explorer.

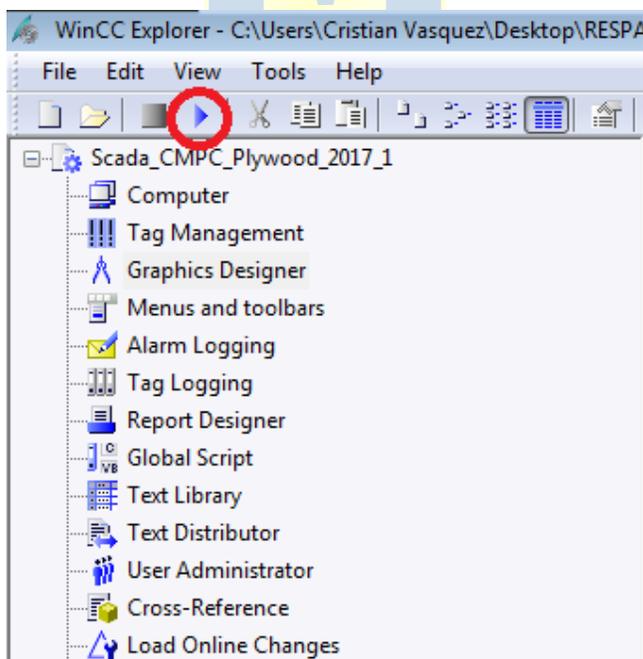


Figura G.2 SIMATIC WinCC Explorer.

1. Ubicar en escritorio el ícono que aparece en la figura G.1 y hacer doble *click* en él.
2. Una vez se abra el software WinCC, hacer *click* sobre el botón de *play* encerrado en un círculo rojo en la figura G.2.
3. Esperar a que la aplicación SCADA cargue y se inicie.

Una vez iniciado la aplicación SCADA, para ingresar a él, se habilitó el siguiente usuario y contraseña.

Tabla G.2 Usuario y contraseña aplicación SCADA.

Usuario	Contraseña
Administrador	000000 (seis ceros)

Nota: La aplicación SCADA y la estación de trabajo nuevas, tienen *scripts* configurados para optimizar la partida al máximo, por lo que se recomienda no forzar el sistema para hacerlo partir de forma manual, y esperar a que parta automáticamente.



G.2. Descripción general del sistema

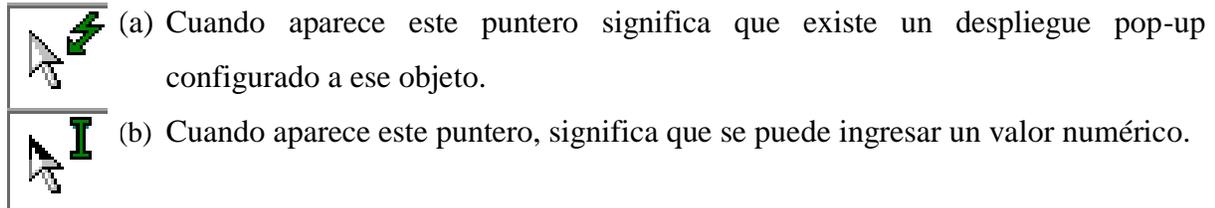


Figura G.3 Opciones mouse.

Dentro de las pantallas HMI configuradas en la aplicación SCADA nuevo, cualquier objeto que tenga alguna función, el puntero del *mouse* aparecerá como se muestra en la figura G.3.

Inicio	Vapor y Condensado	Macerado	Otras Áreas	Alarmas
Principal	Parámetros	Tendencias	Resumen Estados	Enclavamientos

Figura G.4. Menú global configurado en aplicación SCADA.

Para acceder a las distintas áreas de la aplicación SCADA, sólo es necesario hacer *click* sobre el botón correspondiente tal como aparece en la figura G.4. Cada área se compone por un sub-menú el cual sirve para acceder a: Parámetros, Tendencias, etc. Cuando un área está seleccionada, el botón queda enclavado y cambia su color de fondo, desde gris a blanco.



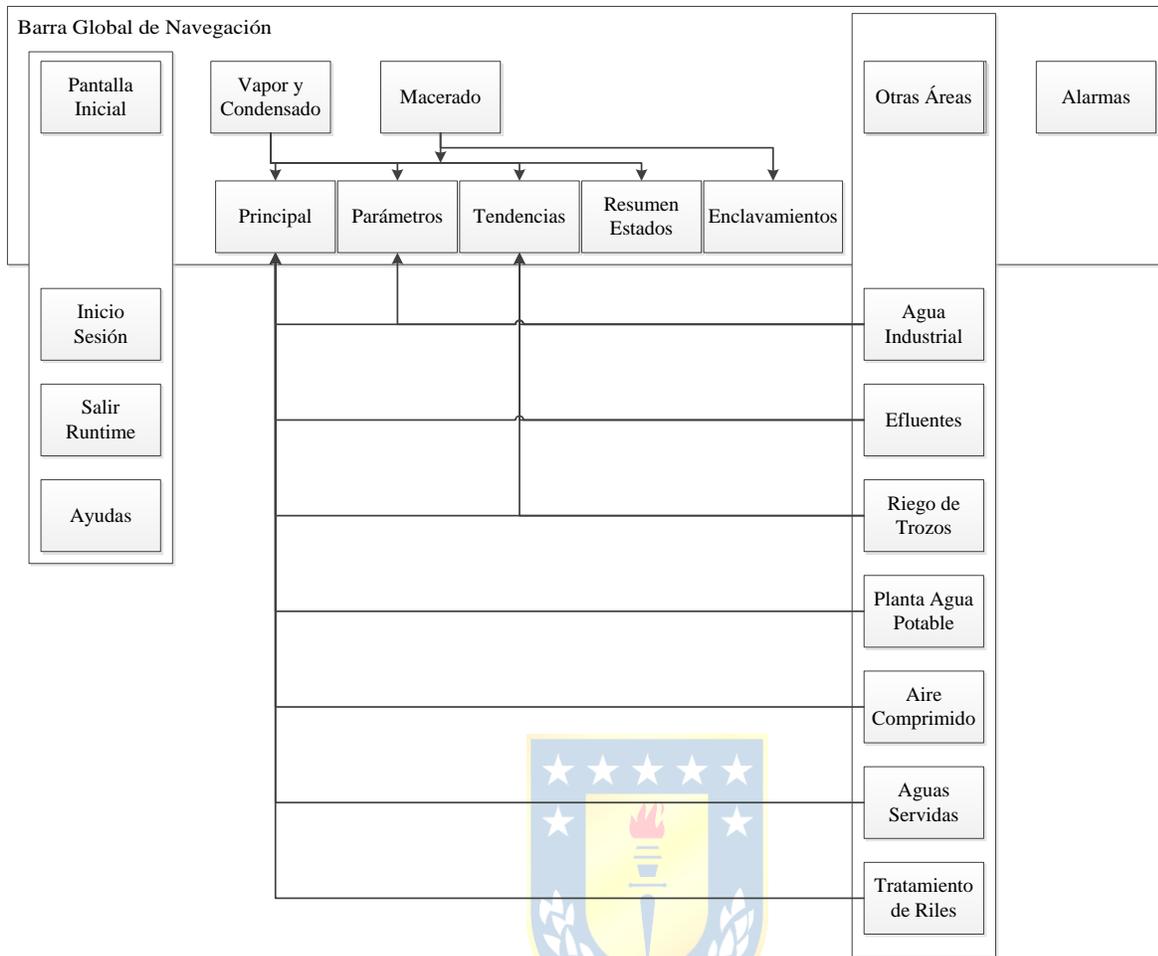


Figura G.5 Diagrama de navegación nueva aplicación SCADA.

En la figura G.5 se puede ver las pantallas configuradas en la nueva aplicación SCADA y además la lógica de navegación en la aplicación SCADA.

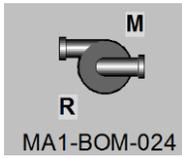
04/10/2017 14:33:28		Númer	Fecha	Hora	Texto de aviso	Duración	Estado	Estado de acuse	Lugar de avería
PC:	PASANTE-CMPC	1	04/10/17	14:33:21	PIT 2152 Falla Señal	00:00:02	🟢		Vapor y Condensado
USUARIO:	Administrador	2	04/10/17	14:30:21	CIT 3228 B Falla Señal	00:00:03	🟡		Macerado
		3	04/10/17	14:23:54	LIT 2149 Alarma Muy Bajo	00:06:15	🔴		Vapor y Condensado

Figura G.6 Barra información global configurada en aplicación SCADA.

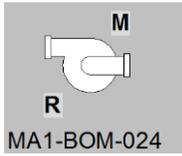
En la figura G.6 se puede ver la barra de información global configurada en la nueva aplicación SCADA, en esta se puede obtener información acerca del usuario conectado, el nombre de la estación de trabajo, hora y fecha. Además se pueden ver y acusar recibo de alarmas y fallas, las que aparecen en color rojo y amarillo respectivamente.

G.2.1 Codificación de colores.

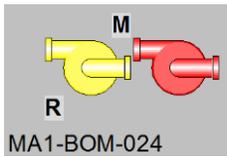
Bombas:



(a) Bomba detenida. En modos manual (M) y remoto (R)



(b) Bomba funcionando. En modos manual (M) y remoto (R)



(c) Bomba en falla. En modos manual (M) y remoto (R)

Figura G.7 Código de colores bombas.

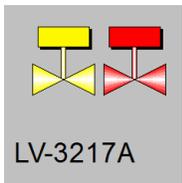
Válvulas solenoides:



(a) Válvula solenoide cerrada.



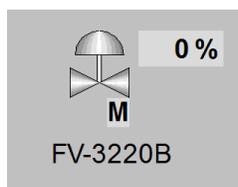
(b) Válvula solenoide abierta.



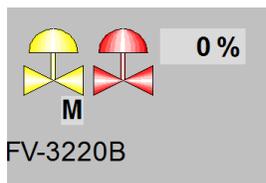
(c) Válvula solenoide en falla.

Figura G.8 Código de colores válvulas solenoides.

Válvulas proporcionales:



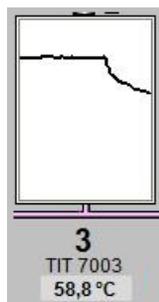
(a) Válvula proporcional, 0% de apertura. En modo manual (M)



(b) Válvula proporcional en falla, 0% de apertura. En modo manual (M)

Figura G.9 Código de colores válvulas proporcionales.

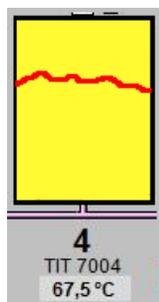
Cámaras de macerado:



(a) Compuerta de macerado abierta con tendencia de temperatura (2 horas).



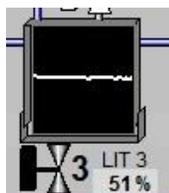
(b) Compuerta de macerado cerrada con tendencia de temperatura (2 horas).



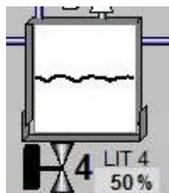
(c) Compuerta de macerado en falla con tendencia de temperatura (2 horas).

Figura G.10 Código de colores cámaras de macerado.

Tinas de macerado:



(a) Tina de macerado fuera de servicio y tendencia de nivel.



(b) Tina de macerado en servicio y tendencia de nivel.

Figura G.11 Código de colores tinas de macerado.

Alarmas:



(a) Alarma Alto Alto o Bajo Bajo activa. Se registra en histórico de alarmas.



(b) Alarma Alto o Bajo activa. No se registra en histórico de alarmas.

Figura G.12 Código de colores alarmas de medidas.



G.3. Operación aplicación SCADA

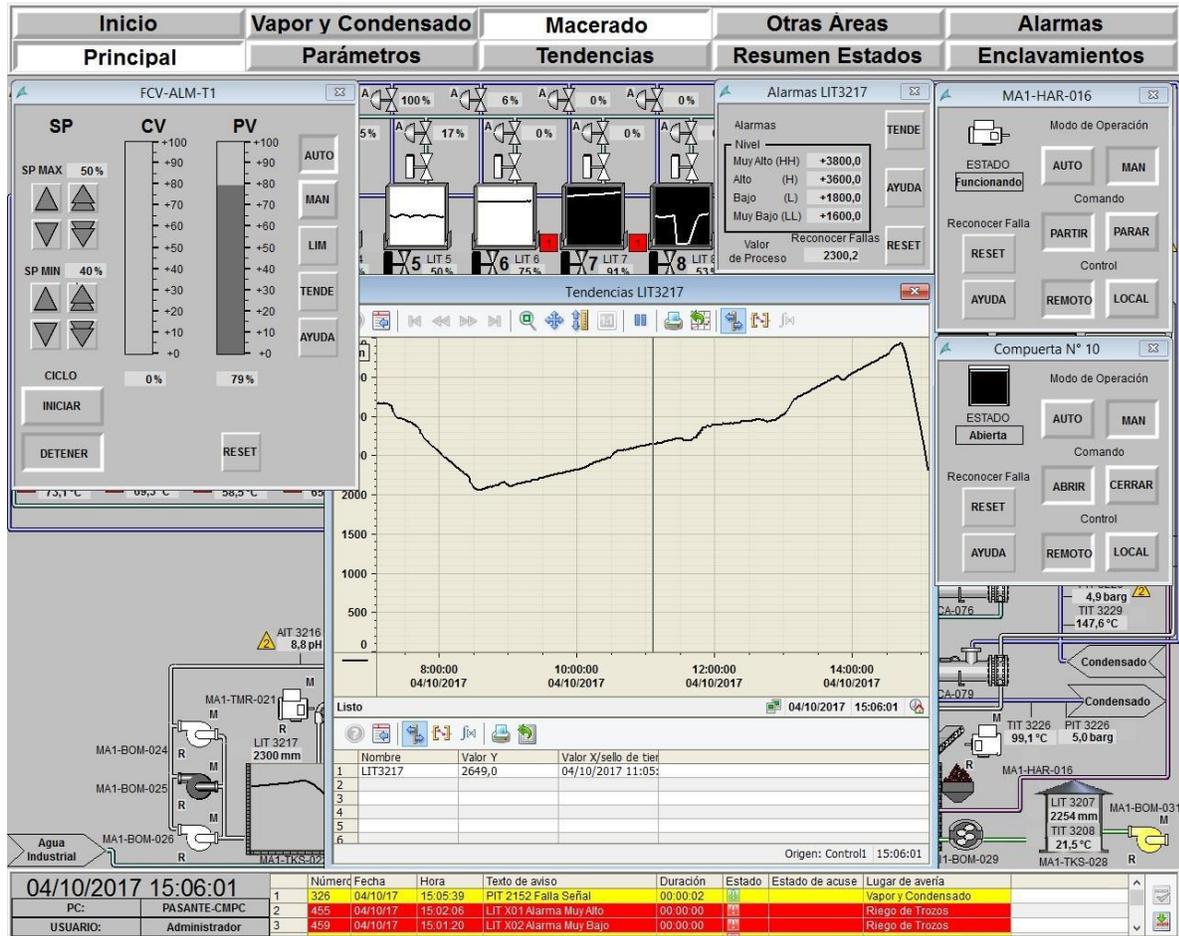


Figura G.13 Pop-up controlador válvula, bombas, motores, alarmas.

Los pop-up de controladores son desplegados al hacer *click* sobre la válvula o bomba correspondiente.

Controlador de bombas/motores/válvulas solenoides/compuertas:

AUT: Bomba/motor/válvula solenoide/compuerta cambia a modo automático.

MAN: Bomba/motor/válvula solenoide/compuerta cambia a modo manual.

PARTIR/ABRIR: Bomba/motor/válvula solenoide/compuerta parte/abre en modo manual.

PARAR/CERRAR: Bomba/motor/válvula solenoide/compuerta para/cierra en modo manual.

REMOTO: Bomba/motor/válvula solenoide/compuerta cambia a modo remoto.

LOCAL: Bomba/motor/válvula solenoide/compuerta cambia a modo local.

RESET: Bomba/motor/válvula solenoide/compuerta reconocer fallas.

Controlador de válvulas proporcionales:

AUT: Cambia a modo automático.

MAN: Cambia a modo manual.

SP: *Set Point* del controlador en modo automático.

CV: *Control Value* valor del actuador, % de apertura de válvula.

PV: *Process Value* valor del proceso, ej: milímetros de nivel de estanque.

