

**MIGRACIÓN DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DE LA
RED DE PRODUCCIÓN DE PLANTA SUR EN ABOCOL S.A.**

**MARÍA TERESA MAZA FIGUEROA
WILLIAM JOSÉ RUIZ BARBOZA**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTA DE INGENIERÍAS
CARTAGENA DE INDIAS
2014**

**MIGRACIÓN DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DE LA
RED DE PRODUCCIÓN DE PLANTA SUR EN ABOCOL S.A.**

**MARÍA TERESA MAZA FIGUEROA
WILLIAM JOSÉ RUIZ BARBOZA**

**ESPECIALIZACIÓN EN AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE PROCESOS
INDUSTRIALES**

**DIRECTOR:
PhD. JOSE LUIS VILLA RAMIREZ**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTA DE INGENIERÍAS
CARTAGENA DE INDIAS
2014**

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Cartagena de Indias ___/___/_____

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	1
LISTA DE FIGURAS	2
GLOSARIO	4
RESUMEN DEL PROYECTO	5
INTRODUCCIÓN	7
OBJETIVOS.....	9
ALCANCE.....	10
1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	11
2. DEFINICION DE LA MIGRACIÓN	14
2.1. ARQUITECTURA ACTUAL DE LA RED DE PLANTA SUR	14
2.2. ARQUITECTURA PROPUESTA	16
2.3. ESTRUCTURA DEL SISTEMA SUPERVISORIO	18
2.3.1. Instalación de Componentes	20
2.3.2. Definición de Servidor HMI	21
2.3.3. Definición de Cliente	23
2.3.4. Definición de Redundancia	25
2.4. ESTÁNDAR DE SUPERVISIÓN	25
2.4.1. Servidor de Datos	26
2.4.2. Estructura Servidor HMI	27
3. DEFINICIÓN DEL AJUSTE DE PROGRAMAS DE LOS PLCs	54
4. ESTIMACIÓN DE COSTOS	63
5. BENEFICIOS	65
6. ANÁLISIS DE VIABILIDAD	66
7. CRONOGRAMA DEL PROYECTO	68
8. CONCLUSIONES	71
9. BIBLIOGRAFÍA	71

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Computadores Supervisión Planta Sur	17
Tabla 2. Acceso y Control Áreas de Planta Sur	18
Tabla 3. Códigos de Usuarios	19
Tabla 4. Usuarios de Área	20
Tabla 5. Código Colores Objetos Globales	45
Tabla 6. Alarmas PLC1	54-58
Tabla 7. Alarmas PLC2	59-62
Tabla 8. Costos asociados al control	63
Tabla 9. Costos asociados al sistema supervisión	64
Tabla 10. Estimación del costo total	64
Tabla 11. Costo día por parada de planta	66

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de bloques de proceso	11
Figura 2. Etapas proceso de producción NPK	12
Figura 3. Proceso NPK	13
Figura 4. Arquitectura actual red Planta Sur	14
Figura 5. Actual PLC-1	15
Figura 6. Actual PLC-2	15
Figura 7. Arquitectura propuesta	16
Figura 8. Servidores HMI Planta Sur	22
Figura 9. Selección Lectura HMISERVER por parte del Cliente	24
Figura 10. Ruta servidor de datos NICA	26
Figura 11. Pantalla de Parámetros Bombas	34
Figura 12. Pantalla de Parámetros Bombas VFD	35
Figura 13. Pantalla de Parámetros Válvula Solenoide	36
Figura 14. Pantalla de Parámetros Transmisores	37
Figura 15. Pantalla de Parámetros Transmisores de Corriente	38
Figura 16. Pantalla de Parámetros PID	39
Figura 17. Pantalla de Parámetros PID Sintonía	40

Figura 18. Pantalla de Parámetros Totalizador	41
Figura 19. Pantalla de Parámetros Operación	41
Figura 20. Pantalla de Parámetros Ventilador.....	42
Figura 21. Pantalla de Parámetros Zaranda.....	43
Figura 22. Librería de Objetos Globales.....	44
Figura 23. Plantilla de Carga Parámetros de Objetos	46
Figura 24. Expresiones Objeto Global.....	47
Figura 25. Barra de Navegación	48
Figura 26. Pantalla Inicio PLANTA SUR	48
Figura 27. Navegación entre pantallas.....	49
Figura 28. Entorno Expresiones Tags Derivados	50
Figura 29. Lista Chequeo Tags Derivados Equipos	52
Figura 30. Definición de Tendencias.....	53
Figura 31. Limitaciones en Planta Sur año 2013.....	67
Figura 32. Cronograma del Proyecto	69

GLOSARIO

FSP: Factory Talk Services Plataform.

FTV: Software de Rockwell Factory Talk View por sus siglas en Inglés.

HMI: Human Machine Interface

IIS: Internet Information Server.

NETWORK: Para este caso es un tipo de aplicación del Factory Talk View, Aplicación distribuida de un sistema en red.

NICA: Área de producción de Nitrato de Calcio.

NPK: Área de producción de Nitrato-Fósforo-Potasio

OBJETO GLOBAL: Objeto representativo de un equipo que permite tener una indicación e interacción y liga directamente a un objeto base.

PLANTA SUR: Planta de producción de materias primas y abonos de ABOCOL S.A.

PLANTA_SUR: Aplicación Supervisión.

SE: Supervisory Edition, por sus siglas en Ingles y es el tipo de FTV.

SERVIDOR HMI: Servidor creado en FTV donde se almacena todo lo relacionado al área como pantallas, Tags, tendencias, macros y demás.

SI: Área de producción Servicios Industriales.

SWITCHOVER: Cambio de servidor Secundario hacia Primario ante normalización de falla.

TREND TEMPLATE: Plantilla de Carga de Plumas para Graficar Tendencias.

UNA I: Área de producción Unidad de Nitrato de Amonio I.

UNA II: Área de producción Unidad de Nitrato de Amonio II.

RESUMEN DEL PROYECTO

El sistema de supervisión de los procesos de producción de planta sur de ABOCOL S.A, se encuentra inicialmente bajo la plataforma de Wonderware versión 9.5 de Intouch, sin embargo, se han presentado una serie de falencias que sumadas a la falta de soporte técnico hacen que el sistema tenga un comportamiento poco confiable y limitado, es por esta razón que se ve la necesidad de realizar un cambio de plataforma del sistema, que permita una mayor confiabilidad en el funcionamiento y mayores posibilidades de mejora a futuro.

Se evalúan las diferentes opciones en el mercado teniendo en cuenta el aspecto técnico, funcional, de soporte y la mejor relación costo beneficio; para la implementación del sistema. En este orden de ideas se encuentra en la plataforma Rockwell Automation la mejor alternativa que presenta grandes ventajas a nivel de programación y sobre todo de soporte técnico que la convierten en la opción elegida para implementar el sistema que se encuentra actualmente en funcionamiento.

Se toma entonces la decisión de llevar a cabo una migración de plataforma Wonderware versión 9.5 de Intouch a Rockwell Automation Factory Talk View 5, con lo que se garantiza tener una mayor confiabilidad del sistema sin afectar de manera significativa la operación del mismo. Por esta razón la migración se realiza de manera transparente para el operario del sistema, es decir, la aplicación se migra de manera muy similar conservando características físicas como diseño de pantallas y dispositivos gráficos, con el fin de no generar un cambio significativo en la operación del sistema.

La migración ofrece mayores ventajas en cuanto a funcionalidad, rendimiento y soporte técnico para adiciones futuras al sistema. Ya que bajo la plataforma de Rockwell Automation se implementa la metodología de Servidores HMI Redundantes que permiten la seguridad de tener un sistema de respaldo, en caso de que falle el servidor principal entra automáticamente en funcionamiento el servidor secundario.

Considerando que todas las áreas de la Red de Planta Sur quedan operando bajo la misma plataforma, se ve la necesidad de implementar un Servidor de Dominio que permite una mejor administración e interacción de todas las áreas que operan independientemente y que bajo esta metodología se integran incrementando funcionalidad y comunicación.

INTRODUCCIÓN

ABOCOL, Abonos Colombianos S.A., es una compañía industrial colombiana con 50 años de trayectoria en el mercado nacional. Su misión es la producción y comercialización, en Colombia y el exterior, de planes Integrales de Nutrición Vegetal, con productos propios y de terceros, para que los agricultores aumenten la productividad. Así mismo, produce materias primas intermedias con base en la síntesis del nitrógeno.

Sus procesos productivos generan: Fertilizantes complejos NPK, Nitrato de Calcio, Fertilizantes líquidos, Fertilizantes simples, Fertilizantes foliares y Mezclas físicas, también productos industriales como Amoníaco, Ácido Nítrico y Nitrato de Amonio. Cuenta con importante reconocimiento de marca, respaldado por una imagen innovadora y la prestación de servicios de asesoría técnica personalizada a los agricultores. Tiene una sólida y amplia fuerza de ventas con presencia en todo el país. La mejor forma de asegurar la permanencia de ABOCOL, como empresa en el largo plazo, el posicionamiento de sus marcas y la rentabilidad para sus accionistas, es manteniendo una cultura de calidad, servicio y medición; por lo cual es de vital importancia para la empresa actualizar permanentemente su tecnología de producción, logística y de los sistemas de información.

Con respecto a esto último, se ha elaborado un plan para actualizar los sistemas de control automático que se disponen actualmente en la planta de fertilizantes NPK en Abocol Planta Sur. En este documento, se detallará todo lo concerniente al desarrollo y funcionalidad del sistema de supervisión y control diseñado para la migración de la plataforma de Wonderware a Rockwell Automation, definida para las áreas de NICA I, NPK, UNA I, UNA II y SI. Adicionalmente se realizará un cambio de los procesadores de los PLCs 1 y 2 que hacen parte de la arquitectura de control actual de Planta Sur.

Incialmente, se verifican las condiciones de operación de cada uno de los equipos existentes, como PLCs, y el sistema de supervisión de la planta NPK; se identifican las variables de los procesos de esta área; se describe el diseño de los diagramas de

conexiones eléctricas, para determinar la distribución de la información proveniente de los instrumentos de medición hacia el PLC, se describe la programación de los nuevos PLCs, que incluyó el monitoreo de las variables de proceso, lazos de control, enlaces PLC – HMI y PLC- ETHERNET y finalmente se describen los resultados de las pruebas generales de funcionalidad del sistema implementado.

La implementación de los nuevos PLCs y sistema de monitoreo de la planta NPK en ABOCOL planta sur, generará mejoras a nivel de proceso, medio ambiente y en los aspectos económico y humano; disminuyendo la probabilidad de aparición de fallas en el sistema, definiendo en qué momentos pueda presentarse un fallo por cambios significativos en las variables, suministrando mayor información, mejorando notablemente la capacidad de reacción del operador, permitiéndole actuar rápidamente en el momento de alguna eventualidad.

Teniendo en cuenta la propiedad de redundancia del nuevo sistema, debido a la configuración de los servidores primario y secundario, se puede visualizar cualquier tipo de evento, lo que garantiza la intervención rápida del operador ante cualquier emergencia o anomalía en los procesos de la planta.

Con esta implementación, ABOCOL Planta Sur estaría mejorando su infraestructura industrial, desarrollando mecanismos actualizados que generen mayor seguridad en la toma de datos de los instrumentos y equipos de las áreas críticas de la empresa, que registren esos datos en tiempo real, utilizando tecnología de fácil manejo y control. Además, este sistema de monitoreo HMI brinda a la empresa mecanismos de soporte contra paradas o interrupción de la producción por control inadecuado de variables, que conlleva directamente a pérdidas económicas, bien sea por productos fuera de especificaciones, dosificados con materia prima en malas condiciones o por inactividad total o parcial de la planta.

OBJETIVOS

- Realizar la migración de los procesadores de los PLCs 1 y 2 (Estos PLCs manejan todos los procesos de la planta de NPK).
- Tener disponibilidad para la conexión de nuevas señales provenientes de proyectos menores y modificaciones de la planta.
- Cambiar la plataforma de supervisión Wonderware versión 9.5 de Intouch por Rockwell Automation Factory Talk View 5.
- Instalar servidores HMI redundantes en el sistema de supervisión, para lograr alta disponibilidad.
- Reducir tiempos de Ingeniería tanto para la adición de nuevos proyectos como para el mantenimiento de la aplicación.
- Evitar problemas de congestión de la red de supervisión con la entrada de nuevas estaciones de monitoreo y PLCs.
- Evitar paradas de planta al instalar nuevo cableado relacionado con proyectos menores y modificaciones de la planta.

ALCANCE

Dentro del alcance definido para el proyecto se contemplan una serie de tareas específicas que conciernen a la implementación de la nueva plataforma, sin impactar el proceso de operación de la planta en las áreas NICA I, NPK, SI, UNA_I y UNA_II:

- Montaje y adecuación de tableros que contienen los nuevos PLCs 1 y 2 marca Allen Bradley, modelo Controllogix.
- Instalación de cableados eléctricos y de comunicación de los nuevos PLCs 1 y 2.
- Instalación de tuberías y accesorios.
- Diseño de pantallas del sistema de supervisión conservando en su mayoría las características de diseño y operación que se tienen actualmente.
- Implementación de este sistema bajo la metodología de Servidores HMI Redundantes, para esto se deben llevar a cabo pruebas tipo FAT contra el sistema anterior a la migración con el fin de garantizar que se conserva la funcionalidad y operación del sistema. considerando las posibles mejoras según las ventajas que se pueden tener con el nuevo sistema
- Se debe conservar en cuanto sea posible la librería de objetos utilizada en la aplicación de NICA, con el fin de mantener una uniformidad en todas las áreas.
- Definición de la arquitectura final correspondiente a la Red de Planta Sur, donde se contempla la cantidad, características de equipos y software requerido.
- Implementación de esta arquitectura bajo el sistema de Servidor de Dominio para toda la Red de Planta Sur.
- Instalación de nuevos switches Ethernet y Fibra Óptica.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

1.1 Proceso de Producción Fertilizantes NPK

Los fertilizantes complejos NPK, son nutrientes necesarios para garantizar las funciones primarias de las plantas, estos son: Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Se obtienen a partir de una reacción química de elementos mayores y menores, cuyo producto final garantiza en cada gránulo la cantidad exacta ofrecida en su composición.

El Nitrógeno es aportado por diferentes materias primas como el amoniaco NH_3 , el ácido nítrico HNO_3 y el nitrato de amonio NH_4NO_3 , como se observa en el diagrama de flujo (Figura 1). El Fósforo es aportado por el fosfato Monoamónico (MAP), la roca fosfórica, entre otros. El último componente, Potasio, es aportado por el Cloruro de Potasio KCl en su gran mayoría. El proceso consta de dos tipos de reactores, uno de Acidulación, y uno de Amoniación.

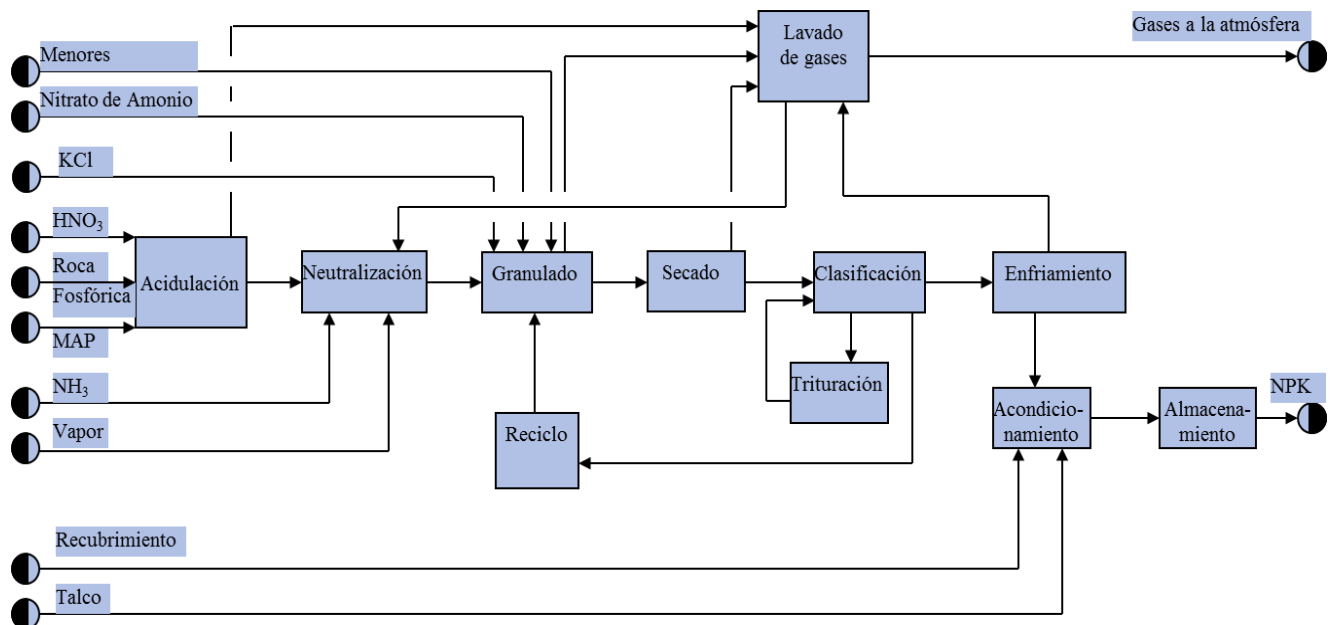


Figura 1. Diagrama de bloques de proceso

La planta está diseñada para una producción nominal de aproximadamente entre 35 t/h y 40 t/h. Las producciones esperadas y garantizadas para los diferentes grados de NPK que se fabrican.

Los productos fabricados cumplen con las siguientes especificaciones:

Granulometría: Entre 1.5 mm - 3.5 mm: 90% min.

Humedad: 1 % máx.

Las materias primas del proceso, se clasifican en: sólidas (Roca fosfórica, Fosfato monoamónico -MAP, Sulfato Amónico (Sa), Cloruro Potásico, Sulfato Potásico, Oxido de Magnesio, Óxido de Zinc, Material Inerte -arcilla-), líquidas (Amoníaco, Ácido Nítrico, Nitrato Amónico), y servicios (Vapor, agua de enfriamiento, aire industrial, electricidad).

En la Figura 2 se presenta un diagrama con todas las etapas que integran el proceso de producción de fertilizantes NPK.

A. GRANULACIÓN

En un tambor de granulación se mezclan las materias primas sólidas con fuentes de elementos menores, materias primas líquidas (nitrato de amonio) y una pasta de nitro fosfatos. Por efecto del contacto por rotación se conforman gránulos de fertilizante complejo NPK: todos los elementos de la composición están contenidos en un solo gránulo.



Figura 2. Etapas proceso de producción NPK (Fuente:www.abocol.com)

B. SECADO

En un tambor rotatorio, los gránulos entran en contacto directo con aire caliente, operación que disminuye la humedad libre >1%.

C. CLASIFICACIÓN

Selección por granulometría permitiendo solamente el paso de los gránulos entre 1 y 4 mm.



D. ENFRIAMIENTO

En un tambor rotatorio, los gránulos entran en contacto directo con aire frío, operación que disminuye la temperatura a 50°C.



E. RECUBRIMIENTO

En un tambor rotatorio, los gránulos se recubren con agentes antiapelmazantes sólidos y líquidos para evitar la compactación durante el almacenamiento.



F. ALMACENAMIENTO

Todo el fertilizante complejo NPK producido es almacenado para su posterior empaque en sacos de polipropileno de 50kg.

Finalmente, el producto es almacenado en pilas de hasta 3000 TM y posteriormente es empacado en sacos de 50 y 45 Kg. Una descripción completa del proceso se muestra en la Figura 3.

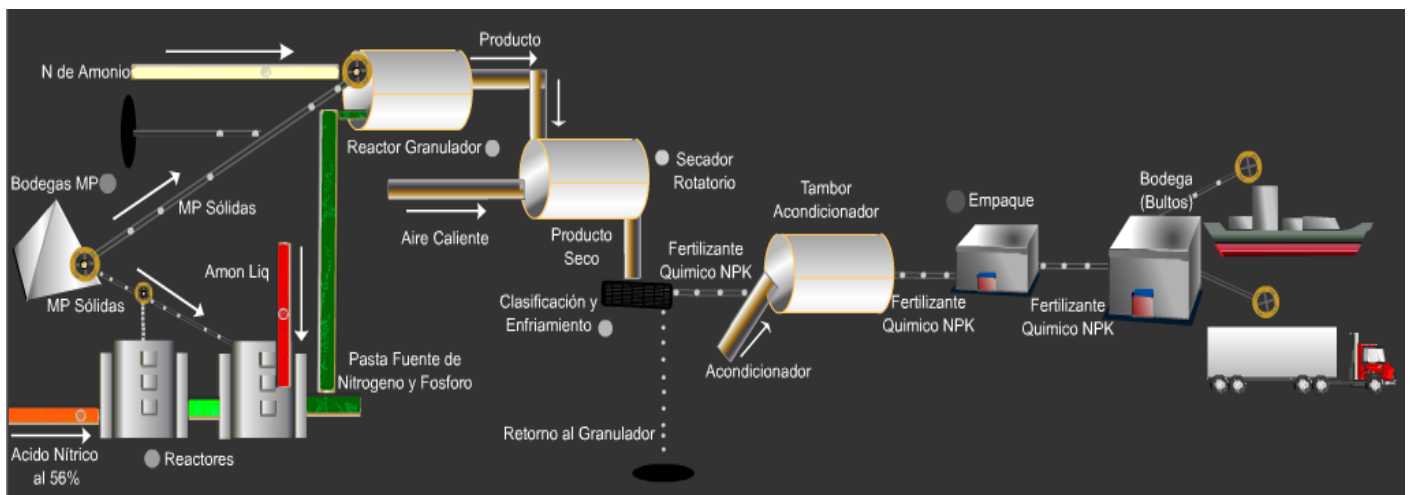


Figura 3. Proceso NPK (Fuente:www.abocol.com)

2. DEFINICION DE LA MIGRACION

La migración desarrollada en este proyecto se plantea con el fin de hacer un cambio en la plataforma software, sin que por ello se vea afectado el funcionamiento actual del sistema. Al mismo tiempo que se disfruta de las ventajas de la nueva plataforma y que se garantiza la misma funcionalidad y operación del sistema, teniendo en cuenta hasta el más mínimo detalle para que todo quede programado, verificado, simulado y puesto en funcionamiento.

2.1. ARQUITECTURA ACTUAL DE LA RED DE PLANTA SUR

En la Figura 4 se esquematiza la arquitectura actual de las áreas de producción de Planta Sur.

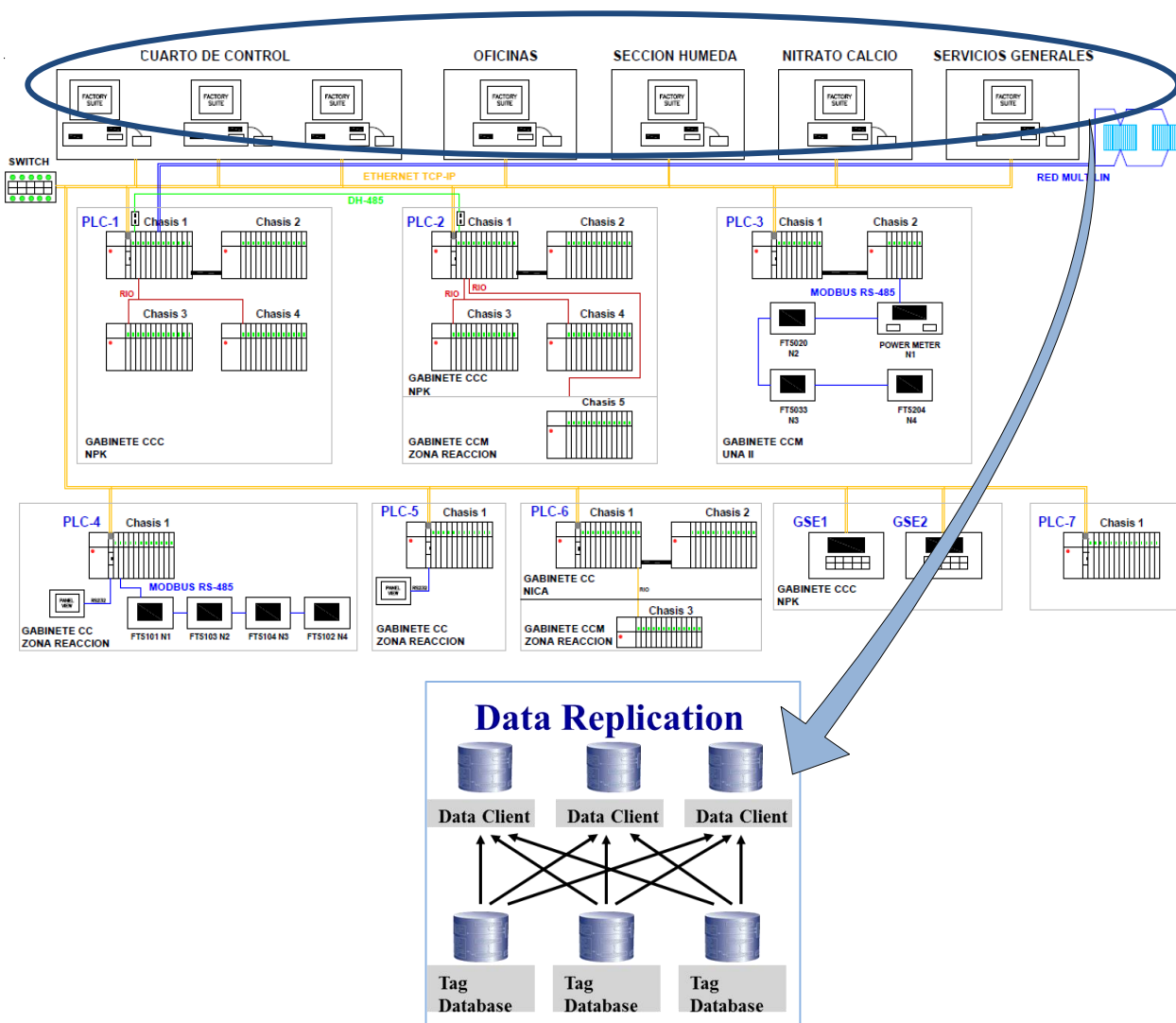


Figura 4. Arquitectura actual red Planta Sur

2.1.1. Estado del PLC-1 y PLC-2

En las Figuras 5 y 6 se muestra el estado de los PLC 1 y 2 SLC-500 instalados en 1999, que controlan todos los procesos de la planta NPK. Debido a su obsolencia y alta densidad de cableado, se propone migrar a Controllogix.

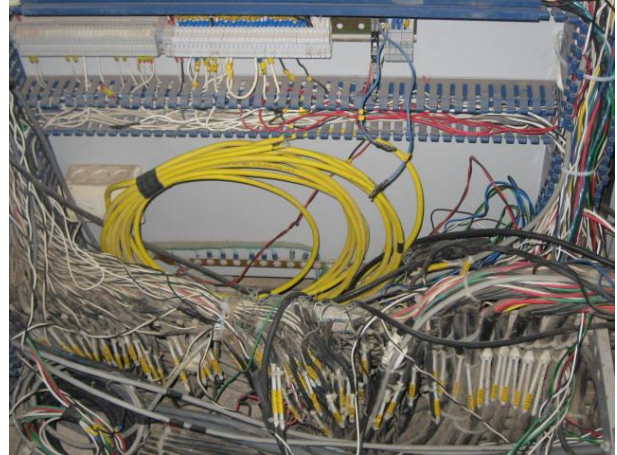


Figura 5. Actual PLC-1

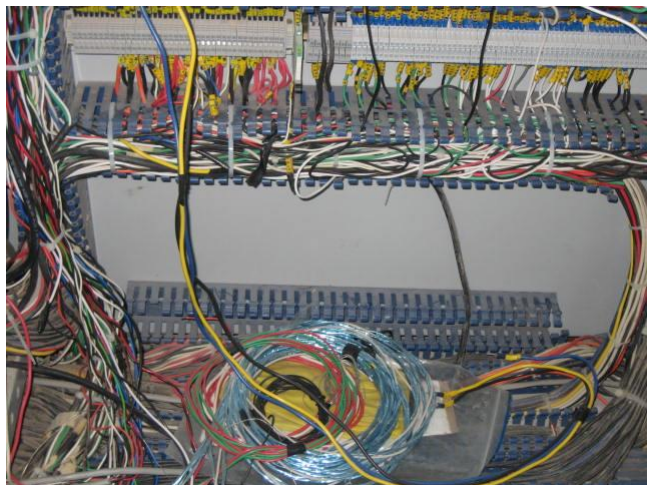
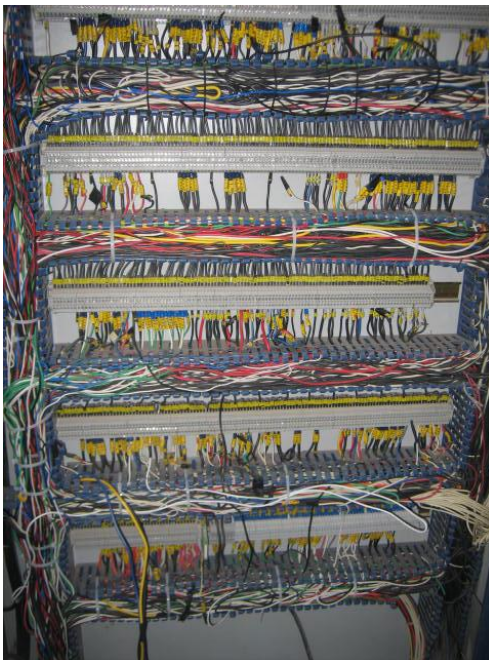


Figura 6. Actual PLC-2

2.2. ARQUITECTURA PROPUESTA

A continuación se presenta el diagrama de la arquitectura y del concepto de desarrollo del sistema de supervisión y control implementado en la Red de Planta Sur.

En esta arquitectura se tienen en cuenta también los Computadores pertenecientes a los clientes de NICA II, que son los equipos de Operación 7 y 8, estos no hacen parte del proceso de migración, sin embargo en el servidor de NICA se encuentra el servidor HMI que contiene parte de la aplicación de la planta referente a todos los procesos de NICA I y NICA II.

Para fines de integración del sistema de supervisión como uno solo, se encontrará en el documento diferentes reseñas de estos equipos, de manera general donde resulte necesario para una mayor comprensión del sistema.

En la Figura 7 se esquematiza la arquitectura propuesta en esta migración.

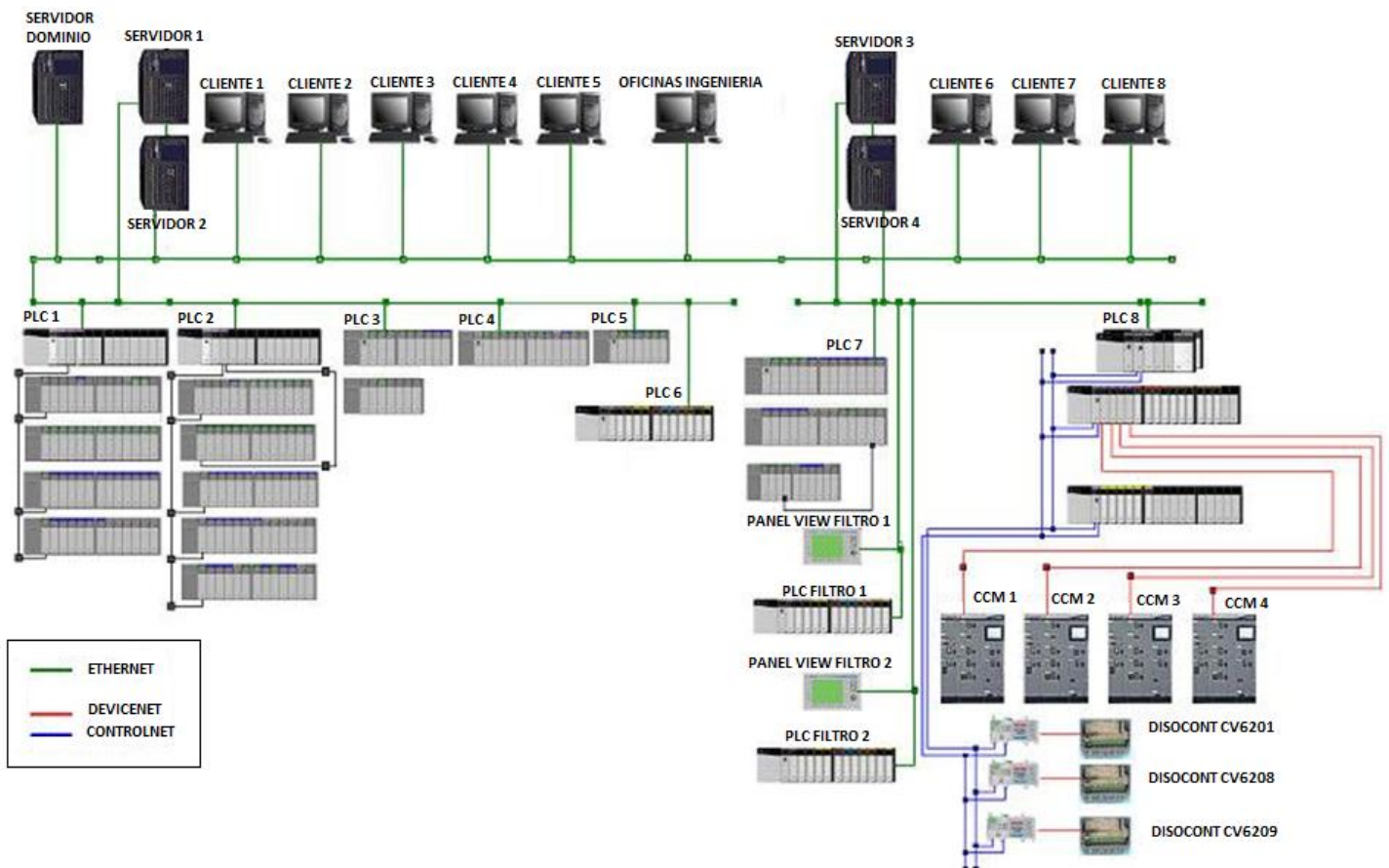


Figura 7. Arquitectura propuesta

Según el esquema presentado en la figura 7, el sistema se encuentra constituido por la distribución de equipos que se resume en la Tabla 1, teniendo en cuenta el área y funcionalidad de los mismos.

AREA	EQUIPO	SISTEMA OPERATIVO	NOTAS
NPK	SERVIDOR 1	WINDOWS 2003 SERVER R2 STANDARD EDITION SP2	SERVIDOR -HMI NPK (LOCAL HOST)
	SERVIDOR 2	WINDOWS 2003 SERVER R2 STANDARD EDITION SP3	REDUNDANCIA HMISERVER NPK
NICA	SERVIDOR 3	WINDOWS 2003 SERVER R2 STANDARD EDITION SP4	SERVIDOR -HMI NICA
	SERVIDOR 4	WINDOWS 2003 SERVER R2 STANDARD EDITION SP5	REDUNDANCIA HMISERVER NICA
NPK	SERVIDOR DOMINIO	WINDOWS 2003 SERVER R2 STANDARD EDITION SP2	CONTROLADOR DE DOMINIO
NPK	OPERACIÓN 1	WINDOWS XP PROFESIONAL SP2	
	OPERACIÓN 2	WINDOWS XP PROFESIONAL SP2	
	OPERACIÓN 3	WINDOWS XP PROFESIONAL SP2	
RXN	OPERACIÓN 4	WINDOWS XP PROFESIONAL SP2	
SI	OPERACIÓN 5	WINDOWS XP PROFESIONAL SP2	
NICA I	OPERACIÓN 6	WINDOWS XP PROFESIONAL SP2	
NICA II	OPERACIÓN 7	WINDOWS XP PROFESIONAL SP2	NO HACEN PARTE DE MIGRACION SE MENCIONAN PARA FINES INFORMATIVOS
	OPERACIÓN 8	WINDOWS XP PROFESIONAL SP2	
OFI	VISOR	WINDOWS XP PROFESIONAL SP2	COMPUTADOR OFICINAS INGENIERIA

Tabla 1. Computadores supervisión Planta Sur

Adicional a estos equipos se encuentran instalados tres (3) Switches Stratix 8000, los cuales tienen la posibilidad de configuración del puerto (SmartPort) del tipo de tráfico o datos que circularán a través del punto de conexión, esto con el fin de optimizar el flujo de información.

2.3. ESTRUCTURA DEL SISTEMA SUPERVISORIO

El sistema de supervisión se programa bajo la plataforma Rockwell Automation Factory Talk View Supervisory Edition en su versión 5 CPR 9. La aplicación completa es llamada PLANTA_SUR y contiene dos aplicaciones NPK y NICA. Cada una de estas aplicaciones se alojan en un servidor HMI diferente, servidores 1 y 3 respectivamente.

La aplicación es de tipo Network, es decir, está configurada para trabajar en un entorno distribuido de la aplicación, permitiendo ser accedida desde diferentes clientes o computadores que se encuentren en la red. Sin embargo cada área tiene configurados permisos de acceso y control, con el fin de que cualquier cliente pueda tener acceso a cualquier área pero no todos los clientes tienen el permiso de operar dicha área.

El acceso y control de cada una de estas áreas se define por medio de los permisos establecidos para cada usuario de operación, como se puede apreciar en la Tabla 2.

AREA	CLIENTE	ACCESO	CONTROL
NPK y UNA_II	OPERACIÓN 1,2 y3	TODAS LAS AREAS	NPK, UNA_I, UNA_II y SI
UNA_I	OPERACIÓN 4	TODAS LAS AREAS	UNA_I
SI	OPERACIÓN 5	TODAS LAS AREAS	SI
NICA I	APERACION 6	TODAS LAS AREAS	NICA I
		USUARIOS DOMINIO	PC
		Servidor_1	Servidor 1 FTView
		Servidor_2	Servidor 2 FTView
		Servidor_3	Servidor 3 FTView
		Servidor_4	Servidor 4 FTView
		Operacion01	Operación 1
		Operacion02	Operación 2
		Operacion03	Operación 3
		Operacion04	Operación 4
		Operacion05	Operación 5
		Operacion06	Operación 6
		Operacion07	Operación 7
		Operacion08	Operación 8
		Operación09	Operación 9
		Administrator	Servidor Dominio

Tabla 2. Acceso y control áreas de Planta Sur

Para cada cliente existen diferentes tipos de usuario que le permiten tener acceso a propiedades de configuración del sistema, por esta razón se han establecido grupos de usuarios y a cada grupo se le ha asignado una serie de permisos de acuerdo con su grado de operación del sistema, los cuales se resumen en la Tabla 3.

Listado de Grupos	Códigos															
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Administrators	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
coordinadores_nica	x															
eléctricos	x															x
jefesturno_NPK	x									x	x	x	x			
tableristas_nicall	x															
tableristas_NPK	x									x	x	x	x			
tableristas_SI	x												x	x		
tableristas_UNAI	x								x		x					
visores	x															

Tabla 3. Códigos de Usuarios

Dentro de cada uno de los grupos anteriores se ubican los usuarios para cada área, tal como se ilustra en la Tabla 4.

Listado de Usuarios	Grupo
Usuario_01	jefesturno_NPK
Usuario_02	tableristas_NPK
Usuario_03	tableristas_NPK
Usuario_04	tableristas_NPK
Usuario_05	tableristas_NPK
Usuario_06	jefesturno_NPK
Usuario_07	tableristas_NPK
Usuario_08	tableristas_NPK
Usuario_09	electricos
Usuario_10	tableristas_UNAI
Usuario_11	jefesturno_NPK
Usuario_12	tableristas_NPK
Usuario_13	tableristas_UNAI
Usuario_14	tableristas_SI
Administrador_1	Administrators
Usuario_15	tableristas_NPK
Administrador_2	Administrators
Usuario_16	tableristas_UNAI
Usuario_17	tableristas_UNAI
Usuario_18	tableristas_NPK
Usuario_19	tableristas_SI

Administrador_3	Administrators
Usuario_20	tableristas_SI
Usuario_21	tableristas_SI
Usuario_22	jefesturno_NPK
Administrador_4	Administrators

Tabla 4. Usuarios de Área

2.3.1. Instalación de Componentes

Teniendo en cuenta la Tabla 1, se relaciona el software instalado en cada equipo:

Equipo Tipo Servidor

- ISS: Solo se instala en el servidor cuando se va a acceder al servidor a través de otros equipos que se conecten a este, para hacer cambios sobre pantallas o sobre la aplicación como tal.
- FSP: Para desarrollar y correr una aplicación de red que incluye un directorio de red de FactoryTalk, se debe instalar antes que cualquier componente de FTV.
- FTV: posee diferentes componentes que pueden ser instalados de manera puntual o general según programación de funcionalidad de los equipos. Para el caso del servidor se debe contar con los siguientes componentes :
 - o FTV Studio
 - o FTV SE Server
 - o FTV Administration Console
- Rslinx Enterprise: para la configuración de la comunicación entre el sistema supervisorio y los PLCs correspondientes.
- Factory Talk Activation Server: utilizado para la activación del licenciamiento tipo servidor.
- Factory Talk Activation tools: requerido para la configuración del sistema.

Equipo Tipo Cliente

- FSP: Para desarrollar y correr una aplicación de red que incluye un directorio de red de FactoryTalk, se debe instalar antes que cualquier componente de FTV.

- FTV: en este caso solo se utiliza los componentes tipo cliente.
- FTV SE Client
- Factory Talk Activation Server: utilizado para la activación del licenciamiento tipo servidor.
- Factory Talk Activation tools: requerido para la configuración del sistema.

2.3.2. Definición de Servidor HMI

El proceso de entrega de información que sirve al proceso de supervisión lo realizan los servidores HMI. Para este proyecto se dimensiona la arquitectura contemplando la adquisición de 4 servidores, los cuales se encargaran de contener cada uno de los servidores HMI creados en el FTV y su respectiva redundancia. Según las condiciones reales y relación entre áreas, se definieron 2 grupos de áreas de tal manera que un servidor HMI contiene la aplicación NPK, y el segundo la aplicación NICA, cada aplicación contiene sus áreas relacionadas así como se define a continuación:

SERVIDOR NPK

- NPK
- UNA I
- UNA II
- SI

SERVIDOR NICA

- NICA I
- NICA II

Para cada uno de estos servidores HMI se configura un equipo servidor de respaldo que realizaría tareas de redundancia bajo condiciones de falla del servidor primario; para el caso de NPK el servidor primario es el llamado SERVIDOR 1 y el secundario SERVIDOR 2, en NICA, el servidor primario es SERVIDOR 3 y secundario SERVIDOR 4. Figura 8.

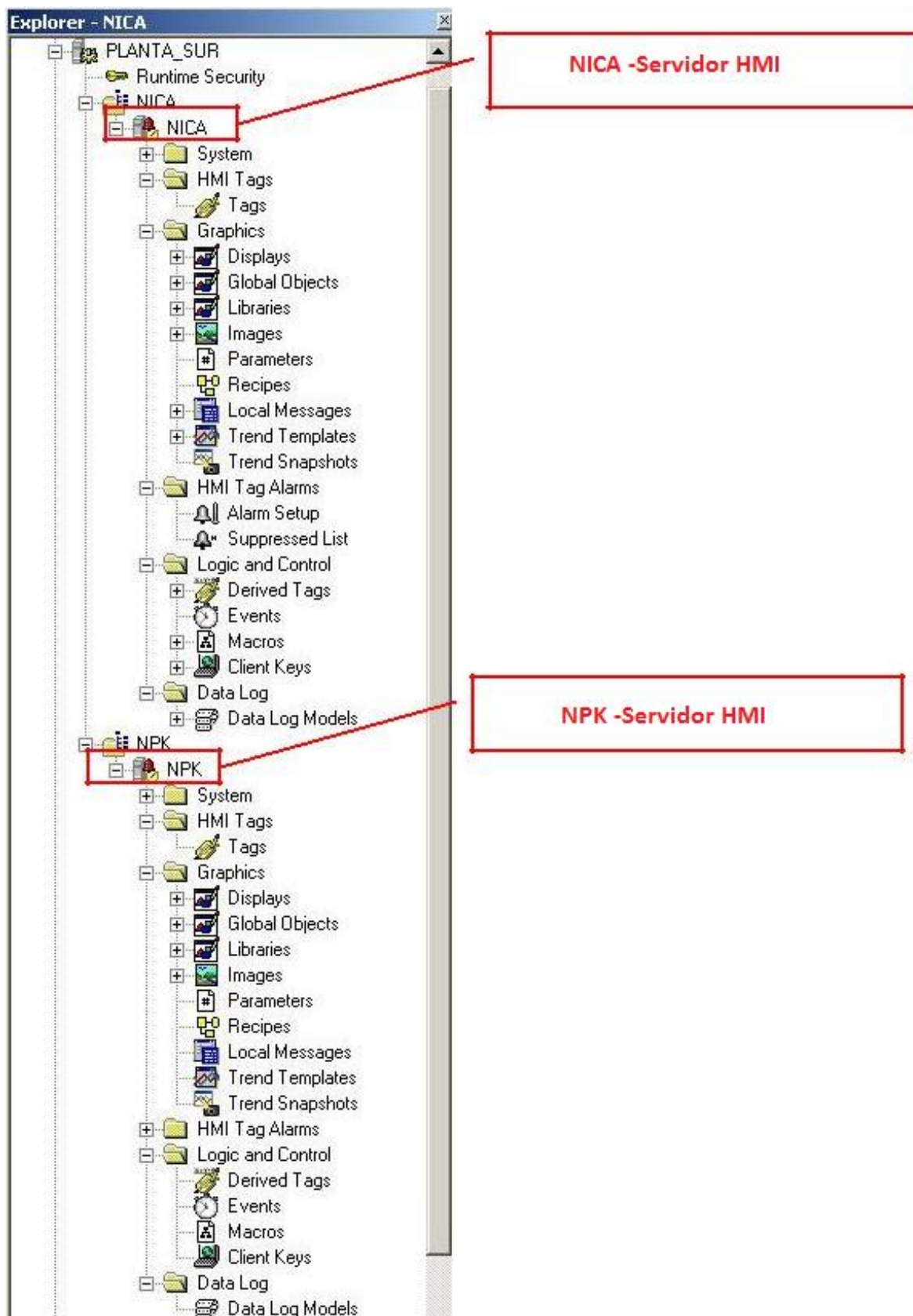


Figura 8. Servidores HMI Planta Sur

La aplicación es una sola llamada PLANTA_SUR que contiene los dos servidores HMI como se puede observar en la figura 8; sin embargo cada servidor HMI es independiente del otro, lo que hace la aplicación es agrupar los servidores de las áreas correspondientes en una sola, permitiendo hacer ediciones sobre estas de manera independiente.

EL directorio de trabajo (FactoryTalk Directory) reside en el servidor 1, que administra la aplicación de PLANTA SUR. La carpeta que contiene toda la información referente al servidor HMI reside en el servidor 1, para el caso de NPK. Sin embargo la Carpeta que contiene la información referente al servidor HMI de NICA reside en el servidor 3, esto con el fin de que en caso de ruptura en el tramo que comunica las dos áreas pueda operarse de manera local sin impactar significativamente el proceso de operación de estas dos áreas.

Previendo esto, se configura la aplicación de PLANTA_SUR como un “Attach” o anexo del servidor HMI a la aplicación de NICA, permitiendo de esta manera poder realizar ediciones desde cualquiera de los dos servidores (1 ó 3), viéndose reflejado cualquier cambio hecho sobre cualquiera de los elementos que conforman o contienen los servidores HMI de NPK y NICA, en otras palabras el usuario se puede ubicar en cualquiera de los dos servidores y editar pantallas, por ejemplo, y estos cambios se verán reflejados una vez sean guardados. Cabe aclarar, que esto se dá siempre y cuando se encuentre la red Ethernet bajo condiciones normales de funcionamiento, ya que en caso contrario deberá desplazarse hasta el servidor donde reside el HMI para realizar las respectivas ediciones.

2.3.3. Definición de Cliente

Son los equipos utilizados exclusivamente para acceder a los servicios e información que ofrece el servidor HMI a través de la red Ethernet, se encuentran configurados para realizar conexión con el servidor 1, que posee el manejo de la aplicación PLANTA_SUR. Sin embargo, cada uno de estos dependiendo de su ubicación y área a la que pertenezca, se conecta a su respectiva área.

En el momento de la configuración del cliente es posible apuntar al objetivo principal de lectura de los datos por parte del cliente, sin embargo esto no lo limita en poder acceder al resto de las áreas, solo se hace con el fin de cargar inicialmente la información necesaria que será usada para operación.

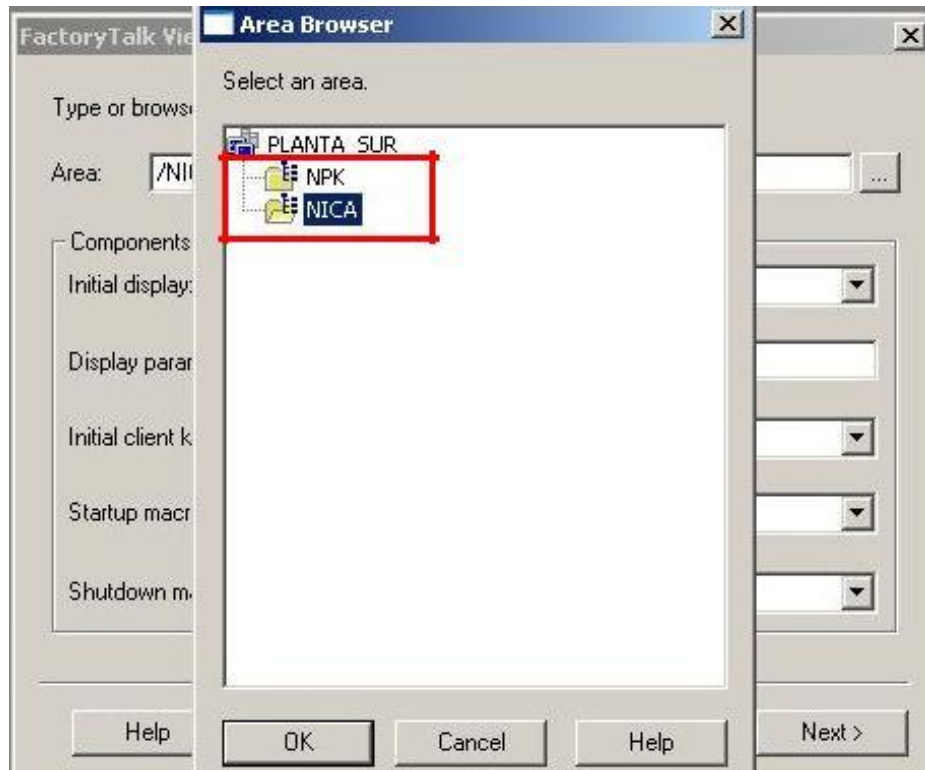


Figura 9. Selección Lectura HMISERVER por parte del Cliente

A continuación se muestra como se encuentran diseccionados los distintos clientes de supervisión:

OPERACIÓN 1

- AREA :/NPK INITIAL DISPLAY: NPK_MENU

OPERACIÓN 2

- AREA :/NPK INITIAL DISPLAY: NPK_MENU

OPERACIÓN 3

- AREA :/NPK INITIAL DISPLAY: NPK_MENU

OPERACIÓN 4

- AREA :/NPK INITIAL DISPLAY: UNA_MENU

OPERACIÓN 5

- AREA :/NPK INITIAL DISPLAY: SI_MENU

OPERACIÓN 6

- AREA :/NICA INITIAL DISPLAY: NI_MENU

OPERACIÓN 7 Y 8

- AREA :/NICA INITIAL DISPLAY: NII_MENU

OPERACIÓN 9

- AREA :/NICA INITIAL DISPLAY: INICIO

2.3.4. Definición de Redundancia

La redundancia se configura directamente sobre cada servidor HMI, por tanto para esta aplicación se encuentran dos servidores redundantes, como se mencionó anteriormente, los servidores 2 y 4 se encuentran configurados con el fin de respaldar las aplicaciones HMI de los servidores 1 y 3 respectivamente.

La configuración de la redundancia se realiza habilitando la opción Redundancy en la aplicación HMI de FTV donde se direcciona el equipo que respaldará el proceso y que debe encontrarse en la misma red. En esta aplicación se habilita el llamado “Switchover” que permite retornar el control de la aplicación al servidor primario en caso que el secundario haya realizado la redundancia al primario ante una falla previa.

De esta manera si ocurre una falla en el servidor primario, inmediatamente el servidor de respaldo ó secundario toma el control de la aplicación y en cuanto se restablezca la falla retornará el control al servidor primario.

2.4. ESTÁNDAR DE SUPERVISIÓN

Para el proceso de diseño y desarrollo de la aplicación fue usada gran parte de la funcionalidad que permite FTV, donde se definieron varias estructuras que permiten realizar cambios importantes sobre equipos existentes, sin que afecten o requieran un re-trabajo significativo. Por tanto se utiliza la parametrización de la información referente a cada equipo, lo que permite un alto grado de estandarización, al usar plantillas, que solamente utilizan la información referente al nombre del equipo (TAG) y su área correspondiente para recuperar toda la información del dispositivo como:

- Estados, Comandos y Acciones.

Parametrización hace referencia a que con solo asignarle el nombre y el área correspondientes al equipo dentro de la pantalla indicada, la aplicación se encarga de ligar toda la información asociada requerida para animar el equipo y operarlo de acuerdo a sus necesidades, y que este proceso se lleve casi que de manera automática sin necesidad de entrar a detallar aspectos de funcionalidad del dispositivo.

Para entender mejor el concepto, a continuación se detalla cada uno de los componentes que conforman un servidor HMI y que hacen posible la parametrización dentro de esta aplicación.

2.4.1. Servidor de Datos

Recupera la información desde el controlador, utilizando Rslinx Enterprise de FTV, el cual se configura direccionando un tópicos (nombre que define un área), apuntándolo directamente al procesador de interés según la dirección IP que este tenga. El servidor de datos se encuentra localizado en la aplicación HMI como se muestra en la Figura 10.

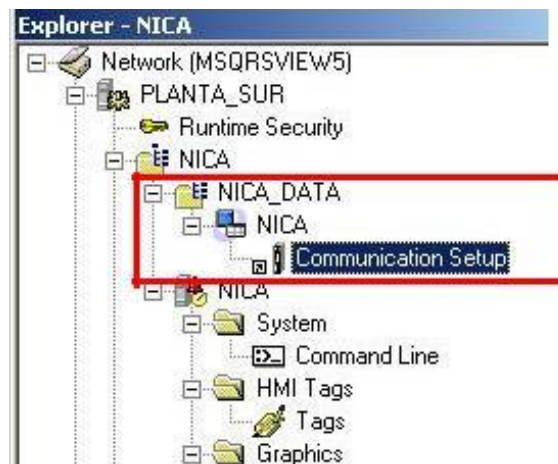


Figura 10. Ruta servidor datos NICA proyecto

2.4.2. Estructura Servidor HMI

En este caso se tiene que dentro de la migración existen dos familias de procesadores, ControlLogix y SLC, que por su composición se diferencian en la forma como se aborda la interacción de información hacia y desde ellos, para tener estandarizado el método de desarrollo de la aplicación en FTV, es decir que el método de desarrollo es el mismo, indiferente a la familia del procesador, la diferencia está en cómo se abordó la interacción con el controlador. Por lo tanto, en las siguientes secciones se encontrará la diferencia en el desarrollo de la aplicación entre ControlLogix y SLC.

2.4.2.1. Etiquetas De Equipos (Tags)

SLC

Para este tipo de controladores toda la información se maneja a través de Tags HMI, es decir, que dentro del supervisor se crean Tags referentes al equipo en cuestión, y finalmente este se direcciona a la posición de memoria del controlador de interés, de esta manera si se requiere conocer un estado o realizar una acción, se debe referir al nombre del tag creado dentro de la aplicación HMI, que se encargará de enlazar y reflejar el estado o la acción en el controlador.

La estructura que se utiliza para la creación de los Tags relacionados a los equipos es la Siguiente:

- AREA\SUBAREA\EQUIPO\

Dentro de esta Carpeta se encuentran todas las señales relacionadas con el equipo como estados y comandos, a continuación se ilustra:

Transmisores

- AI (Valor Lectura)
- ALMxxLMT (Rango Disparo Alarma)
- ALMxxRSTPORC (% Rango Normalización Alarma)
- ALMxxRST (Rango Normalización Alarma)
- xxEstado (Permite Visualizar Rango y Reset Alarma)
- DESC (Descripción Equipo)
- NOMBRE (Tag Equipo)

Motores

- AV (Disponible)
- WK (Trabajando)
- OL (Sobrecarga)
- F_WK (Falla Trabajando)
- CU (Corriente)
- CUALMxxLMT (Rango Disparo Alarma)
(Rango Normalización Alarma)
- CUALMxxRST
- xxEstado (Permite Visualizar Rango y Reset Alarma)
- ON_FTV (Accionamiento desde Supervisorio)
- OFF_FTV (Detención desde Supervisorio)
- DESC (Descripción Equipo)
- NOMBRE (Tag Equipo)

Solenoides

- ZSC (Estado de Válvula)
- F_POS (Falla Posición)
- ON_FTV (Accionamiento desde Supervisorio)

- OFF_FTV (Detención desde Supervisorio)
- DESC (Descripción Equipo)
- NOMBRE (Tag Equipo)

PID

- AM (Estado Auto/Manual)
- CV (Variable Control)
- SP (Consigna lazo)
- PV (Variable Proceso)
- PVMAX (Máximo Variable Proceso)
- PVMIN (Mínimo Variable Proceso)
- KP (Ganancia Proporcional)
- KI (Tiempo Integral)
- KD (Tiempo Derivativo)
- DESC (Descripción Equipo)

Válvula Control

- NOMBRE (Tag Equipo asociado al Lazo)

Interruptores

- DESC (Descripción Equipo)
- NOMBRE (Tag Equipo)

Dentro de la ruta de la Carpeta nombrada anteriormente, se encuentra una Carpeta dedicada exclusivamente a Tags que generan algún tipo de alarma sobre el sistema:

- ...\ALM\

Los Tags contenidos dentro esta Carpeta son:

Transmisores

- x (Alarma Nivel de Disparo)

Motores

- F_EQ (Falla Equipo)
- F_EQx (Falla Equipos de 0 hasta 9)
- IN (Enclavamiento)
- INx (Enclavamientos de Equipos de 0 hasta 9)
- PERM (Permisivos)
- PERMx (Permisivos de Equipos de 0 hasta 9)
- xx_CU (Alarma por Corriente)

Solenoides

- F_EQ (Falla Equipo)
- F_EQx (Falla Equipos de 0 hasta 9)
- IN (Enclavamiento)
- INx (Enclavamientos de Equipos de 0 hasta 9)
- PERM (Permisivos)
- PERMx (Permisivos de Equipos de 0 hasta 9)

PID

- ES (Parada Lazo)
- IN (Enclavamiento)
- INx (Enclavamientos de Equipos de 0 hasta 9)

Interruptores

- F_EQ (Reporte Estado de Falla interruptor)

CONTROL LOGIX

Para este tipo de controladores solo parte de la información se maneja a través de Tags HMI, para el resto de señales se realiza a través de direccionamiento directo al procesador. La estructura que se maneja para la creación de los Tags relacionados a los equipos es la siguiente:

- AREA\SUBAREA\EQUIPO\

Dentro de esta carpeta se encuentran todas las señales relacionadas con el equipo, como estados y comandos, como se muestra a continuación:

Transmisores

- AI (Valor Lectura)
- xxEstado (Permite Visualizar Rango y Reset Alarma)
- DESC (Descripción Equipo)
- NOMBRE (Tag Equipo)

Motores

- xxEstado (Permite Visualizar Rango y Reset Alarma)
- DESC (Descripción Equipo)
- NOMBRE (Tag Equipo)

Solenoides

- DESC (Descripción Equipo)
- NOMBRE (Tag Equipo)

PID

- PV \ A (Variable Proceso)
- PV \ MAX (Máximo Variable Proceso)
- PV \ MIN (Mínimo Variable Proceso)
- KP (Ganancia Proporcional)
- KI (Tiempo Integral)
- KD (Tiempo Derivativo)
- DESC (Descripción Equipo)

Válvula Control

- NOMBRE (Tag Equipo asociado al Lazo)

Interruptores

- DESC (Descripción Equipo)
- NOMBRE (Tag Equipo)

Dentro de la ruta de la Carpeta nombrada anteriormente, se encuentra una Carpeta dedicada exclusivamente a Tags que generan algún tipo de alarma sobre el sistema:

- ...\ALM\

Los Tags contenidos dentro esta Carpeta son:

Transmisores

- x (Alarma Nivel de Disparo)

Motores

- F_EQx (Falla Equipos de 0 hasta 9)
- INx (Enclavamientos de Equipos de 0 hasta 9)
- PERMx (Permisivos de Equipos de 0 hasta 9)
- xx_CU (Alarma por Corriente)

Solenoides

- F_EQx (Falla Equipos de 0 hasta 9)
- INx (Enclavamientos de Equipos de 0 hasta 9)
- PERMx (Permisivos de Equipos de 0 hasta 9)

Interruptores

- F_EQ (Reporte Estado de Falla interruptor)

2.4.2.2. Pantalla Parámetros

Estas pantallas son ampliamente usadas y constituyen la base principal de interacción con los equipos ya que a través de estas se realiza la supervisión y control sobre los equipos, como arranques y paros, además que estas despliegan la información detallada de estado por equipo.

Estas pantallas son usadas para todos los equipos y demás dispositivos. Se tendrán de esta clase de pantallas para:

- *Bomba*
- *Motor*
- *VFD*
- *Transmisor de Corriente*
- *Transmisor*
- *PID*
- *PID Sintonía*
- *Totalizador*
- *Operación*
- *Válvula*

- Ventilador
- Zaranda

Por lo tanto se elabora una sola pantalla para todas las bombas existentes en el proyecto, y lo que sucede es que en el momento que se pulsa sobre la bomba se reutiliza la plantilla de la pantalla de la bomba, y se parametriza con la información de la bomba, y así en el momento que abre dicha pantalla ha recuperado la información relacionada al Tag de la bomba parametrizada. A continuación se presenta en la figura 11, la pantalla de parámetros de una bomba.

BOMBAS

Para el caso de los equipos como bombas, se muestra en la pantalla de parámetros su estado de arranque cuando el dibujo de la bomba está en color verde, su estado detenido con color rojo, su estado de falla de equipo en intermitente color amarillo/rojo y su estado de enclavamiento con color amarillo fijo. Además se muestra su modo de operación bien sea local o automático, el cual también se identifica con colores azul o gris respectivamente. En la misma pantalla se encuentran los comandos de arranque, paro y automático/manual identificados del mismo color con que se muestran los estados. Adicional a esto para todas las bombas se tiene la visualización de la corriente en esta pantalla de parámetros. Es importante destacar que tanto la visualización de la señal de corriente como la visualización de los comandos, está limitada de acuerdo a lo que se tenga configurado en cada dispositivo en el sistema de supervisión anterior. Es decir, en caso de que en el sistema anterior no tenga acceso a estos comandos o corriente, entonces en la pantalla de parámetros de Sistema Supervisorio en FTV no serán visibles estos comandos y esta corriente, sin embargo si para futuras aplicaciones es necesario hacerlo visible, se tiene la opción de activar dicho parámetro en cada dispositivo. En cuanto a los campos de fallas de equipo, enclavamientos y permisivos se relacionan directamente con los Tags mencionados en la sección 2.4.2.1.

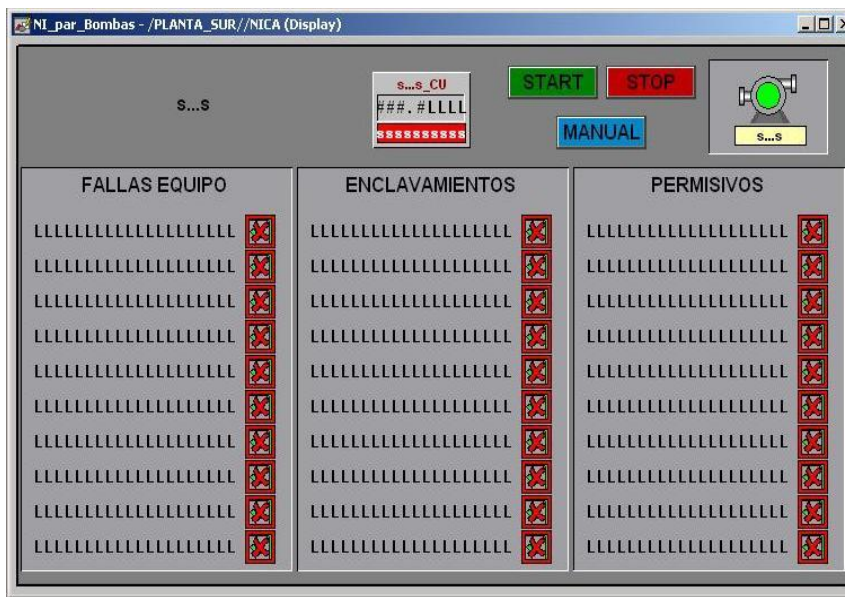


Figura 11. Pantalla de parámetros bombas

BOMBAS VFD

En la Figura 12, se puede apreciar la pantalla de parámetros para bombas tipo VFD que permiten realizar el control de velocidad, esta pantalla es similar a la pantalla de parámetros de una bomba, con el adicional de la indicación del valor de la velocidad en porcentaje por medio del cual se observa el valor de velocidad actual del equipo, además el operario puede ingresar el nuevo valor de velocidad en porcentaje a la que se quiere llevar dicho equipo.

En cuanto a los campos de fallas de equipo, enclavamientos y permisos se relacionan directamente con los Tags mencionados en la sección 2.4.2.1.



Figura 12. Pantalla de parámetros Bombas VFD

VALVULA SOLENOIDE

Las válvulas tipo solenoide también tienen una pantalla paramétrica Figura 13, en la cual se puede visualizar en primer lugar el nombre del dispositivo, los comandos de abrir y cerrar dicha válvula en colores verde y rojo respectivamente, y los estados sobre el dibujo de la válvula los cuales conservan los colores de los comandos, verde cuando la válvula está abierta y rojo cuando está cerrada. Adicional a esto, para las válvulas solenoides también se tienen Fallas de Equipo, Enclavamientos y Permisivos, cuyo funcionamiento se relaciona directamente con los Tags mencionados en la sección 2.4.2.1.



Figura 13. Pantalla de Parámetros Válvula Solenoide

TRANSMISORES

La pantalla de parámetros de los transmisores permite visualizar en primera instancia el nombre del dispositivo, el valor de la correspondiente señal análoga con su correspondiente rango y unidades, los valores de activación de las alarmas y el valor correspondiente en que se desactivará dicha alarma dependiendo de la habilitación y configuración que se tenga en el PLC, como se muestra en la Figura 14. Además muestra una etiqueta que indica el tipo de alarma en el que se encuentra como son:

- “ALM AALTO” Alarma por Alto Alto
- “ALM ALTO” Alarma por Alto
- “ALM BAJO” Alarma por Bajo
- “ALM BBAJO” Alarma por Bajo Bajo



Figura 14. Pantalla de Parámetros Transmisores

TRANSMISORES DE CORRIENTE

La indicación de corriente de los diferentes equipos como bombas y motores, se encuentra programada tipo transmisor, y de la misma manera en su pantalla de parámetros se puede observar los niveles de activación y desactivación de las alarmas, dependiendo de su respectiva programación en el PLC.

Además se visualiza en primera instancia el nombre del dispositivo, el valor actual de la señal de corriente y su indicación del rango máximo y mínimo, como se muestra Figura 15. Además muestra una etiqueta que indica el tipo de alarma en el que se encuentra como son:

- “ALM AALTO” Alarma por Alto Alto
- “ALM ALTO” Alarma por Alto
- “ALM BAJO” Alarma por Bajo
- “ALM BBAJO” Alarma por Bajo Bajo



Figura 15. Pantalla de Parámetros Transmisores de Corriente

PID

La pantalla de operación de los lazos de control permite interactuar de una manera amigable con las variables propias del PID, como son SetPoint, Variable de Proceso y Variable de control, y los comandos de automático y manual necesarios para el modo de operación del PID y que se puede identificar a través del color de la parte superior del dibujo de la válvula, el cual estará en verde para modo automático y azul para el modo manual, además muestra la información de las condiciones de enclavamiento para cada lazo, como se muestra en la Figura 16.

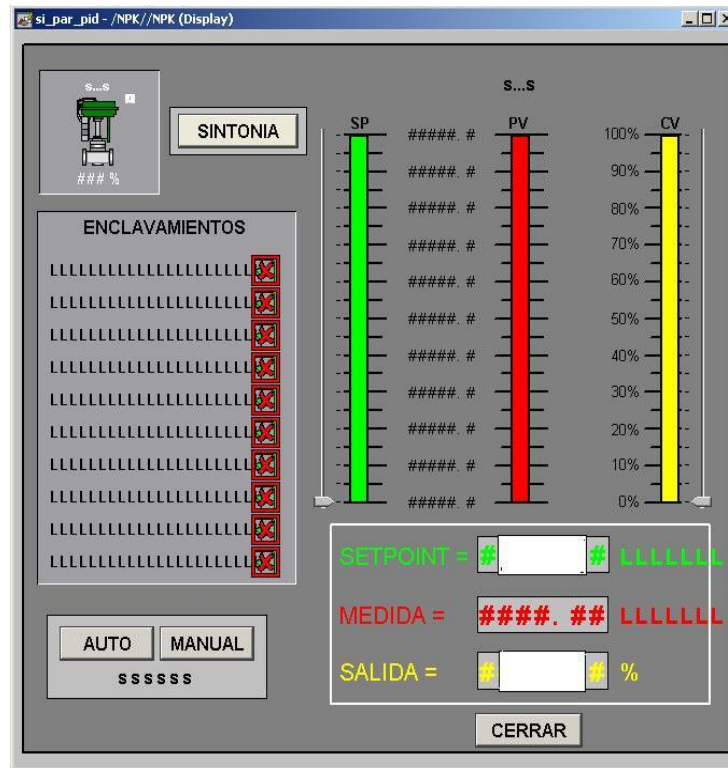


Figura 16. Pantalla de Parámetros PID

PID SINTONIA

En la pantalla de parámetros del PID (Figura 16), se muestra que para cada PID se tiene un botón de acceso llamado SINTONIA, el cual llama a la pantalla de sintonía del PID que se puede apreciar en la Figura 17. En esta pantalla se grafican continuamente las señales de SetPoint y variable de proceso de cada PID, además tiene la opción de ingresar los valores de las constantes Proporcional, Integral y Derivativa; con las cuales se realiza la sintonización del PID.

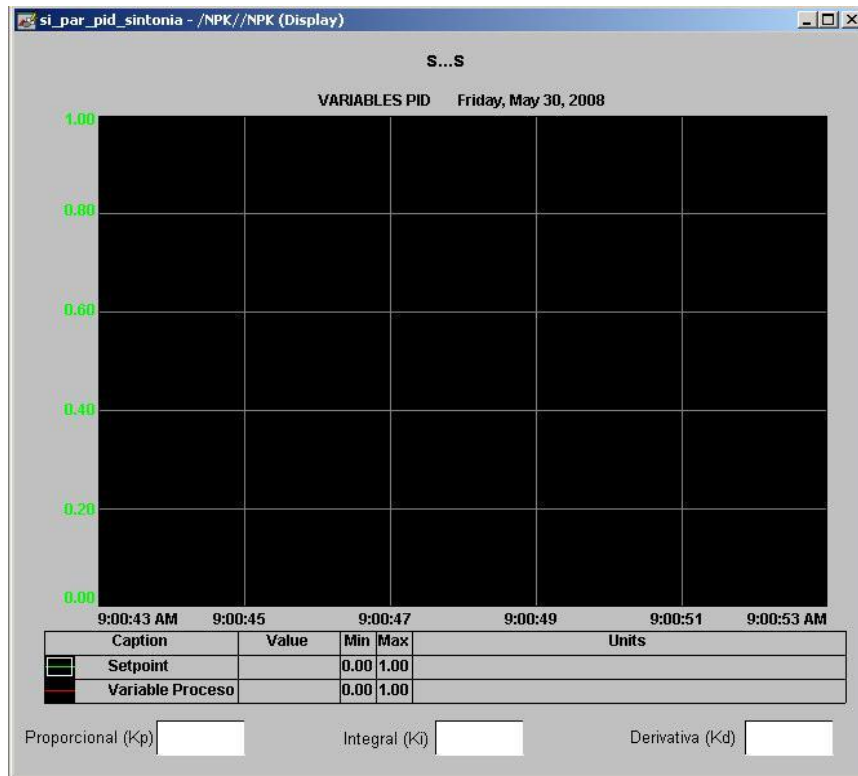


Figura 17. Pantalla de Parámetros PID Sintonía

TOTALIZADOR

La pantalla de parámetros de un totalizador se muestra en la Figura 18, cumple con las funciones básicas de operación de un totalizador, como son descripción del dispositivo, comandos de arranque, paro y Reset del totalizador. Así mismo se muestra una etiqueta donde se indica el estado en que se encuentra el totalizador: “TOTALIZANDO” en color verde, cuando el totalizador se encuentra arrancado y “DETENIDO” en color rojo, cuando el totalizador se encuentra detenido.

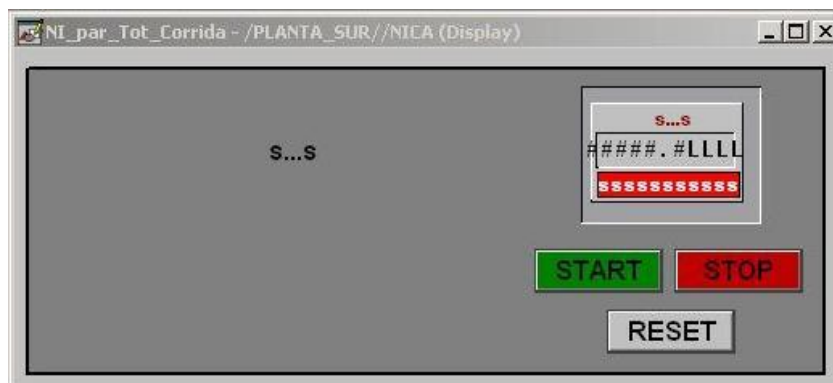


Figura 18. Pantalla de Parámetros Totalizador

PANTALLA OPERACIÓN

Para la pantalla de operación se cuenta también con una plantilla parametrizada de acuerdo a cada área y a la información deseada para cada una. Los objetos básicos de una pantalla de operación se pueden apreciar en la Figura 19, y son: comandos de automático y manual para cada lazo, los cuales se identifican con los colores gris o azul respectivamente, reconocimiento de fallas del lazo, parada de emergencia del lazo y visualización de las alarmas propias de cada uno, en este caso parada de emergencia y falla del área.



Figura 19. Pantalla de Parámetros Operación

VENTILADOR

En la Figura 20 , se observa la pantalla de parámetros para un ventilador, en la cual se tiene el nombre del equipo, su respectiva indicación de corriente, los comandos de arranque y paro que se identifican con el color verde y rojo respectivamente, y el comando de Manual/Automático, identificado con los colores Azul/Gris respectivamente. Así mismo en cuanto a los campos de fallas de equipo, enclavamientos y permisos se relacionan directamente con los Tags mencionados en la sección 2.4.2.1.



Figura 20. Pantalla de Parámetros Ventilador

ZARANDA

En la Figura 21, se muestra la pantalla de parámetros de la zaranda, para este tipo de equipo es necesario mostrar dentro de sus parámetros en primer lugar el nombre del dispositivo, su respectiva señal de corriente, los comandos de arranque y paro identificados con los colores verde y rojo respectivamente, el comando de Manual/Automático con el color Azul/Gris respectivamente, el ingreso de la velocidad en Hz para el dispositivo y un espacio dedicado para activar el funcionamiento del equipo en modo de Zarandeo Rápido, para lo cual es necesario ingresar el tiempo en segundos y la velocidad den Hz.

El ingreso de estos datos solo está activado para usuarios tipo electricistas, de esta manera el operario solo tiene visualización y operación del comando de Zarandeo Rápido, pero los parámetros de tiempo y velocidad solo los puede ingresar un usuario tipo electricista.

De igual forma para los campos de fallas de equipo, enclavamientos y permisos se relacionan directamente con los Tags mencionados en la sección 2.4.2.1.



Figura 21. Pantalla de Parámetros Zaranda

2.4.2.3. Pantalla Objetos Globales

Los objetos globales para este caso fueron utilizados como plantillas de diseño o librerías para todos y cada uno de los equipos que son usados en la planta.

La ventaja de utilizar estos objetos es que cualquier cambio que se requiera hacer en un objeto como las animaciones de color, indicación de estado o detalles gráficos, solo deben ser editados dentro de la librería creada como “objeto global”, y de esta manera el cambio se verá reflejado en TODOS los equipos del mismo tipo.

De esta manera en caso que el personal de proceso requiera realizar un cambio de animación en la bomba, como por ejemplo si el color Amarillo no es agradable en la indicación de estado de enclavamiento del equipo, y es preferible que sea Rojo intermitente con naranja, entonces el cambio debe realizarse en todas las bombas que existen en la aplicación, resultando ser una tarea tediosa dependiendo de la cantidad de elementos, sin embargo con la utilización de objetos globales solo se debe realizar el cambio en la librería y automáticamente el cambio será aplicado en todas las pantallas de la aplicación para el dispositivo seleccionado, en este caso para todas las bombas de dicha aplicación.

En la figura 22, se puede apreciar la librería de objetos globales para el área de NICA I, y de la misma manera existe una librería para cada área NPK, SI, UNA_I y UNA_II.

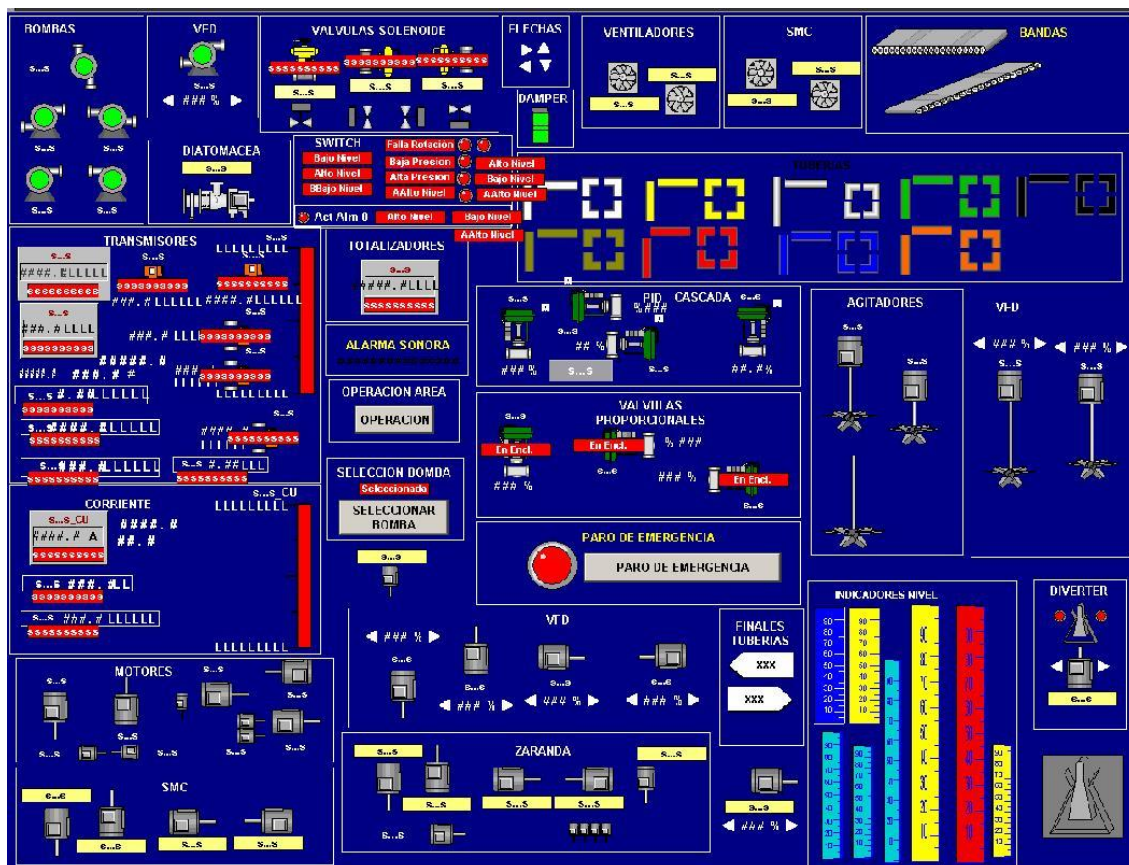


Figura 22. Librería Objetos Globales

Para cada dispositivo se definen los parámetros correspondientes a sus estados, comandos y pantalla de parámetros, tal como se define en la sección 2.4.2.1 de este documento. Además en la tabla 5 se puede observar un resumen del código de colores de todos los dispositivos que se manejan en la pantalla de objetos globales tanto de los dispositivos que tienen su pantalla de parámetros como de aquellos dispositivos como los switches que no tienen pantalla de parámetros y que solo cuentan con la visualización del dispositivo en la pantalla de dispositivos.

DISPOSITIVO	ENCENDIDO/ ABIERTO	APAGADO/ CERRADO	AUTOMATICO	MANUAL	ACTIVO	INACTIVO	FALLA
BOMBA	VERDE	ROJO	GRIS	AZUL	–	–	AMARILLO/ROJO
BOMBA_VFD	VERDE	ROJO	GRIS	AZUL	–	–	AMARILLO/ROJO
ZARANDA	VERDE	ROJO	GRIS	AZUL	–	–	AMARILLO/ROJO
VALVULA SOLENOIDE	VERDE	ROJO	–	–	–	–	AMARILLO/ROJO
PID	VERDE	GRIS	VERDE	AZUL	–	–	–
SWITCH	–	–	–	–	ROJO/ BLANCO	ROJO	–
VENTILADOR	VERDE	ROJO	GRIS	AZUL	–	–	AMARILLO/ROJO
SWITCH DIVERTER	–	–	–	–	VERDE	ROJO	–

Tabla 5. Códigos de Colores Objetos Globales

La ventana que se observa en la Figura 23, representa la lista de parámetros que serán necesarios llenar para un objeto en particular, los cuales en el momento de la animación del objeto en la pantalla final donde será usado permitirá relacionar el equipo con la señales propias en campo. Esta información ingresada en esta pantalla será usada finalmente por el objeto para ejecutar comandos y evaluar estados como se observa en la Figura 24, que es donde se encuentran las expresiones donde será usada la información ingresada referente al equipo a través del Tag que lo identifica.

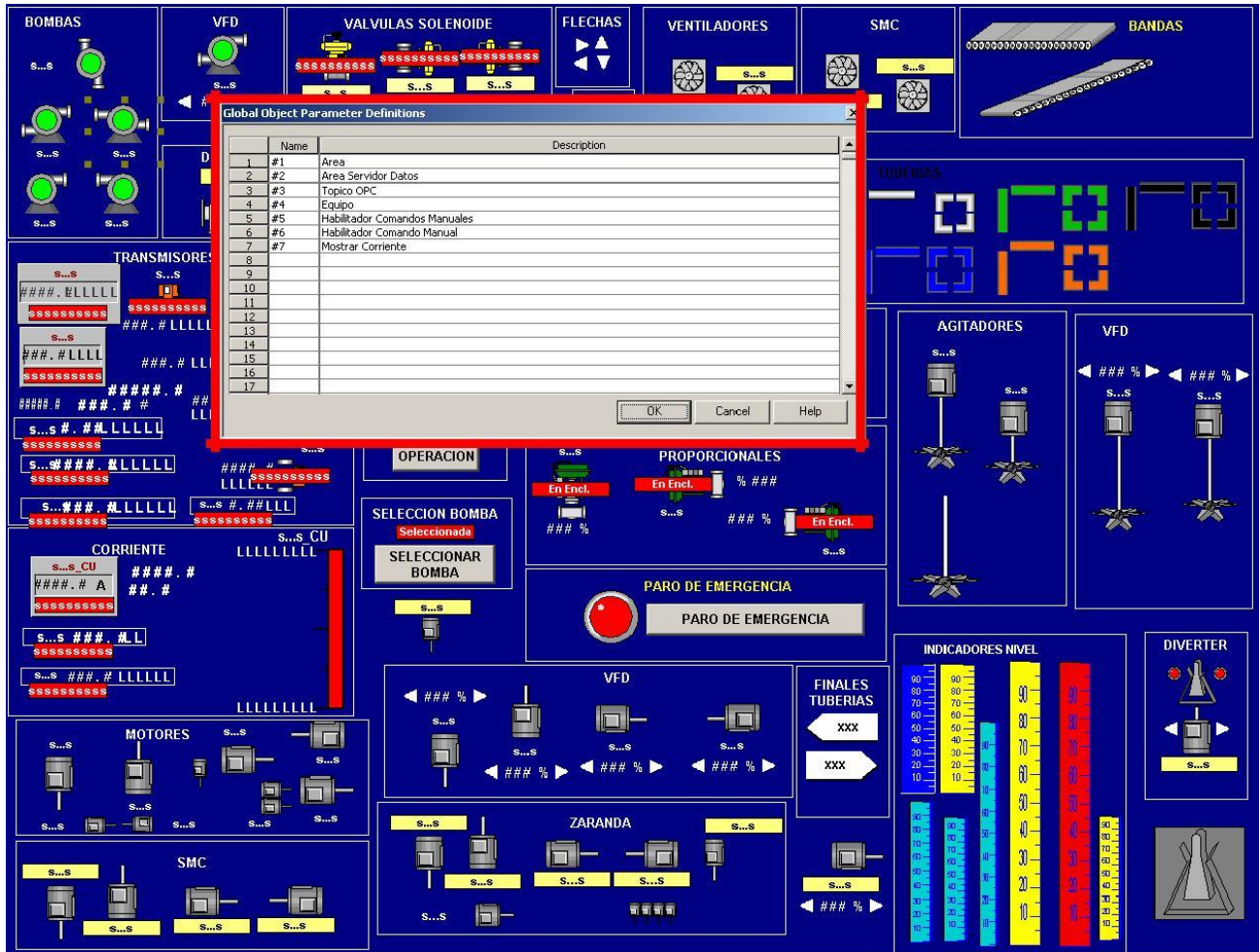


Figura 23. Plantilla de Carga Parámetros de Objetos

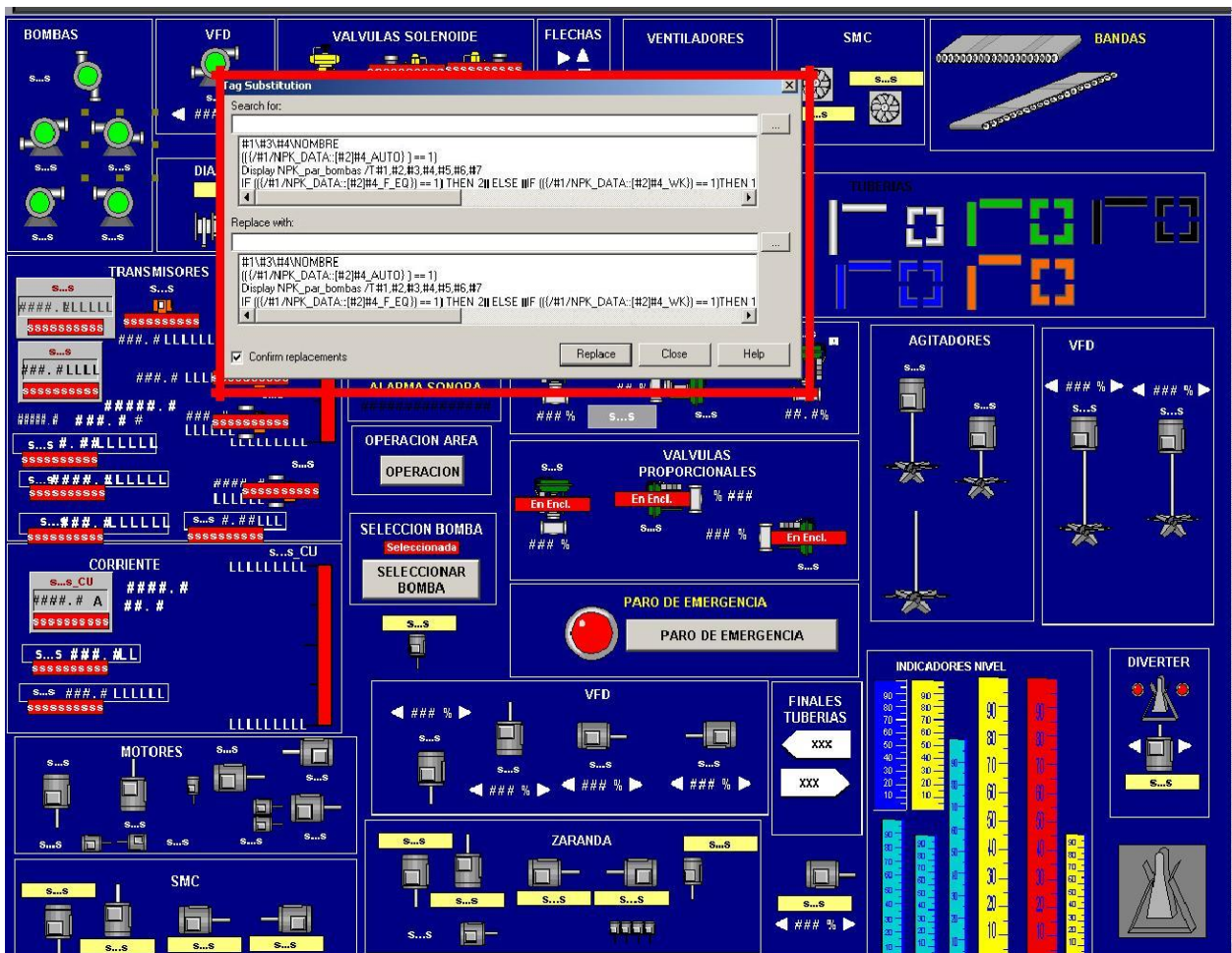


Figura 24. Expresiones Objeto Global

BARRA DE NAVEGACIÓN

La aplicación cuenta con una barra de navegación en la parte superior de todas las pantallas y es diferente para cada área, (Nica I, Nica II, NPK, UNA_I, UNA_II y SI), en la figura 25, se puede apreciar el menú de navegación para la aplicación de NPK. Este menú permite por medio de la barra verde tener acceso en primer lugar de izquierda a derecha al menú de inicio de la aplicación (figura 26), en donde el usuario accede a todas las áreas de la aplicación, seguido en la misma barra verde el usuario accede al menú de cada área en donde se tiene el acceso a todas las pantallas propias de la misma, y finalmente el usuario puede acceder a todas las pantallas a través de la barra verde sin que sea necesario ir siempre al menú del área para ingresar a cada pantalla.

En este mismo menú se tiene un botón de “LOGIN” que permite el cambio de usuario en la aplicación y el botón de “LOGOUT” que permite pasar la aplicación a usuario solo visor, el cual solo visualiza toda la aplicación sin poder realizar ningún tipo de operación sobre los dispositivos y sobre el proceso. Además cuenta con el botón “PASSWORD” para que cada usuario pueda cambiar su clave personal de acceso. En la parte derecha del menú se tienen los botones de acceso a tendencias y a la pantalla de alarmas.

Ahora bien la navegación entre pantallas de todas las áreas se ilustra en la figura 27.



Figura 25. Barra de Navegación

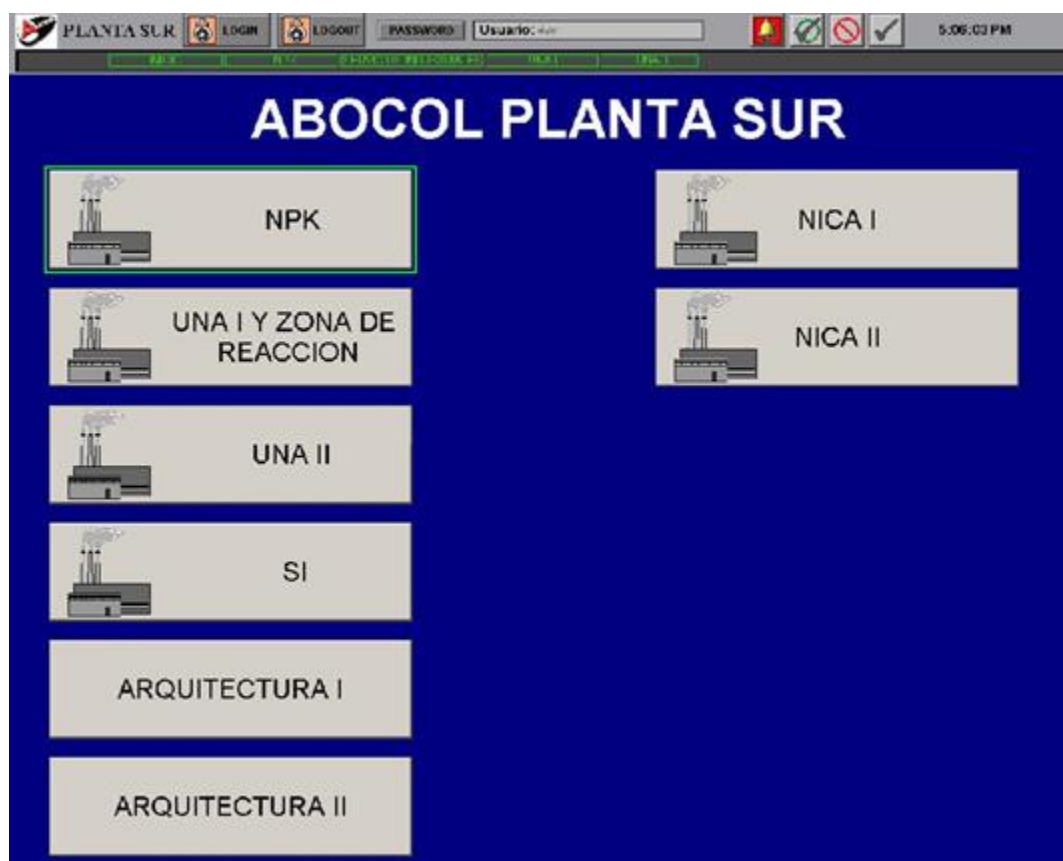


Figura 26. Pantalla Inicio PLANTA SUR

INICIO PLANTA SUR	NICA I	MENU REACCION/FILTRACION FILTRACION LODOS GRANULACION Y EMPAQUE SOLUCION MADRE TENDENCIAS ALARMAS OTROS
	NICA II	MENU REACCION FILTRACION SOLUCION MADRE GRANULACION A GRANULACION B EMPAQUE SCRUBBER OTROS TENDENCIAS ALARMAS
	NPK	MENU MATERIAS PRIMAS LAZO GRANULACION ALIMENTACION GRANULACION PRODUCTO FINAL LAVADO GASES CONCENTRACION NITRATO AMONIO SISTEMA ANTICOMPACTANTE TENDENCIAS ALARMAS
	UNA I	MENU NEUTRALIZADORES TANQUES DE ALMACENAMIENTO ZONA DE REACCION VAPORIZADOR TOTALIZADORES TENDENCIAS ALARMAS
	UNA II	MENU CONSUMO ELECTRICO NEUTRALIZER SCRUBBER MEDICION PH SCRUBBER TANQUE DE ALMACENAMIENTO TOTALIZADORES TENDENCIAS ALARMAS
	SI	MENU CALDERA PLANTA SUR CONDENSADO DESAIREADOR SERVICIOS INDUSTRIALES TANQUE DE ACIDO Y AMONIACO TANQUE NITRATO DE AMONIO TOTALIZADORES TENDENCIAS ALARMAS

Figura 27. Navegación entre pantallas

2.4.2.4. Tags Derivados

Los Tags derivados son Tags de memoria que constantemente evalúan una expresión y definen con esto el estado de un Tag HMI. En la aplicación PLANTA_SUR, estos son ampliamente usados, principalmente en el reporte de alarmas como son:

- Fallas de Equipos
- Enclavamientos
- Permisivos

Para todos y cada uno de los equipos que requieran reportar cualquiera de estos estados, son utilizados los Tags Derivados, y la evaluación de las expresiones se llevan a cabo de acuerdo a la condición programada en el PLC. (Ver Figura 28)

	Derived Tag Name	Expression	Description
1	NICA_I\GYE\GR032A\ALMF_EQ0	{NICA_I\GYE\GR032A\AV} == 1	GYE DESC Falla Equipo 0
2	NICA_I\GYE\GR032A\ALMF_EQ1	{NICA_I\GYE\GR032A\F_WK} == 0	GYE DESC Falla Equipo 1
3	NICA_I\GYE\GR032A\ALMF_EQ2	{NICA_I\GYE\GR032A\F_WK_DR} == 0	GYE DESC Falla Equipo 2
4	NICA_I\GYE\GR032A\ALMF_EQ3	{NICA_I\GYE\GR032A\F_DR} == 0	GYE DESC Falla Equipo 3
5	NICA_I\GYE\GR032A\ALMF_EQ4	{NICA_I\GYE\ES} == 1	GYE DESC Falla Equipo 4

Figura 28. Entorno Expresiones Tags Derivados

En las fallas de equipo se evalúan las condiciones propias del equipo que permiten su funcionamiento como son:

- Disponible: para determinar la disponibilidad de cada equipo.
- Trabajando: que se refiere a la confirmación de funcionamiento del equipo.
- Sobrecarga: esta señal es activada cuando el equipo ha sufrido un exceso de corriente y por tanto se genera la falla y se pierde el control sobre dicho dispositivo.
- Parada Local: Indica que la parada local del dispositivo en campo ha sido activa y por tanto no se ejercerá ninguna acción de comando sobre este dispositivo desde el sistema supervisorio.
- Comunicación: la cual muestra el estado de la comunicación del Sistema Supervisorio con el PLC para cada equipo.
- Parada de Emergencia. Si la señal de parada de emergencia está activa el equipo no será comandado desde el sistema supervisorio.

Cabe anotar que un dispositivo no necesariamente cuenta con todas estas señales de falla, así que cada equipo solo mostrara en su pantalla de parámetros las señales que tiene configuradas.

Para los enclavamientos se evalúan constantemente las condiciones de proceso que permiten el arranque del equipo y que se encuentran programadas en el PLC, como por ejemplo la señal de nivel bajo de un tanque o la alarma de un alto flujo en un transmisor, estas condiciones son variables y distintas según la programación de cada dispositivo.

En los permisivos se evalúan condiciones de seguridad que permitan arrancar el equipo y solo se evalúan en el momento de arranque.

Para cualquiera de las anteriores condiciones se muestra el estado en la pantalla de parámetros como una “X” en rojo cuando la condición no es apropiada y por ende no permitirá el accionamiento del equipo y con un visto bueno en verde cuando a condición es apropiada y por tanto se puede accionar el equipo. Adicional a esto, se pone en amarillo el título del grupo de fallas que corresponde, bien sea FALLAS EQUIPO, ENCLAVAMIENTOS, o PERMISIVOS Como se puede apreciar en la Figura 29.

FALLAS EQUIPO	ENCLAVAMIENTOS	PERMISIVOS
FALLA TRABAJANDO <input checked="" type="checkbox"/>	FIT6201 MAYOR 17 <input checked="" type="checkbox"/>	
COMUNICACION <input checked="" type="checkbox"/>	LSH6201 TK6201 <input checked="" type="checkbox"/>	
EMERGENCIA <input checked="" type="checkbox"/>	WIC6202 CERO <input checked="" type="checkbox"/>	
	L6201 DETENIDO <input checked="" type="checkbox"/>	
	LSH6202 TK6202 <input checked="" type="checkbox"/>	

Figura 29. Lista Chequeo Tags Derivados Equipos

2.4.2.5. Tendencias

Las tendencias se encuentran definidas a través de una pantalla única de tendencias la cual durante el llamado de cada una, se carga su correspondiente plantilla predefinida de tendencias, conocidas como Trend Template, las cuales de acuerdo a las plumas que se deseen visualizar en la tendencia, están preasignadas en subgrupos como se muestra en la Figura 30.

Para la visualización de las tendencias, en primer lugar se crean archivos datalogs en donde se clasifican las señales análogas de la aplicación y luego en el Trend Template se elige, de los archivos Data Log Model, las señales que se desea visualizar.

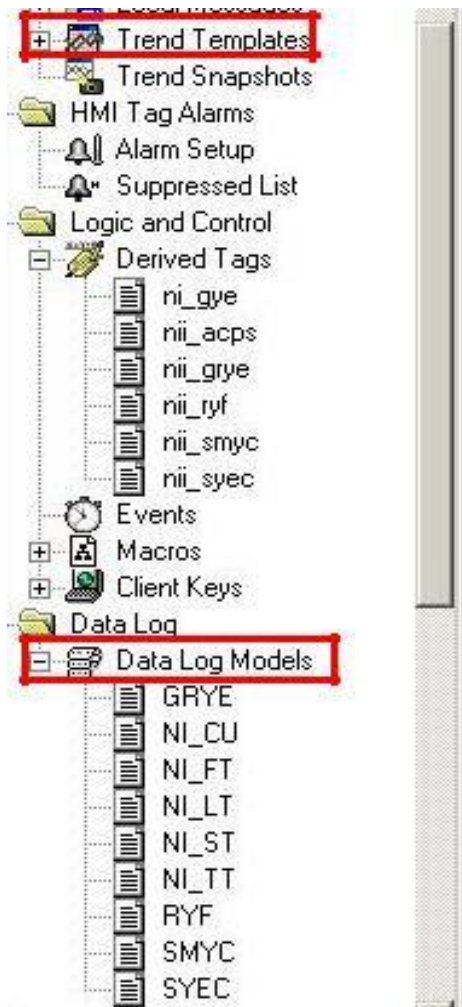


Figura 30. Definición de Tendencias

3. DEFINICIÓN DEL AJUSTE DE PROGRAMAS DE LOS PLCs

La programación de los PLCs no ha sido cambiada, sin embargo fue necesario realizar algunas modificaciones en cuanto a la programación de las alarmas en los PLCs como sigue:

Las alarmas que generan alarma sonora se presentan a continuación listadas por cada uno de los PLCs. Estas alarmas se configuraron en el sistema de supervisión para su visualización y registro de alarma. Adicional a esto, se desligaron las alarmas sonoras relacionadas a Zona Reacción y a Servicios Industriales en los PLCs 1 y 2 de NPK. Cuando se presenta una alarma de Zona Reacción o de Servicios Industriales que antes originaba alarma sonora en NPK, se visualiza un mensaje de dar aviso al operador correspondiente, dependiendo del origen de la alarma.

En la tabla 6 se listan las alarmas que quedan programadas en el PLC1.

PLC	SUBAREA	ALARMA
PLC1	SIRENA DE TRANSPORTE DE MAP y KCL	DV101_F_EQ
		L104_F_EQ
		CV101_F_EQ
		CV101_F_MS
		L104_CU_HHIGH_ALM
		L104_CU_HIGH_ALM
		L104_CU_LOW_ALM
		L104_CU_LLOW_ALM
		CV101_CU_HHIGH_ALM
		CV101_CU_HIGH_ALM
		CV101_CU_LOW_ALM
		CV101_CU_LLOW_ALM
		LT101_HHIGH_ALM
		LT101_HIGH_ALM
		LT101_LOW_ALM
		LT101_LLOW_ALM
		LT102_HHIGH_ALM
		LT102_HIGH_ALM
		LT102_LOW_ALM
		LT102_LLOW_ALM
LSHHTS101_ALM		
LSHHTS102_ALM		

SIRENA LAZO DE GRANULACIÓN	H101_F_WK
	B104_GF
	SF1011A_F_EQ
	SF1011B_F_EQ
	SF1011C_F_EQ
	SF1011D_F_EQ
	SC101A_F_EQ
	SC101B_F_EQ
	SC101C_F_EQ
	SC101D_F_EQ
	CR1011A_F_EQ
	CR1012A_F_EQ
	CR1011B_F_EQ
	CR1012B_F_EQ
	ME101_F_EQ
	L101_F_EQ
	CV103_F_EQ
	B110_F_EQ
	CV110_F_EQ
	CV109_F_EQ
	DV102_F_EQ
	L102_F_EQ
	CV102_F_EQ
	ME102_F_EQ
	SV110_F_EQ
	L102_F_RO
	L102_F_LLENADO
	L101_F_RO
	CV104_F_EQ
	CR1011A_CU_HHIGH_ALM
	CR1011A_CU_HIGH_ALM
	CR1011A_CU_LOW_ALM
	CR1011A_CU_LLOW_ALM
	CR1011B_CU_HHIGH_ALM
	CR1011B_CU_HIGH_ALM
	CR1011B_CU_LOW_ALM
	CR1011B_CU_LLOW_ALM
	CR1012A_CU_HHIGH_ALM
	CR1012A_CU_HIGH_ALM
	CR1012A_CU_LOW_ALM
CR1012A_CU_LLOW_ALM	

		CR1012B_CU_HHIGH_ALM
		CR1012B_CU_HIGH_ALM
		CR1012B_CU_LOW_ALM
		CR1012B_CU_LLOW_ALM
		CV102_CU_HHIGH_ALM
		CV102_CU_HIGH_ALM
		CV102_CU_LOW_ALM
		CV102_CU_LLOW_ALM
		L102_CU_HHIGH_ALM
		L102_CU_HIGH_ALM
		L102_CU_LOW_ALM
		L102_CU_LLOW_ALM
		ME102_CU_HHIGH_ALM
		ME102_CU_HIGH_ALM
		ME102_CU_LOW_ALM
		ME102_CU_LLOW_ALM
		SC101A_CU_HHIGH_ALM
		SC101A_CU_HIGH_ALM
		SC101A_CU_LOW_ALM
		SC101A_CU_LLOW_ALM
		SC101B_CU_HHIGH_ALM
		SC101B_CU_HIGH_ALM
		SC101B_CU_LOW_ALM
		SC101B_CU_LLOW_ALM
		SC101C_CU_HHIGH_ALM
		SC101C_CU_HIGH_ALM
		SC101C_CU_LOW_ALM
		SC101C_CU_LLOW_ALM
		SC101D_CU_HHIGH_ALM
		SC101D_CU_HIGH_ALM
		SC101D_CU_LOW_ALM
		SC101D_CU_LLOW_ALM
		SF1011A_CU_HHIGH_ALM
		SF1011A_CU_HIGH_ALM
		SF1011A_CU_LOW_ALM
		SF1011A_CU_LLOW_ALM
		SF1011B_CU_HHIGH_ALM
		SF1011B_CU_HIGH_ALM
		SF1011B_CU_LOW_ALM
		SF1011B_CU_LLOW_ALM
		SF1011C_CU_HHIGH_ALM

	SF1011C_CU_HIGH_ALM
	SF1011C_CU_LOW_ALM
	SF1011C_CU_LLOW_ALM
	SF1011D_CU_HHIGH_ALM
	SF1011D_CU_HIGH_ALM
	SF1011D_CU_LOW_ALM
	SF1011D_CU_LLOW_ALM
	CV103_CU_HHIGH_ALM
	CV103_CU_HIGH_ALM
	CV103_CU_LOW_ALM
	CV103_CU_LLOW_ALM
	ME101_CU_HHIGH_ALM
	ME101_CU_HIGH_ALM
	ME101_CU_LOW_ALM
	ME101_CU_LLOW_ALM
	L101_CU_HHIGH_ALM
	L101_CU_HIGH_ALM
	L101_CU_LOW_ALM
	L101_CU_LLOW_ALM
	CV110_CU_HHIGH_ALM
	CV110_CU_HIGH_ALM
	CV110_CU_LOW_ALM
	CV110_CU_LLOW_ALM
	CV109_CU_HHIGH_ALM
	CV109_CU_HIGH_ALM
	CV109_CU_LOW_ALM
	CV109_CU_LLOW_ALM
	TT110_HHIGH_ALM
	TT110_HIGH_ALM
	TT110_LOW_ALM
	TT110_LLOW_ALM
	TT109_HHIGH_ALM
	TT109_HIGH_ALM
	TT109_LOW_ALM
	TT109_LLOW_ALM
	TT107_HHIGH_ALM
	TT107_HIGH_ALM
	TT107_LOW_ALM
	TT107_LLOW_ALM
	TE_H101_4_HH_ALM
	TE_H101_4_H_ALM

		TE_H101_4_L_ALM
		TE_H101_4_LL_ALM
	SIRENA ALIMENTACIÓN AL GRANULADOR	P501E_F_EQ
		P501D_F_EQ
		P101A_F_EQ
		P101B_F_EQ
		SFV102A_F_EQ
		SFV102B_F_EQ
		SFV101A_F_EQ
		SFV101B_F_EQ
		P605_F_EQ
		SFV107_F_EQ
		SFV104_F_EQ
		WC101_F_EQ
		WC102_F_EQ
		P101A_CU_HIGH_ALM
		P101B_CU_HIGH_ALM
		P501D_CU_HIGH_ALM
		P501E_CU_HIGH_ALM
		TT105_HIGH_ALM
		TT101A_HHIGH_ALM
		TT101A_HIGH_ALM
		TT101A_LOW_ALM
		TT101A_LLOW_ALM
		TT101B_HHIGH_ALM
		TT101B_HIGH_ALM
		TT101B_LOW_ALM
		TT101B_LLOW_ALM
	PT105_LOW_ALM	
	SIRENA COMUNICACIONES	DHRIO_02B_F
		ETHERNET_01_F
		MCM_03_F
		MCM_03_SLAVE_1_F
		MCM_03_SLAVE_254_F

Tabla 6. Alarmas PLC1

En la tabla 7 se listan las alarmas que quedan programadas en el PLC2.

PLC	SUBAREA	ALARMA
PLC2	FALLAS PARA EL APF	LT104_L_ALM
		LT105_L_ALM
		LT105_LL_ALM
		LT105_H_ALM
		LT104_H_ALM
		TE116_H_ALM
		TE111_H_ALM
		SLV105_F_EQ
		B106_F_EQ
		SC102_F_EQ
		SF102_F_EQ
		B105_F_EQ
		B103_F_EQ
		B102_F_EQ
		L103_F_EQ
		B101_F_EQ
		WC103B_F_EQ
		WC103_F_EQ
		ME103_F_EQ
		CV105_F_EQ
		30CV8_F_EQ
		B101_CU_H_ALM
		B102_CU_H_ALM
		B103_CU_H_ALM
		B105_CU_H_ALM
		B106_CU_H_ALM
		CV105_CU_H_ALM
		L103_CU_H_ALM
		L103_F_RO
		ME103_CU_H_ALM
		SC102_CU_H_ALM
		SF102_CU_H_ALM
		LT113_LL_ALM
		LT113_H_ALM
P113A_F_EQ		
P113B_F_EQ		
A113_F_EQ		
P114A_F_EQ		
P114A_F_DRIVE		

		P114B_F_EQ
		P114B_F_DRIVE
		L105_F_EQ
		L105_F_RO
		SP105_F_EQ

	FALLAS PARA LAG	LT171_H_ALM
		LT107_H_ALM
		LT106_H_ALM
		LT103_H_ALM
		LT107_LL_ALM
		LT107_L_ALM
		LT106_LL_ALM
		LT106_L_ALM
		LT171_LL_ALM
		LT171_L_ALM
		A507_CU_H_ALM
		B502_CU_H_ALM
		B107_CU_H_ALM
		P102A_CU_H_ALM
		P102B_CU_H_ALM
		P103A_CU_H_ALM
		P103B_CU_H_ALM
		P504A_CU_H_ALM
		P504B_CU_H_ALM
		TE117_H_ALM
		TE171_H_ALM
		B107_F_EQ
		P103A_F_EQ
		P103B_F_EQ
		SLV106_F_EQ
		SLV107_F_EQ
		SFV111_F_EQ
		SFV112_F_EQ
		SLV104_F_EQ
		SFV110_F_EQ
		P102A_F_EQ
		P102B_F_EQ
		B502_F_EQ
		A507_F_EQ
		P504A_F_EQ

		P504B_F_EQ
		SFV105_F_EQ
		SFV106_F_EQ
		B108_F_EQ

	FALLAS PARA CNA	LT109_H_ALM
		P107A_CU_H_ALM
		P107B_CU_H_ALM
		P604_CU_H_ALM
		UT101A_CU_HALM
		UT101B_CU_HALM
		TE118_H_ALM
		TE121_H_ALM
		TE120_H_ALM
		TE103_H_ALM
		TE122_H_ALM
		TE124_H_ALM
		TE123_H_ALM
		TE125_H_ALM
		P604_F_EQ
		P604B_F_EQ
		P107A_F_EQ
		P107B_F_EQ
		UT101A_F_EQ
		UT101B_F_EQ
		P606_F_EQ
		P605B_CU_H_ALM
		LT181_H_ALM
	LT181_L_ALM	
	LT181_LL_ALM	
	P605B_F_EQ	
	FALLAS PARA LA ZONA DE REACCIÓN	B109_F_EQ

	FALLAS PARA EL TK5007	P110B_F_EQ
		P110C_F_EQ
		TT5006_HH_ALM
		TT5006_H_ALM
		TT5006_L_ALM
		TT5006_LL_ALM
		TT5007_HH_ALM
		TT5007_H_ALM
		TT5007_L_ALM
		TT5007_LL_ALM
		P110B_CU_HH_ALM
		P110B_CU_H_ALM
		P110C_CU_HH_ALM
	SIRENA COMUNICACIONES	DHRIO_02_F
	ETHERNET_01_F	

Tabla 7. Alarmas PLC2

4. ESTIMACIÓN DE COSTOS

A continuación se proyecta un listado de costos asociados a los servicios (ingeniería) y materiales requeridos para la ejecución del proyecto de migración. Los costos fueron divididos por concepto de cambio de sistema de control, ilustrado en la Tabla 8, y por cambio de sistema de supervisión como se muestra en la Tabla 9. Finalmente en la Tabla 10 se presenta el costo total estimado.

Estas cifras fueron obtenidas luego de sucesivas cotizaciones con diferentes proveedores, escogiendo la mejor relación entre costo y calidad del servicio/producto.

CAMBIO SISTEMA DE CONTROL ABOCOL PLANTA SUR						
IT	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDADES	CÓDIGO BODEGA	PRECIOS (X UNIDAD)	PRECIOS TOTAL
1	CHASIS PARA CONTROLLOGIX TAMAÑO A7	2	1 Un	8590150452	\$ 686,787.52	\$ 1,510,932.54
2	CONTROLLOGIX CONTROLLER REF: 1756-L61	2	1 Un	8590150018	\$ 7,153,012.42	\$ 15,736,627.32
3	ETHERNET I/P COMMUNICATION INTERFACE MODULE	2	1 Un	8590150015	\$ 2,354,901.00	\$ 5,180,782.20
4	DHRIO	3	1 Un		\$ 2,100,000.00	\$ 6,930,000.00
5	FUENTE	2	1 Un		\$ 1,300,000.00	\$ 2,860,000.00
6	MODULO DE RELLENO DE SLOT (2 POR PAQUETE)	5	1 Un	8590150073	\$ 34,972.41	\$ 192,348.26
7	MODULO ADAPTADOR PARA E/S REMOTAS	4	1 Un	8590140013	\$ 2,125,119.00	\$ 9,350,523.60
8	MODULO PROSOFT PARA COMUNICACIONES MODBUS	1	1 Un	8590150405	\$ 4,726,253.80	\$ 5,198,879.18
9	ARMARIO MODULAR, MODELO TS 8	2	1 Un	8332671183	\$ 3,170,489.00	\$ 6,975,075.80
IT	SERVICIO	CANTIDAD	UNIDADES	CÓDIGO BODEGA	PRECIOS (X UNIDAD)	PRECIOS TOTAL
10	ARMADO DE ARMARIOS	1	Gl.	NA	\$ 8,000,000.00	\$ 8,000,000.00
11	PROGRAMACIÓN SISTEMA DE SUPERVISIÓN & CONTROL	1	Gl.	NA	\$ 30,000,000.00	\$ 30,000,000.00
TOTAL						\$ 91,935,168.90

Tabla 8. Costos asociados al control

CAMBIO SISTEMA DE SUPERVISIÓN ABOCOL					
IT	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDADES	PRECIOS (X UNIDAD)	PRECIOS TOTAL
12	RSVIEW SE SERVER 100W/LINK ENTERPRICE	2	1 Un	USD 2,965.00	\$ 16,307,500.00
13	RSVIEW STUDIO FOR RSVIEW	1	1 Un	USD 1,150.00	\$ 3,162,500.00
14	RSVIEW SE VIEW CLIENT	1	1 Un	USD 490.00	\$ 1,347,500.00
15	RSVIEW SE CLIENT	6	1 Un	USD 1,135.00	\$ 18,727,500.00
16	COMPUTADOR SERVIDOR	3	1 Un	\$ 5,486,498.80	\$ 18,105,446.04
17	LICENCIA OFFICE BASIC2007	1	1 Un	\$ 1,057,096.64	\$ 1,162,806.30
18	SWITCH ETHERNET 8 PUERTOS	8	1 Un	\$ 1,732,022.12	\$ 15,241,794.66
IT	SERVICIO	CANTIDAD	UNIDADES	PRECIOS (X UNIDAD)	PRECIOS TOTAL
20	INSTALACION FIBRA OPTICA	1	Gl.	\$ 19,000,000.00	\$ 19,000,000.00
21	PROGRAMACIÓN SISTEMA DE SUPERVISIÓN	1	Gl.	\$ 44,000,000.00	\$ 44,000,000.00
TOTAL					\$ 137,055,047.00

Tabla 9. Costos asociados al sistema supervisión

MIGRACION SISTEMA SUPERVISION Y CONTROL ABOCOL PLANTA SUR	
COSTO TOTAL CAMBIO SISTEMA CONTROL	\$ 91,935,168.90
COSTO TOTAL CAMBIO SISTEMA SUPERVISION	\$ 137,055,047.00
IMPREVISTOS (10%)	22,899,021.59
TOTAL	\$ 251,889,237.49

Tabla 10. Estimación costo total

5. BENEFICIOS

La migración del sistema de supervisión no solo significa una mejora tecnológica en reemplazo a una plataforma camino a discontinuarse como Wonderware versión 9.5 de Intouch, sino que también representa una mayor escalabilidad y confiabilidad en el sistema de supervisión, y por ende mayor confiabilidad en los procesos de producción bajo esta plataforma. El deficiente soporte de ingeniería y la difícil consecución de repuestos son desventajas que presentan estos sistemas antiguos.

Debido a los planes futuros de expansión y crecimiento de la empresa es necesario contar con un sistema de supervisión apropiado, para evitar problemas de congestión en la red al ingresar nuevas estaciones de monitoreo. Teniendo en cuenta que la estructura actual no es la adecuada por su arquitectura rígida y modo de comunicación con el hardware, presenta una comunicación de datos no optimizada que provoca latencia en la operación y mayores tiempos de Ingeniería. La plataforma Factory Talk View 5 representa una buena opción para la solución de estos inconvenientes. A continuación se destacan las ventajas de esta plataforma:

- Estabilidad, robustez y desempeño
- Herramientas de diagnóstico y acceso a datos en tiempo real
- Aplicación distribuida con redundancia en HMI y Datos.
- Un solo punto donde reside la aplicación. Disminución en tiempo de desarrollo de Ingeniería.
- Optimización de comunicaciones y mejora en el rendimiento de la aplicación.
- Plataforma preparada para expansiones futuras sin disminuir su rendimiento.
- Clientes delgados para las expansiones.
- Mayor soporte técnico

6. ANÁLISIS DE VIABILIDAD

Con la implementación de los controladores Controllogix, y el cambio del sistema de monitoreo HMI a Factory Talk View, se mitiga la vulnerabilidad presentada por los controladores actualmente instalados. También, se disminuye la pérdida o falta de capacidad para suministrar información histórica de las variables de proceso. Se reducen los costos por búsqueda de repuestos de los equipos anteriores, que se encuentran obsoletos y en consecuencia su disponibilidad en el mercado es casi nula.

Con la instalación de este sistema de supervisión, se benefician todas las áreas de la compañía, tales como: compras y contratos, seguridad industrial y administración del SGC, dado que la nueva plataforma optimiza el funcionamiento de los equipos, como por ejemplo las calderas de generación de vapor, donde el control del PLC optimizará el sistema evitando pérdidas por mala combustión y por consiguiente generación de vapor de muy baja calidad impactando de manera directa las plantas de producción.

Este proyecto no posee un retorno directo o inmediato en cuanto a dinero se refiere por la alta inversión que se genera en la adquisición de equipos y de ingeniería; pero su beneficio, si se verá reflejado en la confiabilidad de la planta NPK, por lo tanto también en las demás plantas, reduciendo las limitaciones en la producción generadas por los sistemas de control actuales.

COSTO DIA DE PARADA DE PLANTA		
MOD + CIF + DEPRECIACION		
2014		
MILLONES DE \$		
	Por día	Por hora
NPK	95.0	4.0
NICA 1	10.0	0.4
NICA 2	20.0	0.8
AMONIACO	37.0	1.5
ACIDO NITRICO 1	12.0	0.5
ACIDO NITRICO 2	22.0	0.9
ACIDO NITRICO 3	21.0	0.9
TURBOGAS	16.0	0.7
TURBOVAPOR	10.0	0.4
MOTOGENERADORES	3.0	0.1

Tabla 11. Costos día por parada de planta

En la Tabla 11 se presentan los costos por día que genera una parada de planta en la red de producción de Planta Sur. Adicionalmente en la Figura 31 se muestra un gráfico que muestra la cantidad de horas de impacto en la producción por mes debido a las fallas presentadas en el sistema control, refiérase al PLC o HMI, durante el último año.

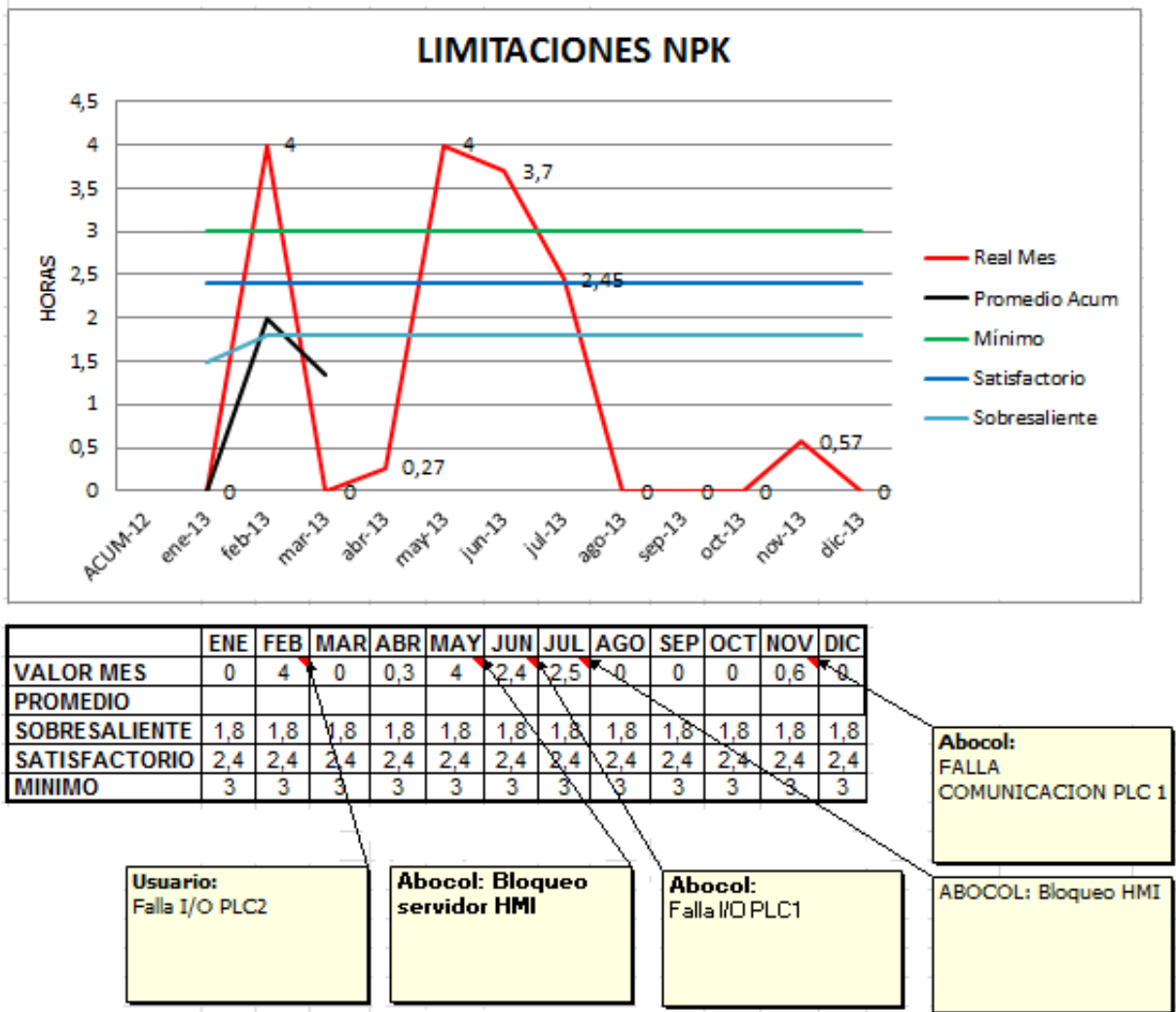


Figura 31. Limitaciones en Planta Sur año 2013

La información suministrada por la gráfica de la Figura 31 nos indica que en el año 2013 se generaron cinco (5) fallas por problemas en los controladores, (perdidas de programa, problemas de cableado, falla en los displays) causando limitaciones en la producción por aproximadamente 15 horas/año, lo que conllevó a paradas no deseadas.

El impacto económico generado en el año 2013 debido a estas limitaciones se calculó en \$ 60.000.000.00 COP. Teniendo en cuenta este dato y se estima un retorno de la inversión de este proyecto para un periodo de 3 años aproximadamente.

7. CRONOGRAMA DEL PROYECTO

Teniendo en cuenta las tareas que fueron especificadas en el alcance de trabajo del proyecto, se asigna el tiempo de ejecución estimado para cada una de ellas. A continuación se presenta un diagrama organizado que resume todas las actividades propuestas y el tiempo de duración para cada una de ellas.

CRONOGRAMA ESTIMADO

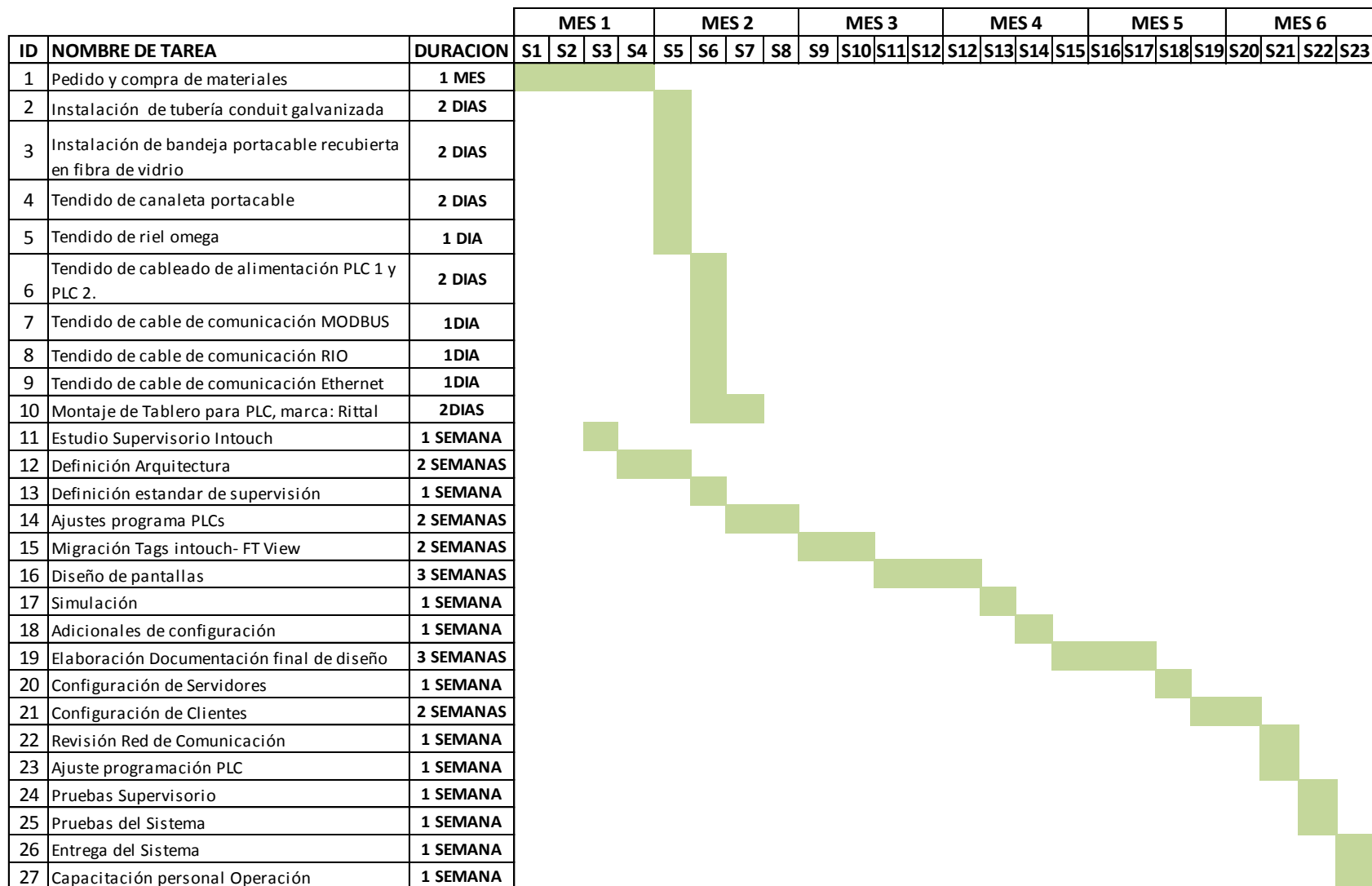


Figura 32. Tiempos estimados para las actividades del proyecto

8. CONCLUSIONES

El proyecto de migración del sistema de supervisión y controladores en ABOCOL S.A es una de las mejoras tecnológicas más significativas de los últimos años en la compañía, la envergadura del proyecto llevó a todas las áreas pertinentes a aportar sus ideas para la ejecución perfecta del mismo. Se puede asegurar que ésta implementación traerá beneficios visibles a los procesos productivos de la empresa. La plataforma del nuevo sistema de supervisión y la instalación de los nuevos controladores controllogix le darán mayor robustez al sistema de control de la planta, ya que con la configuración de redundancia de servidores se garantiza la operación constante y confiable las 24 horas, además de las considerables mejoras en la arquitectura o red de control.

Además, con la actualización de los diagramas de conexionado eléctrico y electrónico de todas las señales de entradas y de salidas se disminuyó la alta densidad de cableado que existía anteriormente, lo cual permitirá determinar claramente cualquier tipo de falla de forma técnica.

Finalmente se realizaron pruebas generales de funcionalidad al sistema implementado, encontrando que éste funciona adecuadamente, logrando el monitoreo y control de las variables requeridas, lo cual permitirá a ABOCOL obtener status corporativo, teniendo en cuenta el sistema de gestión de calidad desarrollado dentro de la empresa.

9. BIBLIOGRAFÍA

- MANUALES DE OPERACIONES PLANTAS DE PRODUCCION ABOCOL S.A. CARTAGENA, 2005.
- BASE DE DATOS, REGISTRO DE LIMITACIONES DE PLANTAS DE PRODUCCIÓN ABOCOL S.A. CARTAGENA, 2012.
- FACTORY TALK VIEW SITE EDITION INSTALLATION GUIDE, Viewse- in003fen-p, Agosto 2007
- FACTORY TALK VIEW SITE EDITION USER'S GUIDE, Viewse-um005e-en-e, Agosto 2007
- FACTORYTALK VIEW SITE EDITION IIS HANDBOOK, Revision 1.1, May 2007
- URL: <http://www.rockwellautomation.com/knowledgebase/>
- URL: <http://www.rockwellautomation.com/support/chat/na.html>