



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA AUTOMATIZACIÓN Y
CONTROL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTRÓNICO EN AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL**

**TEMA: INTEGRACIÓN DE LA PLANTA DESHIDRATADORA DE GAS
NATURAL DEL BLOQUE 6 DE PETROAMAZONAS – EP A LA PLATAFORMA
SCADA DEL CENTRO DE MONITOREO Y CONTROL HIDROCARBURÍFERO DE
LA ARCH.**

AUTOR: BORJA ZAMBRANO JHONNATAN PATRICIO

DIRECTOR: ING. GORDILLO ORQUERA RODOLFO JAVIER

SANGOLQUÍ

2017



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA AUTOMATIZACIÓN Y
CONTROL

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, "INTEGRACIÓN DE LA PLANTA DESHIDRATADORA DE GAS NATURAL DEL BLOQUE 06 DE PETROAMAZONAS – EP A LA PLATAFORMA SCADA DEL CENTRO DE MONITOREO Y CONTROL HIDROCARBURÍFERO DE LA ARCH" realizado por el señor **JHONNATAN PATRICIO BORJA ZAMBRANO**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor **JHONNATAN PATRICIO BORJA ZAMBRANO** para que lo sustente públicamente.

Ing. Rodolfo Gordillo

DIRECTOR DEL PROYECTO



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, **JHONNATAN PATRICIO BORJA ZAMBRANO**, con cédula de identidad N° **0503210221**, declaro que este trabajo de titulación **“INTEGRACIÓN DE LA PLANTA DESHIDRATADORA DE GAS NATURAL DEL BLOQUE 06 DE PETROAMAZONAS – EP A LA PLATAFORMA SCADA DEL CENTRO DE MONITOREO Y CONTROL HIDROCARBURÍFERO DE LA ARCH”** ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

JHONNATAN BORJA
C.I. 0503210221



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA AUTOMATIZACIÓN
Y CONTROL

AUTORIZACIÓN

Nosotros, **JHONNATAN PATRICIO BORJA ZAMBRANO**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación **"INTEGRACIÓN DE LA PLANTA DESHIDRATADORA DE GAS NATURAL DEL BLOQUE 06 DE PETROAMAZONAS – EP A LA PLATAFORMA SCADA DEL CENTRO DE MONITOREO Y CONTROL HIDROCARBURÍFERO DE LA ARCH"** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

JHONNATAN BORJA

C.I. 0503210221

DEDICATORIA

A Dios, que es el guía en cada uno de mis pasos.

*A Marlene Zambrano mi madre, por ser mi amiga y compañera durante todo este viaje,
por siempre entregarme su amor y sus sabios consejos.*

*A Patricio Borja mi padre, por ser ese gran ejemplo de lucha, esfuerzo y perseverancia,
por siempre demostrarme su apoyo incondicional y no dejar de creer en mí.*

*A mis hermanos Dario y Fernando Borja, por todos esos hermosos momentos vividos en
todos estos años de mi carrera universitaria, y por todos los buenos momentos que
seguiremos viviendo.*

*A mis hijos Mathias y Paulette Borja, por ser motivo de inspiración y superación en mi
vida profesional y espiritual, por ser lo más grande que tengo en la vida.*

*A Kenia Poma, por haber compartido gran parte de este trayecto importante en mi
vida.*

*A Fátima Macías que ha sido como una madre, por el apoyo incondicional que me ha
sabido brindar durante todo este tiempo.*

AGRADECIMIENTO

A Dios por cada una de sus bendiciones a lo largo de mi vida, por cada alegría en cada logro, por todos esos tropiezos que cada vez me han hecho más fuerte y más sabio al momento de tomar una decisión, por darme la fuerza y constancia durante todo este trayecto, gracias por ayudarme a levantar.

A mis padres por todo el esfuerzo y sacrificio que han hecho al hacer de sus hijos hombres de bien, por enseñarnos que el amor de familia siempre va a ser lo primordial en la vida, por inculcar valores de respeto, amor, humildad, coraje y tenacidad en mi vida, por ser siempre un ejemplo a seguir para sus hijos.

A mis dos amores por ser siempre ese constante motivo de lucha, por llenar mi vida de los más grandes momentos, porque con cada sonrisa, con cada mirada llenan de luz cada instante de mi vida, gracias Mathias y Paulette por haber llegado de sorpresa a mi vida. Los amo con cada musculo, con cada hueso, con cada hebra de mi cabello. Al infinito y más allá (MarcadorDePosición1).

A mi familia Borja – Zambrano en especial a mis abuelitos porque sin su amor incondicional no habría sido lo mismo este sacrificio, a mis tíos por ese cariño tan grande que me han brindado y toda la confianza prestada.

A mi director de tesis, Ing. Rodolfo Gordillo, por su buena predisposición para guiarme en este proyecto.

A la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero, en especial a esos grandes amigos del CMCH, Magdita, Andrea, Fernando, Gabriel, Anita, Geobys, Mariela, por todo el apoyo brindado durante mi estadía como pasante y luego como tesista, por todos los conocimientos aportados a este trabajo.

ÍNDICE

1. DEFINICIÓN DEL PROYECTO	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. ANTECEDENTES	1
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	2
1.4. ALCANCE DEL PROYECTO	3
1.5. FACTIBILIDAD Y ACCESIBILIDAD	5
1.6. OBJETIVOS	6
1.6.1. General	6
1.6.2. Específicos	6
2. DESCRIPCIÓN CONCEPTUAL	8
2.1. INTRODUCCIÓN	8
2.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL BLOQUE 06	8
2.2.1. Ubicación geográfica	8
2.2.2. Plataforma Amistad (offshore)	9
2.2.3. Planta Deshidratadora de Gas Natural	10
2.2.4. Descripción del proceso	11
2.2.4.1. Recibidor del limpiador de tubería (<i>Pig Receiver</i>)	11
2.2.4.2. Separador de GAS – CONDENSADOS (<i>Slug Catcher</i>)	12
2.2.4.3. Separador Flash de Condensados	14
2.2.4.4. Torre Contactora	15
2.2.4.5. Unidad de Regeneración de glicol	16
2.2.4.6. Separador de glicol	18
2.2.4.7. Filtro estándar de tela MAJ-2240	19
2.2.4.8. Filtro separador <i>MAK</i>	19
2.2.4.9. Calentador de gas	20
2.2.4.10. Tanques de almacenamiento de condensados	22
2.2.4.11. Sistema de medición de gas Vesubio (ZAU-7310)	23
2.2.4.12. Sistema de medición termogás Machala #2 ZAU-7110	24
2.2.4.13. Bombas de glicol	24
2.3. SISTEMAS SCADA	27
2.3.1. Características	29
2.3.2. Prestaciones	30
2.3.3. Requisitos básicos	30

2.3.4. Funciones principales	31
2.4. SISTEMAS DE CONTROL DISTRIBUIDO	32
2.4.1. Características	33
2.4.2. Interface de comunicación OPC Foundation	33
2.5. MATRIKON DATA MANAGER	34
2.5.1. Características:.....	35
2.6. FACTORY TALK.....	36
2.6.1. Factory talk historian	36
2.6.2. Factory talk view suite	37
2.6.2.1. FT View Studio Enterprise.....	37
2.6.2.2. FT View SE Server.....	38
2.6.2.3. FT View SE Client.....	38
2.6.2.4. FT View SE Station.....	38
2.7. PROCEDIMIENTO DE INTEGRACIÓN.....	38
2.8. ARQUITECTURA DE COMUNICACIÓN.....	41
2.9. CAPACIDAD DE INTEGRACIÓN UN SUJETO DE CONTROL.....	44
2.9.1. Compatibilidad a nivel de aplicación.	44
2.9.2. Compatibilidad a nivel de comunicaciones.....	45
2.9.3. Disponibilidad de acceso a variables para el monitoreo en el CMCH	45
3. METODOLOGÍA.....	47
3.1. INTRODUCCIÓN.....	47
3.2. METODOLOGÍA EN V	47
3.2.1. Conceptos de operaciones	48
3.2.2. Definición de requerimientos	48
3.2.2.1. Requerimientos	49
3.2.3. Diseño Funcional y Técnico del Sistema.....	49
3.2.4. Especificación componentes	50
4. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN	52
4.1. INTRODUCCIÓN.....	52
4.2. DISEÑO	52
4.2.1. Comunicaciones.....	52
4.2.1.1. Arquitectura	52
4.2.1.2. Interfaz.....	54
4.2.1.3. Matrikon OPC Data Manager.....	55
4.2.1.4. Interfaz Pi	55

4.3. IMPLEMENTACIÓN	56
4.3.1. Procedimiento de instalación y configuración de la interfaz	56
4.3.2. Generación de históricos	56
4.3.2.1. Procedimiento para la implementación de Históricos	57
4.3.2.2. Creación de puntos de historización	57
4.3.3. Diagramación y visualización	61
4.3.3.1. Procedimiento para la diagramación HMI's	62
4.3.3.2. Diagramación	63
4.3.3.3. Creación de tags y direccionamiento en Factory Talk View	68
4.3.3.4. Programación y Animación en Factory Talk View Studio	72
4.3.3.5. Macros y Parámetros	74
4.3.3.6. Creación y Configuración de variables en Matrikon Data Manager	77
4.3.4. Generación de alarmas	78
4.4. REPORTES	78
5. ANÁLISIS DE RESULTADOS	81
5.1. PRUEBAS DE COMUNICACIÓN	82
5.2. PRUEBAS A NIVEL DE SERVIDOR HISTORIAN	84
5.3. PRUEBAS DE TRANSFERENCIA DE DATOS ENTRE SERVIDORES OPC	87
5.4. PRUEBAS DE DIAGRAMACIÓN Y VISUALIZACIÓN	89
5.4.1. Pruebas a Nivel de Factory Talk View Studio	89
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	91
6.1. CONCLUSIONES	91
6.2. RECOMENDACIONES	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación geográfica de B06.....	9
Figura 2 Plataforma Amistad, PETROAMAZONAS EP 2015.....	10
Figura 3 Planta de gas, bajo alto el Guabo Provincia del Oro.....	11
Figura 4 Trampa recibidora de limpiador.....	12
Figura 5 Separador de Gas y Condensados.....	13
Figura 6 Separador Flash de condensados.....	14
Figura 7 Torre Contactora.....	15
Figura 8 Unidad de regeneración de glicol.....	17
Figura 9 Separador de glicol.....	18
Figura 10 Filtro de tela.....	19
Figura 11 Filtro Separador.....	20
Figura 12 Calentador de Gas.....	21
Figura 13 Tanques de Almacenamiento de Condensados.....	22
Figura 14 Bombas de glicol de intercambio de energía.....	25
Figura 15 Diagrama de funcionamiento de la bomba de glicol kimray.....	26
Figura 16 Esquema básico de un sistema SCADA.....	28
Figura 17 Arquitectura de un sistema SCADA.....	29
Figura 18 Arquitectura típica de un sistema de control distribuido.....	32
Figura 19 Pasos a seguir para la integración de un sujeto de control.....	40
Figura 20 Arquitectura de comunicación Bloque 06.....	41
Figura 21 Arquitectura de adquisición de datos PAM – CMCH.....	43
Figura 22 Metodología en V.....	47
Figura 23 Arquitectura de adquisición y entrega de datos al CMCH.....	52
Figura 24 Arquitectura para entrega de datos a CMCH.....	54
Figura 25 Creación del grupo para variables del bloque 06.....	59
Figura 26 Creación de las variables para puntos de historización.....	60
Figura 27 Lista de variables ingresada en software Matrikon OPC Data Manager.....	60
Figura 28 Arquitectura para el desarrollo de HMI's.....	64
Figura 29 Área designada para el encabezado.....	64
Figura 30 Área para diagramación de esquemáticos correspondientes a la planta de gas.....	65
Figura 31 Área de menú de acceso.....	65
Figura 32 Configuración para elección del proyecto.....	66
Figura 33 Menú Planta Deshidratadora de Gas Natural.....	67
Figura 34 Lista de Excel para la creación de tags de manera masiva.....	68
Figura 35 Acceder a la aplicación Tags Import and Export Wizard.....	69

Figura 36 Selección de operación que se va a realizar.	69
Figura 37 Seleccionar tipo de proyecto Site Edition.	69
Figura 38 Búsqueda del proyecto a importar.	70
Figura 39 Proyecto seleccionado desde la ubicación.	70
Figura 40 Selección de archivo que se desea importar.	70
Figura 41 Seleccionar opción de importación que se desea.	71
Figura 42 Visualización de tags, pertenecientes al Bloque 06.	71
Figura 43 Tags temporales para el bloque 06.	72
Figura 44 Cuadro Numeric Display Properties para animación.	73
Figura 45 Animación para visualizar estados de equipos.	73
Figura 46 Macro creado para display de Overview General.	75
Figura 47 Configuración de botones de menú de navegación Bloque 06.	75
Figura 48 Configuración de botón a través de macros.	76
Figura 49 Parámetro creado para display Overview General.	76
Figura 50 Archivo correspondiente a la creación de alias.	77
Figura 51 Lista de tags para generación de alarmas Bloque 06.	78
Figura 52 Estado de conectividad servidor CMCH, servidor PAM Quito.	83
Figura 53 Tendencia de interfaz posiblemente inhibida.	83
Figura 54 Lista de variables creadas en servidor Historian.	85
Figura 55 Lista de variables en Excel para subir al servidor Historian.	85
Figura 56 Direccionamiento de variables creadas en el CMCH.	86
Figura 57 Lista de variables creadas en servidor Historian.	87
Figura 58 Variables creadas en Matrikon Data Manager.	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Estándar para colores de HMI (línea, producto, color).....	61
Tabla 2 Estándar para tamaño de letra en HMI.....	61
Tabla 3. Nombres de pantallas diagramadas con indicador de señales	62
Tabla 4. Tag's utilizados para la generación de reporte	79
Tabla 5. Tabla de resultados de pruebas.	81
Tabla 6. Comparación de variable LIC_2102 entre lista de Excel e Historian.	86
Tabla 7. Direccionamiento hacia servidor Historian.	88
Tabla 8. Resultados de la Implementación del Bloque 06.....	89

RESUMEN

En el presente proyecto se desarrolló la integración de la Planta Deshidratadora de Gas Natural Bloque 06 de PETROAMAZONAS EP a la plataforma SCADA del Centro de Monitoreo y Control Hidrocarburífera (CMCH) de la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero (ARCH), en base a las normas y estándares establecidos por el CMCH, con esto se busca garantizar el aprovechamiento óptimo de los recursos Hidrocarburíferos y tener un monitoreo diario de estas operaciones. El proceso de integración comprende la creación de pantallas HMI's (Human Machine Interface) utilizando el software Factory Talk View Studio, las cuales se diseñan en función de las necesidades de cada proceso. Para el monitoreo de las variables que provienen de campo, en el CMCH son creadas a través de listados en Excel direccionadas con los servidores Historian del CMCH, y enlazadas por medio de una configuración PI to PI hacia los servidores de PETROAMAZONAS EP en Quito, logrando de esta manera monitorear en tiempo real el estado de los equipos en campo. La plataforma SCADA del CMCH permite almacenar la información recibida por parte del sujeto de control a través del Software Factory Talk Historian instalado en el servidor Historian del CMCH, logrando así que los especialistas del CMCH procesen, analicen los datos por medio de tendencias, reportes e informes, cumpliendo de esta manera los objetivos del Centro de Monitoreo y Control Hidrocarburífero que son regular, controlar y fiscalizar las actividades técnicas y operacionales que realiza la Planta deshidratadora de Gas Natural.

PALABRAS CLAVES:

- CENTRO DE MONITOREO Y CONTROL HIDROCARBURÍFERO
- GAS NATURAL
- SUPERVISIÓN CONTROL Y ADQUISICIÓN DE DATOS
- INTERFAZ HUMANO MAQUINA

ABSTRACT

In the present project the integration of the Natural Gas Dehydrator Plant Block 06 of PETROAMAZONAS EP was developed to the SCADA platform of the Center for Monitoring and Control of Hydrocarbons (CMCH) of the Agency for Regulation and Control Hydrocarbons (ARCH), based on the Standards and standards established by the CMCH, which seeks to ensure optimal use of hydrocarbon resources and have a daily monitoring of these operations. The process of integration includes the creation of HMI screens (human machine interface) using the software factory talk View study, which is designed according to the needs of each process. For the monitoring of variables that prohibit field, in the CMCH are created through the listings in Excel addressed with the CMCH Historian servers, and linked by means of a PI configuration to the PI to the PETROAMAZONAS EP servers in Quito, Achieving In this way to monitor in real time the state of the teams in the field. The CMCH SCADA platform allows storing the information received by the control subject part through the software factory. The chat historian installed on the CMCH Historian server, thus enabling the CMCH specialists to process, analyze the data by Means of trends, reports, thus fulfilling the objectives of the Hydrocarbon Monitoring and Control Center that the child regulates, controls and supervises the technical and operational activities carried out by the Natural Gas Dehydrator Plant.

KEYWORDS:

- CENTER FOR HYDROCARBON MONITORING AND CONTROL
- NATURAL GAS
- SUPERVISION AND DATA ACQUISITION CONTROL
- HUMAN MACHINE INTERFACE

GLOSARIO DE TÉRMINOS

GN: Gas Natural

GLP: Gas Licuado de Petróleo

CMCH: Centro de Monitoreo y Control Hidrocarburífero

ARCH: Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero

MMSCFD: Millones de pies cúbicos estándar por día

SCADA: Supervisión, Control y Adquisición de Datos

BPCS: Sistema Básico de Control de Procesos

SIS: Sistema Instrumentado de Seguridad y Shutdown

BPD: Barriles por día

PSIG: Libras Fuerza por Pulgada Cuadrada

GNL: Gas Natural Licuado

MBTU/H: cantidad de energía que se requiere para elevar en un grado Fahrenheit la temperatura de una libra de agua en condiciones atmosféricas normales

MSCF: Miles de pies cúbicos por día

RIOS: Remote Input / Output Signal

PI: Plant Information / Información de la Planta, sistema para agrupar señales importantes de campo

P&ID: Piping and Instrumentation Diagram

CAPÍTULO I

1. DEFINICIÓN DEL PROYECTO

1.1. INTRODUCCIÓN

El presente capítulo tiene como finalidad presentar, antecedentes, justificación e importancia, alcance, factibilidad y accesibilidad, objetivo general, y objetivos específicos, dentro de los cuales se plasmará las ventajas y necesidades de integrar la Planta Deshidratadora de Gas a la plataforma SCADA del Centro de Monitoreo y Control Hidrocarburífero (CMCH), para monitorear los diferentes procesos que cumple la misma, y mejorar la fiscalización y el control de las actividades hidrocarburíferas en el País.

1.2. ANTECEDENTES

Desde que inició la actividad petrolera en el Ecuador por empresas extranjeras y nacionales, no se había logrado el control y monitoreo en tiempo real de la cadena de valor: exploración, explotación, transporte y almacenamiento, refinación y comercialización.

Es así con este objetivo, que la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero ARCH como fiscalizador de las operaciones hidrocarburíferas en el Ecuador crea el Centro de Monitoreo y Control Hidrocarburífero CMCH, ubicado en la Armenia – Quito.

El CMCH se encarga de monitorear, supervisar y controlar las operaciones hidrocarburíferas, a través del procesamiento, registro, análisis, verificación y validación de la información en tiempo real; a la revisión, evaluación y auditoría técnica de las operaciones de los sistemas de control, información y automatización de los sujetos de control (operadoras que realizan actividades hidrocarburíferas).

El Bloque 06 Campo Amistad operado por PETROAMAZONAS EP, ubicado en el Golfo de Guayaquil, provincia del Oro a 65 kilómetros del Puerto Bolívar, consta de instalaciones offshore (plataforma amistad) ubicada a 42 millas náuticas del Puerto Bolívar, y onshore (planta deshidratadora) en el Sector de Bajo-Alto, parroquia Tendales, cantón el Guabo, la misma que al momento no se encuentra integrada a la arquitectura de control y monitoreo del CMCH de la ARCH.

En marzo del 2013 se realizó un proyecto similar al que se propone por parte de estudiantes de la carrera de ingeniería en petróleos de la Universidad Central del Ecuador, el cual no se encuentra implementado en el Centro de Monitoreo y Control Hidrocarburífero, ya que para dicha fecha la planta no constaba con el grado de automatización que se requiere para realizar la integración a la plataforma SCADA del CMCH; motivo por el cual el informe de factibilidad que se realiza tras una visita a la misma dio como conclusión una respuesta no favorable ya que su instrumentación era de tipo neumática y las mediciones se realizaban en sitio, donde se encuentra el instrumento.

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La industria hidrocarburifera representa un 59% de ingresos en la economía nacional; debido a esto es de gran importancia que el Centro de Monitoreo y Control Hidrocarburífero CMCH de la ARCH monitoree, supervise, y tenga un registro de la información en tiempo real de los sujetos de control autorizados y registrados por la Agencia.

Es así que se realiza el estudio de factibilidad para luego integrar los Sujetos de Control al SCADA del CMCH, con el objetivo de adquirir la información de los procesos que tengan mayor relevancia para su evaluación, registro, procesamiento y monitoreo.

Luego de obtener un informe de factibilidad, el presente proyecto propone la **Integración de la Planta Deshidratadora de Gas Natural del Bloque 06 de**

PETROAMAZONAS-EP a la Plataforma SCADA del Centro de Monitoreo y Control Hidrocarburífero de la ARCH; lo cual es de suma importancia para el CMCH, debido a que actualmente no se está obteniendo ningún tipo de datos en tiempo real; el desarrollo en el menor tiempo posible permitirá facilitar los objetivos que tiene el CMCH, fortaleciendo su posicionamiento institucional, para el monitoreo, supervisión, procesamiento y análisis de la información en tiempo real.

1.4. ALCANCE DEL PROYECTO

Con el presente proyecto se pretende incrementar el control y monitoreo del CMCH en el área de explotación, producción y transporte de hidrocarburos (MIDSTREAM): Planta Deshidratadora de Gas Natural.

Obtener de manera detallada características sobre el comportamiento y manejo del proceso que realiza la planta, para así dar el sustento necesario y poder emprender todas las etapas de diseño.

Como base para desarrollar la integración de la planta de gas del Bloque 06 al SCADA del Centro de Monitoreo, se tiene un informe de factibilidad, el cual fue realizado por los técnicos del CMCH luego de una visita a la planta de gas en Machala; el procedimiento de integración puede ejecutarse ya que dicho informe es favorable, esto cumpliendo los requerimientos técnicos del CMCH.

El desarrollo de las interfaces de visualización e historización, permitirá ejecutar las acciones de control, monitoreo y supervisión de los diferentes procesos que se realizan en la Planta, teniendo que diagramarse los descritos a continuación:

- Entrada a la planta.
- Tren #1
 - Unidad de deshidratación de gas
 - Unidad de regeneración de glicol

- Unidad de filtración y calentamiento de gas
- Tren #2
 - Unidad de deshidratación de gas
 - Unidad de regeneración de glicol
 - Unidad de filtración y calentamiento de gas
 - Unidad de medición de gas a futura planta Vesubio
 - Unidad de medición de gas a Termo gas Machala
- Tren #3
 - Unidad de deshidratación de gas
 - Unidad de regeneración de glicol
- Sistema de gas combustible
- Sistema de drenajes
- Sistema de condensados
- Sistema de venteos

Como base para el desarrollo del proyecto se utilizará la normativa creada por el CMCH basada en las normas ISA 5.1 (*Instrumentation Symbols and Identification*), 5.3 (*Graphic Symbols for Distributed Control/Shared Display Instrumentation*), 5.5 (*Graphic Symbols for Process Displays*), las cuales están enfocadas a los procesos de diagramación y programación de esquemáticos; obteniendo así el fácil entendimiento y manejo, permitiendo el uso apropiado de las interfaces.

El proceso completo para la deshidratación del gas natural, conlleva un número de alrededor de 300 variables de entradas y salidas (I/O); para la animación y visualización de datos de los diferentes procesos que se van a diagramar las variables con mayor relevancia de acuerdo a las necesidades que se plantean en los objetivos del CMCH.

Para direccionar las variables creadas en el CMCH hacia las variables creadas en campo en la planta deshidratadora de gas natural, se procederá con la

configuración de los servidores View e Historian mediante el software Matrikon OPC data Manager y System Management Tools respectivamente; el mismo que permitirá visualizar los datos obtenidos de la planta en Machala en el SCADA del centro de monitoreo ubicado en la ARCH.

Para entender de mejor manera cómo llegan los datos desde la planta deshidratadora de gas en Machala al CMCH, se realizará un esquema de la arquitectura de comunicación, detallando direcciones IP y la cantidad de nodos necesarios para este enlace.

Las pruebas de funcionamiento serán en tiempo real, comparando las tomadas en campo con las que se visualizan en el CMCH. Estas pruebas serán, de visualización para tener un óptimo manejo de las interfaces por parte de los técnicos del CMCH; historización para que los datos que se visualizan en las animaciones estén de acuerdo al proceso que se está observando, y de direccionamiento para que los datos obtenidos en el CMCH se encuentre correctamente direccionados con la instrumentación implementada en la planta en Machala.

1.5. FACTIBILIDAD Y ACCESIBILIDAD

Por parte del sujeto de control PETROAMAZONAS EP existe la disponibilidad del acceso a la información requerida por el CMCH para el monitoreo de sus operaciones hidrocarburíferas.

Durante la visita a la Planta Deshidratadora de Gas Natural se pudo verificar que el grado de automatización de la planta es el esperado para realizar la integración de la misma a la plataforma SCADA del CMCH, tiempo atrás esto no hubiese sido posible ya que la instrumentación era de tipo neumática y no se podía obtener información del estado de los equipos.

En el CMCH cuenta con el software necesario para el desarrollo de las pantallas HMI, donde se podrá llevar a cabo el control y monitoreo del proceso de deshidratación que cumple la planta.

En cuanto a la configuración de la interfaz de comunicación entre PETROAMAZONAS EP y el CMCH, ésta ya se encuentra desarrollada por parte del sujeto de control, motivo por el cual los datos solicitados para el monitoreo del Bloque 06 serán enviados a través de esta.

1.6. OBJETIVOS

1.6.1. General

- Integrar la Planta Deshidratadora de Gas Natural del Bloque 06 de PETROAMAZONAS EP a la Plataforma SCADA del Centro de Monitoreo y Control Hidrocarburífero de la ARCH, para optimizar el control de las actividades hidrocarburíferas que se desarrollan en el Ecuador, mediante el monitoreo en tiempo real de los equipos que realizan el proceso de deshidratación del gas.

1.6.2. Específicos

- Analizar la información correspondiente a la planta desahidratadora de gas natural como base para desarrollar la integración a la plataforma SCADA del Centro de Monitoreo y Control Hidrocarburífero, cumpliendo con requerimientos técnicos del mismo.
- Desarrollar las interfaces de visualización e historización que permitan ejecutar las acciones de control y monitoreo de los procesos que se realizan en la Planta Deshidratadora de Gas Natural, utilizando las aplicaciones del sistema SCADA del CMCH para el efecto.
- Obtener datos en tiempo real por medio de la interfaz antes configurada PI to PI, desde los servidores de historización de PETROAMAZONAS EP.

- Realizar las pruebas correspondientes luego del proceso de integración, y comprobar su óptimo funcionamiento a nivel de visualización en tiempo real e histórico.

CAPÍTULO II

2. DESCRIPCIÓN CONCEPTUAL

2.1. INTRODUCCIÓN

En el siguiente capítulo se describe cada uno de los procesos que cumple la Planta Deshidratadora de Gas Natural, ya que es esencial para la diagramación de las pantallas conocerlos con detalle, donde se tienen las diferentes etapas como: recepción del gas, separación de condensados, deshidratación o eliminación de humedad del gas por contraflujo con Glicol, la etapa de regeneración de glicol, filtrado y secado donde también se realiza control de temperatura para luego ser despachar el gas, almacenamiento de condensados, quema de gas, y la etapa de medición y despacho. También se realizarán conceptos básicos y una breve descripción del software que se utilizara para el desarrollo e implementación del proyecto, en estos puntos de hablará un poco de lo que es el direccionamiento de las variables que se van a monitorear, configuración de la interfaz para la transferencia de datos entre ambas entidades.

2.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL BLOQUE 06

2.2.1. Ubicación geográfica

Operado por PETROAMAZONAS EP, el campo Amistad - Bloque 06, está ubicado en el Golfo de Guayaquil, provincia de El Oro. Tiene un área aproximadamente de 3.497 kilómetros cuadrados, las cuales, en su mayoría son aguas de menos de 65 metros de profundidad. El B06 consta de la Plataforma Amistad (offshore) que se encuentra a una distancia de 42 milla náuticas de Puerto Bolívar y aproximadamente a 70 km de la Planta Deshidratadora de gas (onshore) en el Sector de Bajo-Alto, parroquia Tendales, cantón El Guabo.

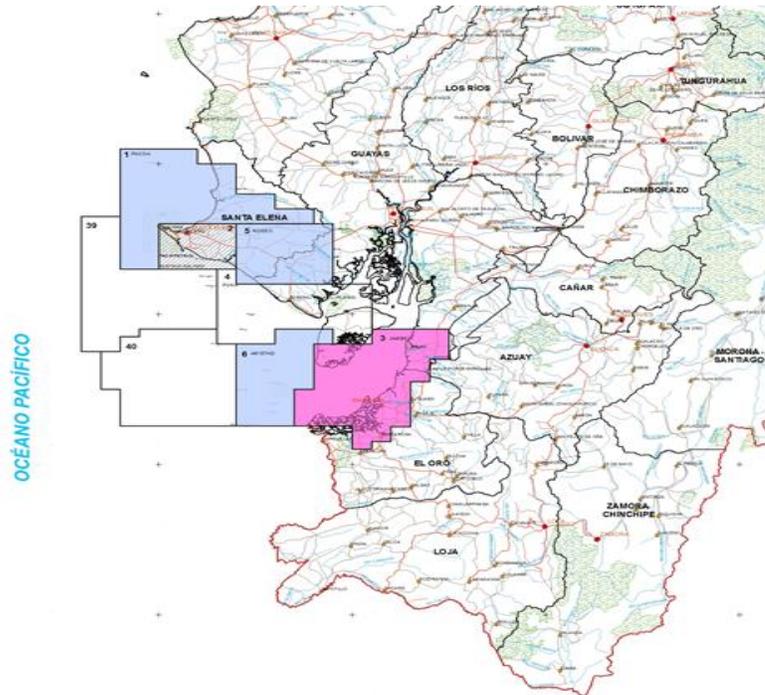


Figura 1 Ubicación geográfica de B06.

Fuente: PETROAMAZONAS EP

2.2.2. Plataforma Amistad (offshore)

En contraste al resto de bloques en los cuales se realizan la explotación de crudo, el campo Amistad desarrolla la extracción de gas natural (GN) que, a diferencia del Gas Licuado de Petróleo (GLP), no necesita ser refinado para su utilización.

A la plataforma amistad, con ayuda de la plataforma de perforación auto-elevable denominada “Jack up”, llega gas natural que se extrae de 6 pozos, y actualmente tienen una producción diaria de 60 MMSCFD (millones de pies cúbicos diarios) aproximadamente.

En la Plataforma Amistad, luego de un procesamiento inicial en el separador trifásico de agua, gas y condensados; y después de haber disminuido la presión con la que sale el gas de los pozos a través de un sistema de tuberías, el gas es

inyectado al gasoducto, que es una tubería de 12" de diámetro, y tiene una distancia de 70 km, instalada sobre el lecho marino para su transporte hasta la Planta Deshidratadora de Gas.



Figura 2 Plataforma Amistad, PETROAMAZONAS EP 2015

Actualmente el GN extraído, es destinado para la generación de energía eléctrica a CELEC EP, para el consumo doméstico en la comunidad de Bajo Alto y para el sector industrial (principalmente de cerámica) en Austro y Guayas.

2.2.3. Planta Deshidratadora de Gas Natural

La planta anteriormente constaba de dos trenes de deshidratación con una capacidad de tratamiento de gas de 40 MMSCFD cada uno (cada tren de deshidratación consiste de una torre contactora y una unidad de regeneración de glicol), un tren de filtración, calentamiento y medición de 80 MMSCFD de capacidad cada uno. Debido al aumento de producción en la Plataforma Amistad,

PETROAMAZONAS EP se amplió la capacidad de procesamiento de la Planta de 80 a 120 MMSCFD, para lo cual, fue necesario instalar un tercer tren de deshidratación con una capacidad de procesamiento de 40 MMSCFD, un tren de filtración, calentamiento y medición de gas de 100 MMSCFD cada uno.



Figura 3 Planta de gas, bajo alto el Guabo Provincia del Oro

Fuente: CMCH, ARCH

El control operativo y supervisión de la Planta se realiza mediante un Sistema Básico de Control de Procesos (BPCS) que recibe las señales desde campo a través de RIOS de control.

2.2.4. Descripción del proceso

2.2.4.1. Recibidor del limpiador de tubería (*Pig Receiver*)

En este gasoducto y a la entrada de la planta se encuentra instalada la trampa recibidora, cuya función es recibir el pig enviado desde la Plataforma Amistad con

el objetivo de arrastrar consigo gas y sedimentos del mismo, que luego serán enviados a los tanques de almacenamiento de condensados.

Condiciones de operación y diseño:

- Presión y temperatura de diseño: 1480 psig a 100 °F



Figura 4 Trampa recibidora de limpiador.

Fuente: CMCH, ARCH

2.2.4.2. Separador de GAS – CONDENSADOS (*Slug Catcher*)

Este equipo consta de dos barriles horizontales, uno superior de 36” de diámetro y otro de 72” de diámetro nominal. La operación de separación del gas que proviene de la Plataforma Amistad se la realiza en el barril superior, cuya composición interna es de una malla, en donde al chocar el flujo de gas con la misma provoca la separación de los condensados, los mismos que se acumulan en el barril inferior, para luego ser enviados al separador flash de condensados y desde ahí a los tanques de almacenamiento de condensados.

Este equipo actualmente se encuentra dimensionado para condiciones de flujo de hasta 120 MMSCFD, y la malla interna de la cual se compone, puede separar gotas de líquido con un espesor de hasta 150 μm .



Figura 5 Separador de Gas y Condensados.

Fuente: CMCH, ARCH

Condiciones de operación y diseño:

- Presión y temperatura de diseño: 1480 psig a 100 °F

El gas separado en el *slug catcher* es enviado a una derivación de dos líneas, donde una parte se dirige hacia las torres contactora teg 1, teg 2 y teg 3 y otra parte hacia la planta de GNL, previo paso por el sistema de medición ZAU-7200; los equipos toman el gas de la línea principal en forma secuencial y no a través de una distribución simétrica de las cañerías.

2.2.4.3. Separador Flash de Condensados

Este equipo se encarga de recibir los condensados que son separados en el *Slug Catcher*, es un separador bifásico que se encarga de separar gas y condensados, cuenta con un dispositivo de alivio de presión, y son enviados al colector de alivios de baja presión.



Figura 6 Separador Flash de condensados

Fuente: CMCH, ARCH

Condiciones de operación y diseño:

- Caudal de diseño: 105000 BPD
- Presión y temperatura de diseño: 75 psig a 100 °F

El separador Flash es el último proceso de separación de agua con condensados; prácticamente por densidad los fluidos serán separados del gas en su totalidad; tiene la capacidad de retener el volumen de slugs de 62 bbl

formado durante el *piggeo*, y los líquidos formados en operación normal, 12,8 BPD.

2.2.4.4. Torre Contactora

Coloca en contacto el gas natural con el glicol, para que este remueva el vapor de agua asociado al gas. La torre contactora esta provista internamente con platos, en los cuales el gas ascendente burbujea al contacto con el glicol que desciende, haciendo que el gas pierda vapor de agua, mientras que el glicol se satura de la misma.

El gas que proviene de la Plataforma Amistad pasa por el intercambiador de calor gas/glicol HBG-2270, previo al ingreso a la contactora, en este equipo intercambia calor con el glicol seco o pobre (glicol con baja concentración de agua, menor al 5%) para así enfriar la sustancia, luego por un segundo intercambiador HBG-2260 para ser enfriado nuevamente pero ahora por el gas deshidratado que sale de la contactora.



Figura 7 Torre Contactora

Fuente: CMCH, ARCH

Como la corriente de glicol rico sale a la presión que está operando la contactora (600-1250 psig) la presión debe ser reducida, ya que la regeneración de glicol se realiza a presión atmosférica y a alta temperatura (aproximadamente 370- 395 °F),

Condiciones de operación y diseño:

- Presión de operación: 900 psig
- Temperatura de operación: 100°F
- Caudal de diseño: 40 MMSCFD
- Presión y temperatura de diseño: 1440 psig a 120°F
- Estructura interna: Platos

La presencia de estos intercambiadores es con el fin de enfriar el glicol pobre antes de mezclarse con el gas, ya que se mejora la absorción de agua cuando el glicol pobre se encuentra a una temperatura de 10°F por encima del gas húmedo. Una vez se encuentre el glicol rico en agua, este abandona la torre por el fondo, y es enviado a la Regeneradora de glicol BBC-5210.

El gas deshidratado sale por la parte superior de la contactora hacia el intercambiador HBG-2260, y luego pasa por el Scrubber MAF-2230 donde se eliminan residuos de glicol, el gas es enviado al colector de gas deshidratado donde se une también el gas proveniente de la contactora #1 y contactora #3.

2.2.4.5. Unidad de Regeneración de glicol

La regeneración del glicol se la realiza por medio de procesos de destilación, separación agua – glicol, con una diferencia de punto de ebullición entre los dos componentes, 225 °F para el agua y 404 °F para el glicol a 10 psig.

Una vez que el glicol abandona la contactora, pasa por el filtro de alta presión, es enviado a las bombas de glicol, cuya función es disminuir la presión del glicol

desde 600-1250 psig (presión de operación de la contactora) a 60 psig aproximadamente.

Después de una breve paso por el condensador de flujo ubicado en la parte superior del reboiler, el glicol rico después de haber pasado por los intercambiadores de calor glicol/glicol se dirige al separador trifásico de glicol MBD-2300, cuya función es separar gas, condensados y glicol.; el glicol separado es filtrado en el filtro de carbón y en el filtro multimedia.



Figura 8 Unidad de regeneración de glicol.

Fuente: CMCH, ARCH

Condiciones de operación y diseño:

- Presión de operación: Atmosférica
- Temperatura de operación: 395°F
- Duty: 500 MBTU/H

La temperatura en el reboiler crece considerablemente hasta aproximadamente 395 °F para promover la separación glicol/vapor de agua a presión muy cercana a la atmosférica, el calor se suministra al reboiler mediante

calentamiento con tubos de fuego usando como combustible el gas deshidratado, con el fin de condensar los vapores de glicol, y evitar su degradación por sobrecalentamiento.

2.2.4.6. Separador de glicol



Figura 9 Separador de glicol.

Fuente: CMCH, ARCH

El separador de glicol es un recipiente horizontal de tres fases. Está diseñado para que separe los condensados o hidrocarburos del glicol. Este equipo puede trabajar con 1 MMPC de gas. El condensado es separado del glicol por medio de una pared por rebose. El condensado es drenado por presión hasta los tanques de condensados.

Condiciones de diseño y operación del separador MBD-2300:

- Presión y Temperatura de diseño: 150 psig a 200 °F.
- Presión y Temperatura de operación: 60 psig a 150 °F.
- Caudal de gas diseño: 1 MMSCFD.
- Caudal de glicol diseño: 466 GPH.

2.2.4.7. Filtro estándar de tela MAJ-2240

El filtro como su nombre lo indica retiene las partículas sólidas que están junto al glicol y pueden causar espuma en las torres o en el equipo de contacto en la deshidratación, contiene elementos cilíndricos, reemplazables en medida en que se llenan de partículas sólidas.



Figura 10 Filtro de tela.

Fuente: CMCH, ARCH

Condiciones de diseño y operación del filtro MAJ-2240:

- Presión y Temperatura de diseño: 275 psig a 100 °F.
- Caudal de glicol diseño: 9 GPM.
- Presión y Temperatura de operación: 60 psig a 150 °F.

2.2.4.8. Filtro separador MAK

El filtro consta de dos barriles horizontales y filtros marca PECO diseñados para remover el líquido formado, y contaminantes solidos que pudieran estar presentes en la corriente de gas; en caso de sobrepresiones. El gas deshidratado

en las contactoras sale de este equipo y se dirige a la válvula reductora de presión (600 – 1250 psig hasta la presión de set indicada). La válvula reductora de presión seteada a 440 psig recibe una señal de un transmisor de presión que se encuentra en la línea de salida a CELEC; el gas enviado a 440 psig ingresa a los filtros MAK.



Figura 11 Filtro Separador.

Fuente: CMCH, ARCH

Condiciones de operación y diseño:

- Presión y temperatura de diseño: 1480 psig a 100°F
- Presión y temperatura de operación: 440 psig a 80°F
- Caudal de gas de diseño: 80 MMSCFD

2.2.4.9. Calentador de gas

Aumenta la temperatura a 85 – 120 °F que es el rango de temperatura requerido por CELEC, a través de un calentamiento indirecto, es decir, baños de agua calentada hasta aproximadamente 190 °F por tubos de fuego alimentados

con gas como combustible, una vez el agua se encuentre a la temperatura ya mencionada calentará la corriente de gas que circula por ocho juegos de espirales de 3" de diámetro nominal adjuntos a cabezales de entrada y salida de 12" de diámetro nominal.



Figura 12 Calentador de Gas.

Fuente: CMCH, ARCH

Condiciones de operación y diseño:

- Presión y temperatura de diseño: 1 psig a 250°F
- Presión y temperatura de operación: ATM psig a 190°F
- Caudal de gas de diseño: 80 MMSCFD

El gas que ingresa al calentador es controlado por la válvula controladora de temperatura TCV-1900 que abre o cierra en función de la temperatura con la que sale el gas, manteniendo así la temperatura del mismo dentro de los rangos requeridos por CELEC, simultáneamente la temperatura del baño de agua es controlada regulando el ingreso de gas combustible a los quemadores del

calentador, cabe mencionar que los quemadores usan como combustible el gas deshidratado que se produce en la Planta.

2.2.4.10. Tanques de almacenamiento de condensados

Los condensados recolectados de toda la Planta son enviados al tanque ABJ-3010 por medio de la línea 4"-A-3150-PL, el agua separada en este tanque es enviada al segundo tanque ABJ-3020 por medio de la bomba neumática PBB-3013, el encendido de esta bomba es realizado manualmente por el operador.



Figura 13 Tanques de Almacenamiento de Condensados.

Fuente: CMCH, ARCH

Condiciones de diseño y operación de los tanques de almacenamiento de condensados ABJ-3010/ABJ-3020:

- Presión y Temperatura de diseño: 16 oz a 100 °F.
- Capacidad: 1500 BBL cada uno.
- Presión y Temperatura de operación: ATM a 80 °F.

Estos tanques reciben los condensados generados de los siguientes equipos:

- Separador Flash, MBD-2150.
- Contactora #2, MAF-2210.

- Separador de glicol, MBD-2300.
- Tanque de condensados Unidad BTEX, MBD-2330.
- Separador de glicol, MBD-2310.
- Filtro Separador, MAK-2800.
- Sistema de Medición Termogás Machala, ZAU-7100.
- Sistema de Gas Combustible, MAJ-2610.
- Sistema de Flare, ZZZ-9700.
- Sumidero de Drenajes Abiertos, ABH-6100.
- Sistema de Medición GNL, ZAU-7200.

Los condensados recogidos de los equipos que pertenecen al tren de deshidratación #3 serán recolectados por una nueva línea de 2" de diámetro nominal, y se conectará al colector de condensados existente, para finalmente ser enviados a los tanques de condensados.

2.2.4.11. Sistema de medición de gas Vesubio (ZAU-7310)

El gas que va a ingresar a la nueva unidad de medición (ZAU-7310) no recibe tratamiento en cuanto a contenido de agua, temperatura y presión. Este nuevo skid de medición consta de dos ramales de 6" de diámetro nominal, cada uno con una capacidad de 20 MMSCFD, en cada ramal se encuentra un medidor tipo coriolis FE-7310, FE-7311, transmisores de temperatura TIT-7310, TIT-7311 y presión PIT-7310, PIT-7311, que envían su señal a un computador de flujo FY-7310 para procesarlas.

Condiciones de operación y diseño:

- Presión de operación: 600 - 1250 psig
- Temperatura de operación: 60 – 90 °F
- Caudal de diseño: 40 MMSCFD (2 x 20 MMSCFD)
- Presión y temperatura de diseño: 1480 psig a 100 °F

También cuenta con un cromatógrafo en línea AIT-7310, un analizador de humedad AIT-7311 y una toma muestra automático, instalados en la línea de salida de gas hacia la futura Planta Vesubio.

2.2.4.12. Sistema de medición termogás Machala #2 ZAU-7110

Este skid de medición consta de dos ramales, cada uno con una capacidad de 40 MMSCFD, en cada ramal se encuentra un medidor tipo coriolis FE-7110 y FE-7111, y un computador de flujo FY-7110 que procesará las señales de presión, temperatura y caudal. También cuenta con un cromatógrafo en línea AIT-7110, un analizador de humedad AIT-7111 y una toma muestra automático, todo esto instalado en la línea de salida de gas a. Condiciones de diseño y operación del Sistema de medición de gas a CELEC ZAU-7110:

- Presión y Temperatura de diseño: 1480 psig a 100 °F / 1440 psig a 120°F /1428 psig a 140°F.
- Caudal de diseño de gas: 80 MMSCFD (2x40 MMSCFD).
- Presión y Temperatura de operación: 410 psig a 85-120 °F.

El gas medido y listo para la venta, ya que se encuentra deshidratado con un contenido de agua de 4 lb/ MMCFD, caliente (temperatura de 85-120°F) y a la presión requerida (410 psig), es enviado a la línea 10"-D-2111P-PG para su despacho a CELEC.

2.2.4.13. Bombas de glicol

La bomba serie Presión Volumen transfiere la energía disponible del glicol húmedo, a presión del absorbedor, a un volumen "equivalente" de glicol seco a presión del recalentador. Para poder circular el glicol, se necesita energía adicional para sobreponerse a las pérdidas por fricción dentro de la bomba y en la tubería de conexión.

Esta energía adicional se suministra por medio de gas a presión del absorbedor. La bomba fue diseñada como bomba de doble efecto con una presión máxima operativa de 1500 psig y un factor de seguridad de 10.

La corrosión y el desgaste requieren que se usen los mejores materiales disponibles. Estos materiales incluyen acero inoxidable, revestimiento de cromo duro, nylon, teflón, Stellite, y anillos de composición especial para uso con glicol. La bomba contiene dos partes móviles básicas, un ensamble de pistón-barra y un pistón del piloto. Cada una acciona un deslizador de tres vías.



Figura 14 Bombas de glicol de intercambio de energía.

Fuente: CMCH, ARCH

Condiciones de operación y diseño:

- Tipo: Bombas Kimray 450-15 PV.
- Máxima presión de descarga: 1250 psig.
- Presión de operación: 600-1250 psig.
- Temperatura de operación: 60-90 °F.
- Capacidad: 450 GPH.

Funcionamiento:

La bomba de glicol kimray es una bomba de doble efecto, energizada por glicol húmedo y una cantidad pequeña de gas a presión de absorbedor (rojo). El amarillo denota que se está bombeando glicol húmedo (azul) hacia el absorbedor. El verde es la succión del glicol seco procedente del recalentador.

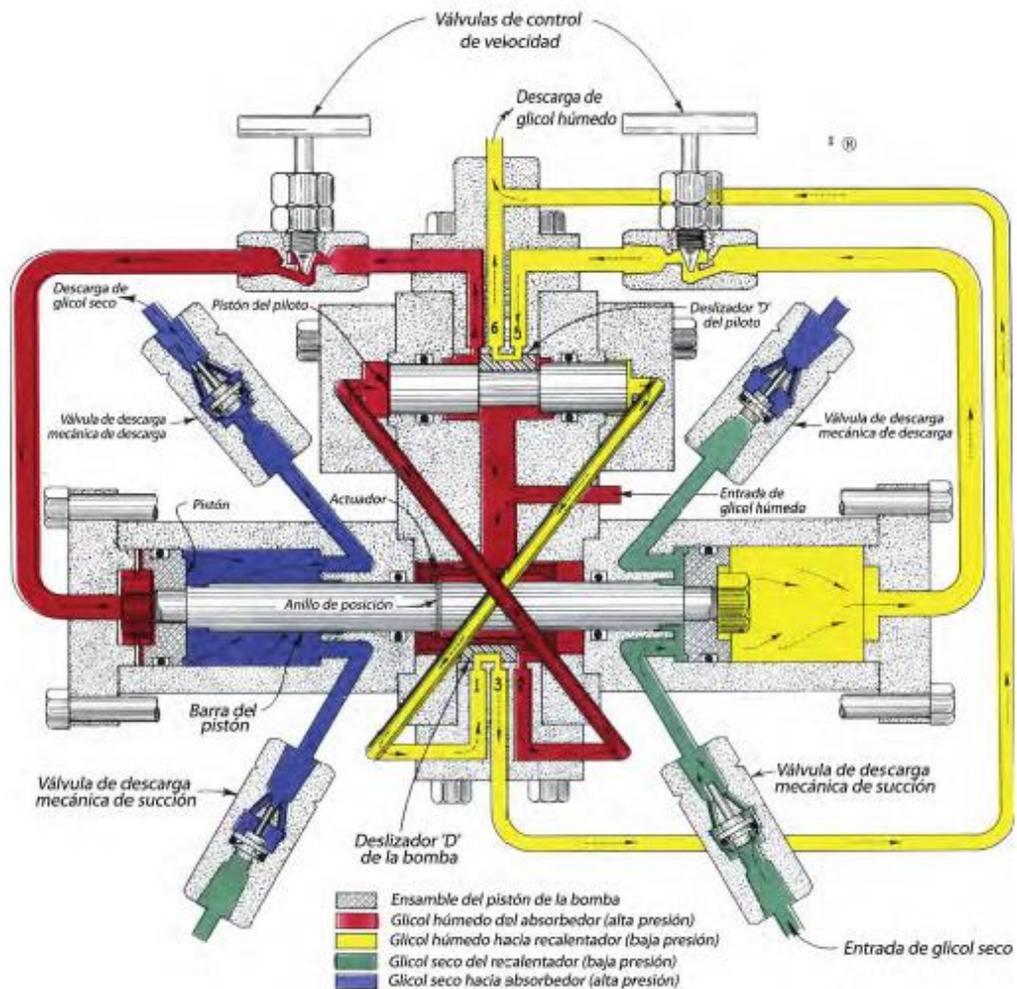


Figura 15 Diagrama de funcionamiento de la bomba de glicol kimray.

Fuente: Kimray. Ic, 2006

El glicol húmedo (rojo) procedente del absorbedor fluye a través del puerto 4 y es estrangulado a través de la válvula de control de velocidad hacia el lado

izquierdo del ensamble del pistón de la bomba, moviendo este ensamble de izquierda a derecha. El glicol seco (azul) está siendo bombeado del cilindro izquierdo hacia el absorbedor mientras que el cilindro derecho está siendo llenado con glicol seco (verde) del absorbedor.

Al mismo tiempo el glicol húmedo (amarillo) está descargándose del lado derecho del ensamble del pistón de la bomba hacia un sistema de baja presión o atmosférico. A medida que el ensamble del pistón de la bomba se acerca al final de su carrera, el anillo de posición en la barra del pistón hace contacto con el lado derecho del actuador.

El movimiento posterior hacia la derecha mueve el actuador y el deslizador “d” de la bomba para descubrir el puerto 1 y comunicar los puertos 2 y 3. Esto hace salir glicol húmedo (rojo) hacia el lado derecho del pistón del piloto. Esto provoca que el pistón del piloto y el deslizador “d” del piloto se muevan de derecha a izquierda.

En esta nueva posición, el deslizador “d” del piloto descubre el puerto número 5 y comunica a los puertos 4 y 6. Esto hace salir glicol húmedo (rojo) del lado derecho del ensamble del pistón de la bomba a través de los puertos 4 y 6 hacia el sistema de glicol húmedo de baja presión (amarillo). El puerto 5 (que se comunicó con el puerto 6) ahora admite glicol húmedo (rojo) a través de la válvula de control de velocidad del lado derecho hacia el lado derecho del ensamble del pistón de la bomba.

2.3. SISTEMAS SCADA

SCADA viene de las siglas “*Supervisory Control And Data Acquisition*”; es decir hace referencia a un sistema de adquisición de datos y control supervisor. Los sistemas SCADA son diseñados para cubrir necesidades de un sistema de control centralizado, sobre complejos procesos industriales distribuidos sobre áreas muy extensas.

Se los define como un sistema que permite supervisar una planta o proceso por medio de una estación central que hace de master y una o varias unidades remotas (RTU) por medio de las cuales se hace el control, la adquisición de datos desde y hacia el campo donde se encuentra la instrumentación o equipos a controlar. En este tipo de sistemas usualmente existe un ordenador, que efectúa tareas de supervisión y gestión de alarmas para así de esta manera tomar acciones físicas sobre algún equipo; también realiza el tratamiento de datos y control de procesos, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos, autómatas programables, etc.) y controlando el proceso de forma automática desde una computadora.

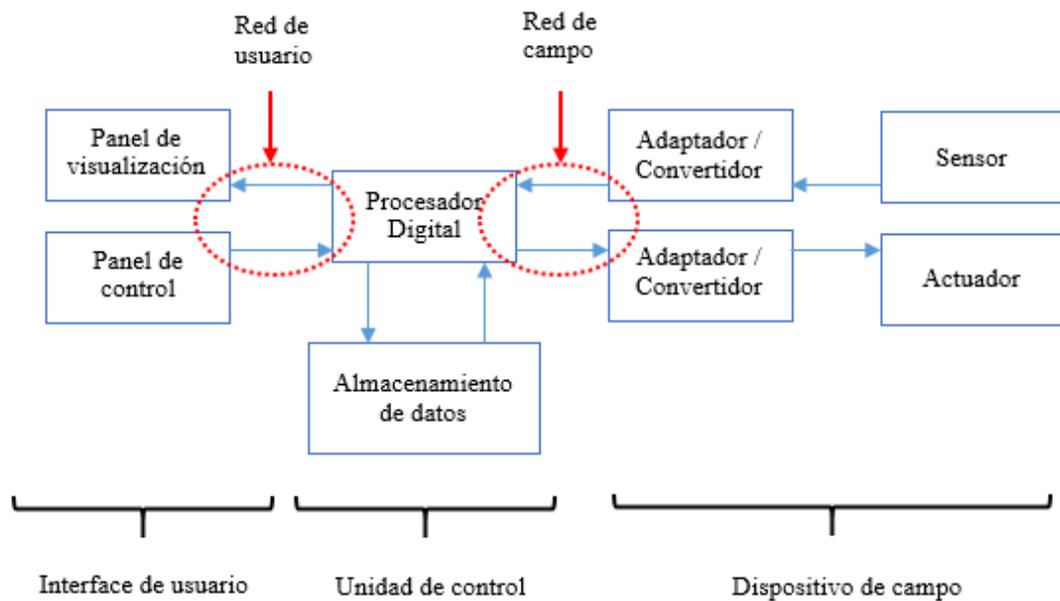


Figura 16 Esquema básico de un sistema SCADA

Fuente: Carlos de Castro Lozano, Cristóbal Romero Morales

El sistema de comunicación es el encargado de la transferencia de información entre la planta y la arquitectura hardware que soporta el sistema SCADA, puede ser construida con cables o puede ser inalámbrica, haciendo uso de cualquier protocolo industrial existente, como por ejemplo; Canbus, Fieldbus, Modbus, Har, Profibus, etc. Todo esto se ejecuta normalmente en tiempo real, y

- Un sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA) realiza control a través de lazos de control, adicionalmente realiza control secuencial y regulatorio.
- Son utilizados generalmente en áreas geográficamente distribuidas.
- Las unidades de adquisición de datos son normalmente remotas: RTUs (Unidad Terminal Remota) o Controlador Lógico Programable (PLC) (Controladores Lógicos Programables) hacia un MTU (Unidad Terminal Master).
- La comunicación debe ser realizada con total facilidad y de forma transparente al usuario con el equipo de planta y con el resto de la empresa (redes locales y de gestión).
- Son sistemas de dos vías (full-dúplex).

2.3.2. Prestaciones

Un SCADA debe ser capaz de ofrecer al sistema:

- Posibilidad de crear paneles de alarma, que exigen la presencia del operador para reconocer una parada o situación de alarma, con registro de incidencias.
- Generación de datos históricos de las señales de planta, que pueden ser volcados para su proceso sobre una hoja de cálculo.
- Ejecución de programas que modifican la ley de control, e incluso anular o modificar las tareas asociadas al autómatas bajo ciertas condiciones.
- Posibilidad de programación numérica, que permite realizar cálculos aritméticos

2.3.3. Requisitos básicos

Existen diversos tipos de sistemas SCADA, por ello antes de decidir cuál es el más adecuado hay que tener presente si cumple o no ciertos requisitos básicos:

- Todo sistema debe tener arquitectura abierta, es decir, debe permitir su crecimiento y expansión, así como, deben poder adecuarse a las necesidades futuras del proceso y de la planta.
- La programación e instalación no debe presentar mayor dificultad, debe contar con interfaces gráficas que muestren un esquema básico y real del proceso.
- Deben permitir la adquisición de datos de todo equipo, así como la comunicación a nivel interno y externo (redes locales y de gestión).
- Deben ser programas sencillos de instalar, sin excesivas exigencias de hardware, y fáciles de utilizar, con interfaces amigables para el usuario.

2.3.4. Funciones principales

Dentro de las funciones principales realizadas por el sistema SCADA están las siguientes:

- **Supervisión.-** El operador podrá observar desde el monitor la evolución de las variables de control, como cambios que se produzcan en la operación diaria de la planta, lo que permite dirigir las tareas de mantenimiento y estadística de fallas.
- **Control.-** Mediante el sistema se puede activar o desactivar los equipos remotamente (por ejemplo abrir válvulas, activar interruptores, prender motores, etc.), de manera automática y también manual. El operador puede ejecutar acciones de control y podrá modificar la evolución del proceso en situaciones irregulares que se generen.
- **Adquisición de datos.-** Recolectar, procesar, almacenar y mostrar la información recibida en forma continua desde los equipos de campo.
- **Generación de reportes.-** Con los datos adquiridos se pueden generar representaciones gráficas, predicciones, control estadístico, gestión de la producción, gestión administrativa y financiera, etc.

- **Representación de señales de alarma.-** A través de las señales de alarma se logra alertar al operador frente a una falla o la presencia de una condición perjudicial o fuera de lo aceptable, estas pueden ser tanto visuales como sonoras.

2.4. SISTEMAS DE CONTROL DISTRIBUIDO

En los sistemas de control centralizados, ya clásicos, su potencia de tratamiento de señales se encuentra en un único elemento que es el ordenador central, mientras que en los sistemas de control distribuidos la potencia de tratamiento de la información se encuentra repartida, por lo que tendríamos un sistema con mayor seguridad y flexibilidad.

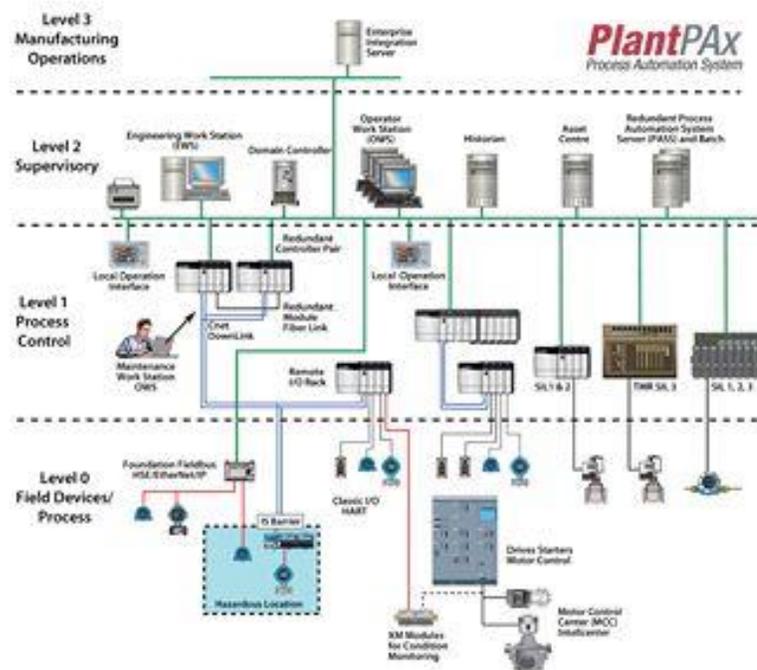


Figura 18 Arquitectura típica de un sistema de control distribuido

Fuente: Rockwell Automation 2012

Un sistema de control distribuido lleva a cabo las funciones de control a través de una serie de módulos de control autónomos guiados por un controlador central, cada uno de los cuales controla una unidad de proceso de una planta, de forma que en caso de fallo solo esa parte de la planta se queda sin control; su

comunicación es mediante un bus de datos o a su vez una red Ethernet. Está conformado por PLC's o computadoras, entre los que se dividen todas las tareas de control, aunque se puede encontrar también sistemas con características de jerarquía.

Permite tomar información, procesarla y actuar sin importar si los sensores y actuadores se encuentren cerca del controlador; la información de las variables de los procesos y el estado del sistema hombre - máquina que este sistema proporciona es en tiempo real.

2.4.1. Características

- Flexibilidad y capacidad de expansión
- Operaciones de mantenimiento
- Apertura: las variables de parámetros de control son leídos y escritos desde otras funciones de control.
- Operatividad: funciones avanzadas de control deben ser leídas por los operadores sin dar ninguna confusión.
- Portabilidad: adaptarse a distintas tecnologías informáticas.
- Rentabilidad.
- Robustez / Redundancia: los sistemas de control deben disponer de componentes adicionales que garantizan la operación de las funciones dentro del sistema frente a fallas del mismo.

2.4.2. Interface de comunicación OPC Foundation

El termino OPC proviene de los términos "Object Linking and Embedding for Process Control foundation", creado por proveedores de automatización y Microsoft, cuya especificación define un conjunto estándar de objetos, interfaces y métodos que faciliten la interoperabilidad entre sistemas.

En una arquitectura cliente OPC / servidor OPC, donde el segundo es el esclavo mientras que el cliente OPC es el maestro. La comunicación entre estos

dos es bidireccional, lo que significa que los clientes pueden leer y escribir en los dispositivos a través del servidor OPC.

Esta interfaz de comunicación es necesaria para resolver la problemática en la comunicación entre Driver y Aplicación, problemas tales como:

- Compatibilidad
- Duplicación del esfuerzo
- Inconsistencia entre fabricantes
- Conflictos de acceso

La misma problemática se resuelve estableciendo el estándar OPC, donde equipos de diferentes fabricantes hablan un mismo idioma, disminuyendo así la inversión en drivers y logrando una menor dependencia del hardware que se está utilizando. Cada equipo de control necesita un driver específico de cada marca para realizar la supervisión de algún proceso en general, con la interface OPC se puede cambiar de fabricante sin realizar ningún cambio en la comunicación para los equipos de control permitiéndome así; el acceso a datos, generar alarmas y eventos, realizar históricos, procesamiento por lotes.

2.5. MATRIKON DATA MANAGER

Esta herramienta permite de manera rápida y fácil el envío de datos entre diferentes sistemas de control utilizando la tecnología estándar OPC; esta herramienta crea un puente de datos entre servidores OPC.

De esta forma se podrá compartir variables entre diferentes sistemas de control como PLC's, DCS, analizadores, basculas, módulos I/O, etc., sin importar el fabricante; soporta diferentes especificaciones OPC tales como DA, HDA, y A & E así como la posibilidad de instalarse de forma redundante.

Elimina problemas de conectividad causados por la incompatibilidad de protocolos entre diferentes marcas, logrando la forma más fácil de conectar dos

servidores OPC. El OPC Data Manager se ha diseñado específicamente para compartir datos en tiempo real, Históricos, Alarmas, y eventos entre dos o más sistemas de control de una manera segura y fiable, mostrando una interfaz intuitiva y haciendo que el proceso de configuración se rápido y fácil.

Para establecer la comunicación entre los servidores OPC, necesita servidores compatibles con OPC, los datos OPC Manager, software Insight con la opción OPC Server, y, o bien un MEC, MBC, o un controlador de Soft.

2.5.1. Características:

- Soporta entradas OPC Alarmas y Eventos
- Soporta salidas OPC Historical Data Access
- Soporta transferencia de datos unidireccional y bidireccional
- Los estatus de los variables, de los Servidores OPC maestros y de los Servidores OPC esclavos son mostrados para identificar fácilmente cualquier problema
- El panel de configuración ha sido mejorado significativamente para proporcionar al usuario la información clave que necesita saber
- Características de redundancia
- Soporta variables de Escritura, Calidad y *Timestamp* en todos los Servidores HDA
- No necesita de programación
- Comunicación Servidor a Servidor
- Soporta COM/DCOM
- Se puede ejecutar como un Servicio de Windows
- Permite a los usuarios controlar la transferencia de datos basado en la Calidad de los mismos
- Viene con su propio Servidor, el Servidor OPC Data Manager de Matrikon OPC

2.6. FACTORY TALK

Se trata de una herramienta que permite realizar el intercambio de información en tiempo real entre la planta y el lugar donde se realiza el monitoreo de las variables correspondientes al proceso que realiza la planta ya sea remota o localmente, mejorando así la productividad, la capacidad de respuesta, y el cumplimiento de normas. El software Factory Talk es un conjunto integrado de aplicaciones altamente escalables.

Permite compartir datos a través de un sistema distribuido y reforzar la redundancia y tolerancia a fallos, realizando el seguimiento continuo de los cambios que se presentan en el sistema; el paquete integrado de Factory Talk mejora la flexibilidad del sistema permitiendo el incremento de nuevas tecnologías.

2.6.1. Factory talk historian

Es un programa que ofrece seguridad, es accesible y escalable, permite el acceso en tiempo real a información de un determinado proceso, permitiendo tomar mejores decisiones sobre el manejo y control del proceso. Dentro de las capacidades que proporciona Factory Talk Historian SE esta la captura de datos, administración y el análisis de estos en tiempo real o ya sea de datos almacenados a través de buffers.

La adquisición de estos datos se lo hace a través de una base de datos centralizada como lo son servidores con gran capacidad de almacenamiento, de los cuales tenemos disponibilidad en cuanto al acceso constante de los mismos y aseguran que la pérdida de estos sea mínima; el software Factory Talk Historian posee herramientas que permiten la compresión de los datos, de tal manera que solo los cambios a los datos se almacenan, permitiendo así optimizar el sistema, y almacenar muchos más, de los que una base de datos relacional típica

almacena. El programa permite configurar un modelo de registro de datos de hasta 10,000 tags.

El Centro de Monitoreo y Control Hidrocarburifero de la ARCH actualmente consta de una plataforma SCADA diseñada en base al paquete de herramientas que ofrece Factory Talk.

En el CMCH el FT Historian lo utilizan para la historización de datos e información proveniente desde los sujetos de control que ya se encuentran integrados a la plataforma SCADA del mismo, estos datos son utilizados con el objetivo de analizarlos, generar reportes y tendencias, ya sea que se encuentren almacenados o sean tomados en tiempo real.

2.6.2. Factory talk view suite

Es un software netamente desarrollado para optimizar la producción de una planta, facilita la comprensión del proceso que esta realiza, es un software que permite realizar HMI's proporcionando una imagen completa de las operaciones para su supervisión y control, es un paquete integrado para desarrollar y ejecutar aplicaciones HMI que pueden implicar a múltiples usuarios, clientes y servidores, distribuidos a través de una red. FT View Suite integra los siguientes componentes:

- FT View Studio Enterprise
- FT View SE Server
- FT View SE Client
- FT View SE Station

2.6.2.1. FT View Studio Enterprise

FactoryTalk View Studio Enterprise es el software de configuración para desarrollar y probar las aplicaciones FactoryTalk View SE distribuidas, estaciones de red, estaciones locales y FactoryTalk View ME.

2.6.2.2. FT View SE Server

Se lo denomina servidor HMI, y es el que almacena los componentes del proyecto como las pantallas gráficas y se los proporciona a los distintos clientes, este servidor también contiene una base de datos de etiquetas, detección de alarmas y registros de datos históricos.

2.6.2.3. FT View SE Client

Es un software para ver e interactuar con la estación local de FT View SE donde crea archivos de configuración de los clientes que se puedan implementar en equipos host de cliente.

2.6.2.4. FT View SE Station

Este software no permite compartir pantallas HMI o datos con otras estaciones View SE, es un software de supervisión HMI para soluciones empresariales.

2.7. PROCEDIMIENTO DE INTEGRACIÓN

Antes de comenzar con el proceso de integración los técnicos del CMCH de la ARCH hacen un levantamiento previo de información sobre el bloque que se desea integrar a la plataforma SCADA del Centro de Monitoreo, esto con la finalidad de identificar si es viable, basándose en puntos como accesibilidad a los datos, configuración del enlace, capacidad de almacenamiento de datos en los servidores Historian y View del CMCH.

El siguiente paso es realizar una visita de campo a la Planta Deshidratadora de Gas Natural Bloque 06 con el propósito de verificar si el grado de automatización es el requerido y cumple con los parámetros de integración propuestos por el CMCH.

Los principales requerimientos para la integración se enumeran a continuación:

- Que exista disponibilidad de acceso a la información del sujeto de control requerida por el CMCH para el monitoreo de sus operaciones hidrocarburíferas.
- Contar con el personal suficiente para realizar el monitoreo de los sujetos de control actualmente integrados, para que durante la integración del nuevo sujeto de control disponga del tiempo suficiente y desarrollar las actividades sin retrasos.
- Se disponga de personal del área de automatización dedicado a la integración del nuevo sujeto de control para que no existan retrasos de actividades.

En la figura 19 se detalla mediante un diagrama de flujo los pasos para la integración de un sujeto de control al SCADA del CMCH:

Como siguiente paso, los técnicos del CMCH, tanto del área de automatización como en del área de procesos realizan un informe de factibilidad basándose en la recolección de información ya antes mencionada. Este informe dará a conocer si es o no factible la integración de dicho sujeto de control a la Plataforma SCADA del CMCH. Si el resultado es favorable lo primero que se hace es solicitar al sujeto de control él envió de las variables con mayor relevancia para el monitoreo en tiempo real que será realizado por los técnicos en el área de procesos.

Para recibir los datos de las variables solicitadas en el CMCH, se configura la interfaz de comunicación entre el sujeto de control y el centro de monitoreo, así de esta manera tendremos un flujo constante de la información que se procesara y almacenara en los servidores view e Historian del CMCH, después de esto se realizaran las correspondientes pruebas para comprobar que los datos que han sido enviados sean los mismo que se están recibiendo.

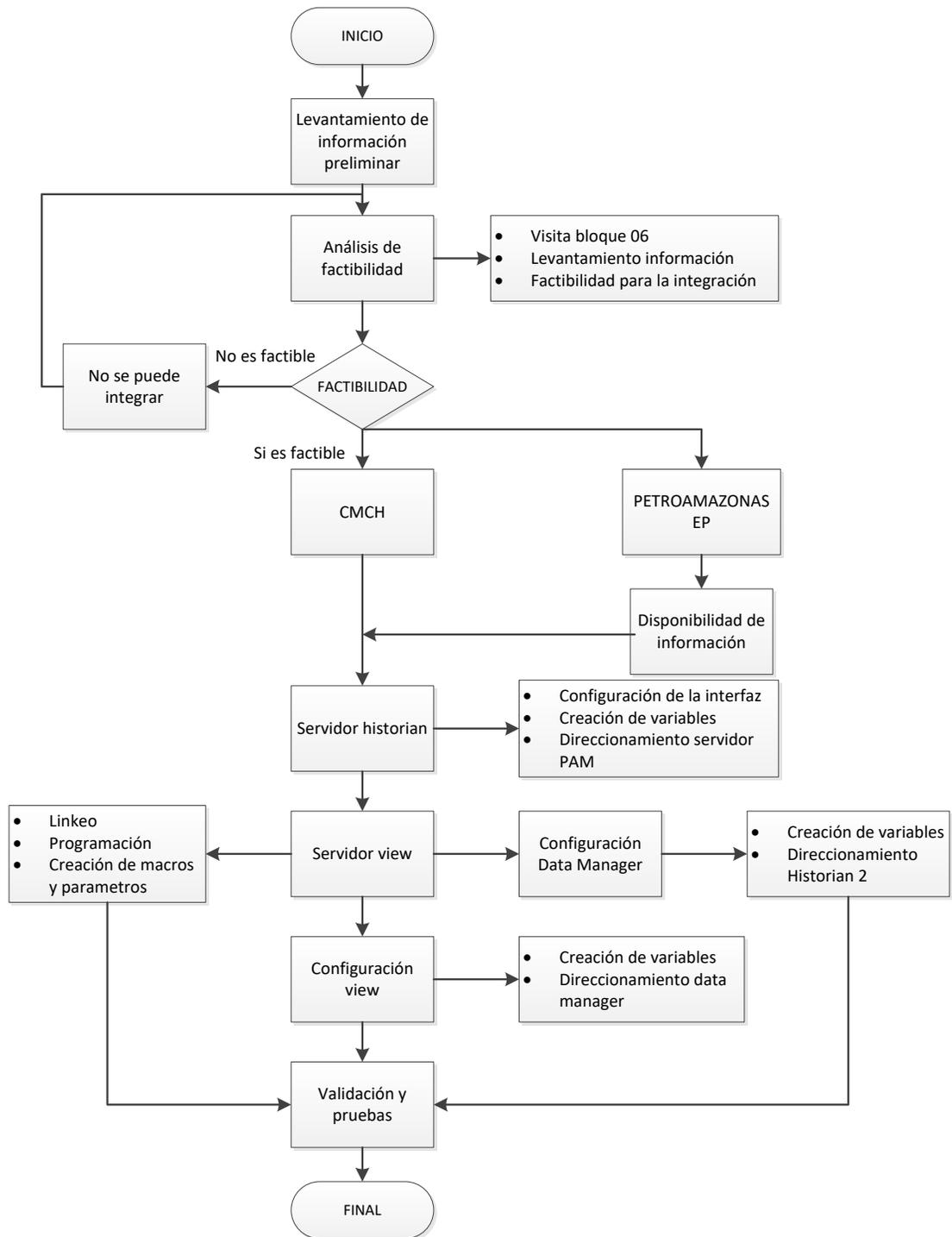


Figura 19 Pasos a seguir para la integración de un sujeto de control.

Luego de esto se procede al desarrollo de las interfaces (HMI's) para la visualización y monitoreo en tiempo real de cada uno de los procesos que realiza la planta y las variables que se solicitaron al sujeto de control, para esto se crean listas que permiten direccionar las variables creadas en servidor de visualización con las variables en el servidor de historización. La veracidad de los datos visualizados se los puede corroborar a través de la plataforma Citrix propia de PETROAMAZONAS EP.

2.8. ARQUITECTURA DE COMUNICACIÓN

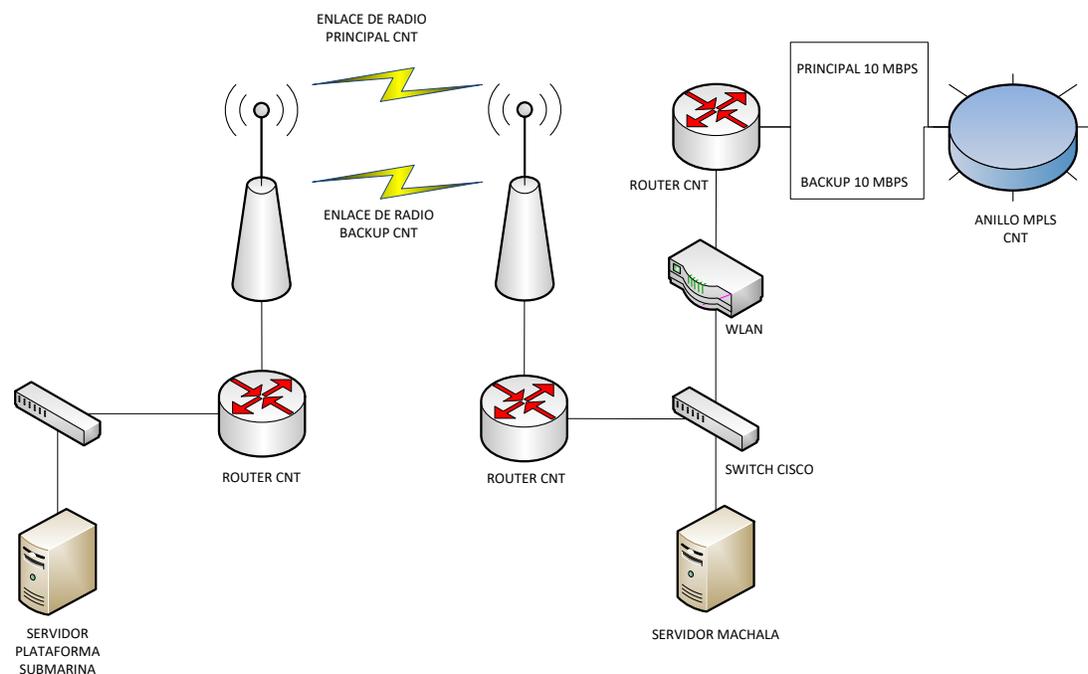


Figura 20 Arquitectura de comunicación Bloque 06.

Fuente: CMCH, ARCH.

Dentro de lo que es bloque 06 la comunicación se la realiza a través de enlaces satelitales para la transferencia de información entre lo que es plataforma amistad, la Base de Operaciones del Bloque 06, y la Planta Deshidratadora de Gas. Para él envío de datos hacia lo que son oficinas de PAM en Quito se tiene un enlace Microondas para la transferencia de información.

Siendo que el sujeto de control es PETROAMAZONAS EP, el flujo de datos (Plataforma Amistad, Planta de Deshidratación, Jack-Up) puede basarse en la misma arquitectura actualmente utilizada para bloques de PAM EP, es decir desde el servidor de uiowhpi5 hasta los servidores de historización y visualización de datos del CMCH – ARCH (Quito), tal y como se muestra a continuación.

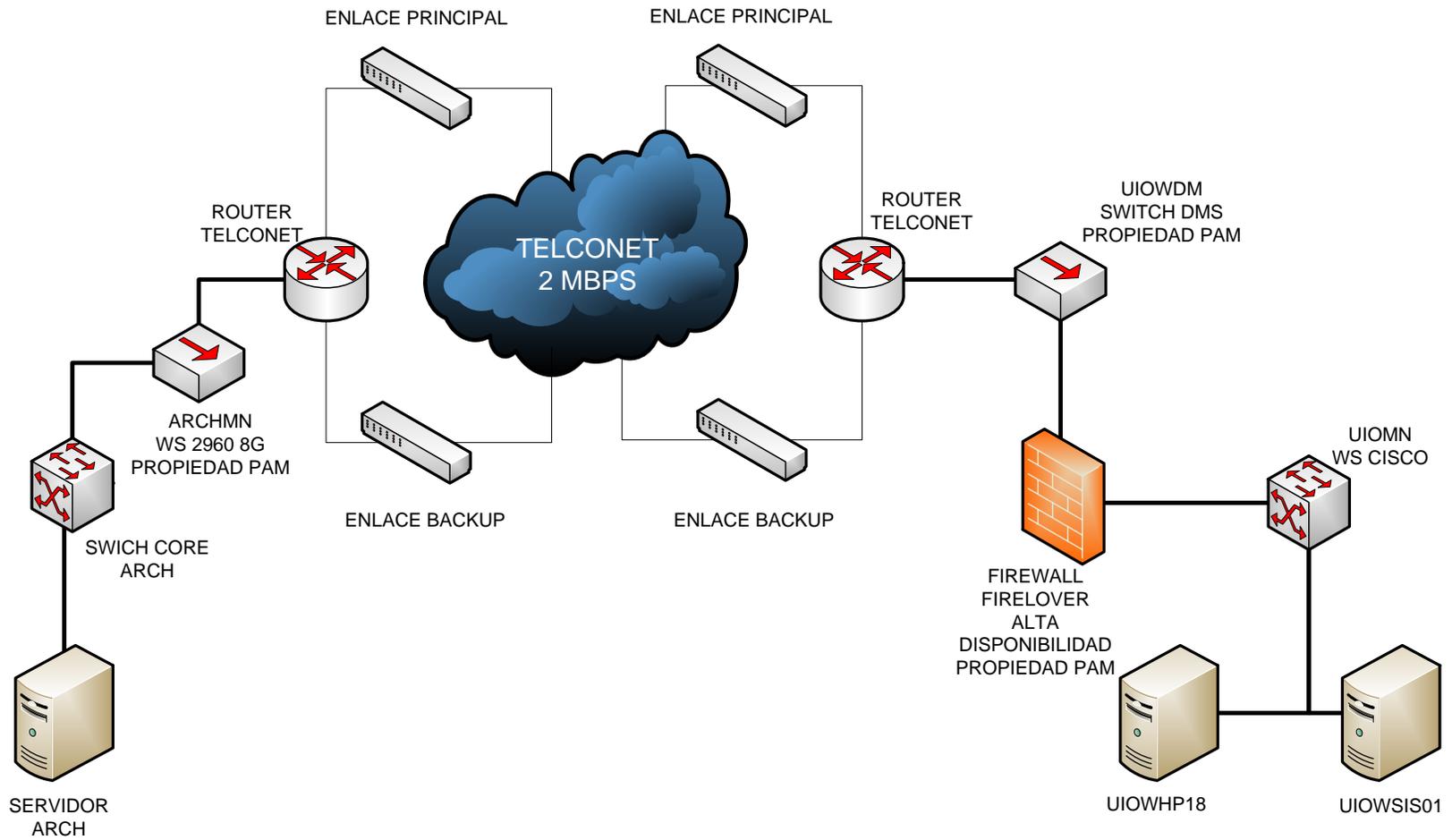


Figura 21 Arquitectura de adquisición de datos PAM – CMCH.

2.9. CAPACIDAD DE INTEGRACIÓN UN SUJETO DE CONTROL

De manera general y como ya se explicó en el ítem 2.8, el sistema de comunicación de PETROAMAZONAS viene dado desde la instrumentación situada en campo hasta un servidor ubicado en la base de operaciones, para posterior a esto ser enviar los datos a las oficinas PAM ubicadas en la ciudad de Quito. Para saber la capacidad de integración en la plataforma SCADA del CMCH, los técnicos consideran tres puntos esenciales, que son:

- **Compatibilidad a nivel de aplicación:** este punto consiste en analizar si la aplicación utilizada para la toma y entrega de datos desde campo, permita la entrega de los mismos a los servidores de historización en el CMCH.
- **Compatibilidad a nivel de comunicaciones:** mediante este punto se analiza el medio utilizado para la entrega de los datos provenientes de las instalaciones en campo hasta los servidores que entregan los datos al CMCH.
- **Disponibilidad por parte del sujeto de control para la entrega de los datos requeridos para el monitoreo:** se pretende tener una total disponibilidad de que los datos que se están solicitando para el monitoreo se encuentren disponibles en los servidores de PAM Quito, para su envío a los servidores Historian ubicados en el CMCH.

2.9.1. Compatibilidad a nivel de aplicación.

El control operativo y supervisión de la Planta se realiza mediante un Sistema Básico de Control de Procesos (BPCS) que recibe las señales desde campo a través de RIO's (Entradas Remotas / Señales de Salida) de control, los procesa y los retorna al mismo accionando sobre dispositivos de control, permitiendo al operador realizar su labor de forma más eficiente.

Todos los datos de la instrumentación provenientes de los equipos en campo son almacenados en lo que es un servidor de aplicación, cuya comunicación con las BPCS se la realiza a través de una red Ethernet. Los servidores de interfaz se conectan con los servidores de historización OPC ubicados en las oficinas de PAM Quito que a su vez se comunican mediante fibra óptica con los servidores de historización del CMCH. Realizado todos estos procedimientos para la comunicación entre las dos entidades, observamos que es factible el almacenamiento de los datos recolectados en campo por las BPCS, sean almacenados en los servidores de historización del CMCH.

2.9.2. Compatibilidad a nivel de comunicaciones

Los sistemas básicos de control de procesos (BPCS) son sistemas que responde a las señales de entrada de un proceso, a sus equipos asociados, a otros sistemas programables y/o operadores de planta generando salidas que se ajustan continuamente con el fin de controlar el proceso y operar la planta en forma deseada, pero no realiza ninguna función instrumentada de seguridad.

Estos datos recolectados son almacenados en servidores de aplicación, estos servidores también reciben datos desde las facilidades ubicadas a 70 km mar a dentro donde se extrae el gas, por medio de un enlace satelital. Una vez almacena la información de las facilidades Plataforma Amistad y Campo Amistad Planta Deshidratadora de Gas la información es enviada a través de un servidor de interfaz PI (*Plant Information* / información de la planta) y posteriormente a través de enlaces entre servidores de interfaz PI2PI es enviada hacia los servidores de historización del CMCH de la ARCH ubicado en la ciudad de Quito.

2.9.3. Disponibilidad de acceso a variables para el monitoreo en el CMCH

El sujeto de control PETROAMAZONAS EP dispone en sus instalaciones de un servidor PI en el cual se almacenan los datos en tiempo real provenientes de las facilidades, los mismos que estarán a disposición del CMCH para el monitoreo

en tiempo real; estos datos llegan a los servidores del CMCH por medio de una comunicación de interfaz PI to PI. El PI System permite almacenar, gestionar y recuperar información de forma precisa y eficiente; soportar simultáneamente, en tiempo-real la transmisión de datos a altas velocidades y grandes volúmenes de datos. En el CMCH satisface una multitud de necesidades mediante seis capacidades esenciales (Infraestructura OSIsoft. 2011):

- Recopilar: le permite recopilar datos de los servidores de aplicación del sujeto de control, independientemente de su fabricante.
- Historiar: almacena, recupera y hace emerger todos sus datos recopilados con el historial completo a lo largo del tiempo, es capaz de almacenar grandes volúmenes de datos durante un largo periodo de tiempo, y permite recuperar cualquiera de estos datos, independientemente de su antigüedad, en segundos.
- Analizar: convierte los datos en información manejable con análisis integrados que le permiten combinar elementos de datos, agregar totales y filtrar datos irrelevantes.
- Entregar: permite que sean entregadas cantidades masivas de información al operario con conocimiento adecuado, mediante alertas y notificaciones generadas por el PI System.
- Visualizar: posibilita, a los técnicos la información de todos los sujetos de control que deseen visualizar y analizar, comprender los eventos y tendencias que permiten la toma de decisiones inteligentes para un mejor control y monitoreo.

El CMCH tiene un servidor historian con interfaz PI y el sujeto de control PETROAMAZONAS EP también dispone de un servidor PI para él intercambio de información por lo cual se utiliza una interfaz PI 2 PI entre ellos y esta hace que la disponibilidad de variables si sea posible y que las señales provenientes de campo lleguen al servidor de historian del CMCH.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se detallan cada uno de los procedimientos seguidos durante la ejecución del proyecto, con el fin de cumplir con cada uno de los objetivos planteados.

3.2. METODOLOGÍA EN V



Figura 22 Metodología en V.

Fuente: (José Pablo Sarco, Marzo 24, 2012)

Este método representa la secuencia de los pasos en el desarrollo del ciclo de vida del proyecto, aquí se describen cada una de las actividades y resultados que deben producirse durante el desarrollo del proyecto. El lado izquierdo de la V representa la descomposición de las necesidades, y la creación de las especificaciones del sistema. El lado derecho de la V representa la integración de las piezas y su verificación. V significa Verificación y validación (Forsberg, K., Mooz, H., Cotterman, H).

La corriente de especificación (parte izquierda), consiste principalmente de:

- Conceptos de operaciones: que debe hacer el sistema a grandes rasgos.
- Requisitos del sistema y arquitectura del mismo.
- Diseño detallado.

La corriente de pruebas (parte derecha), por su parte, suele consistir de:

- Integración de las distintas partes, prueba y verificación de las mismas.
- Verificación y validación del sistema en conjunto.
- Mantenimiento del sistema.

3.2.1. Conceptos de operaciones

Para desarrollar una correcta integración del sujeto de control a la plataforma SCADA del CMCH, se comprueba capacidad de almacenamiento, compatibilidad en cuanto a su sistema de control con el del CMCH, para que los datos obtenidos de los instrumentos y actuadores ubicados en campo lleguen a los servidores de Historización del CMCH ubicado en la ciudad de Quito a través de enlaces dedicados de alta disponibilidad.

3.2.2. Definición de requerimientos

La integración del sujeto de control se realiza en base a ciertos requerimientos y restricciones, las cuales serán descritas a continuación.

3.2.2.1. Requerimientos

Los principales requerimientos los realizan los técnicos del área de procesos hidrocarburíferos del CMCH, ellos realizan un estudio detallado de variables específicas que se necesitaran para realizar el monitoreo, análisis y reportes, otro punto que se plantea dentro de los pasos a seguir en la integración de un sujeto de control es de que cada proceso que se va a monitorear se encuentren diagramados dentro de la aplicación para visualización y monitoreo en tiempo real, las cuales deben estar realizadas en función de las necesidades de cada proceso, como por ejemplo la compactación de pantallas, es decir disminuir la cantidad de pantallas HMI's para facilitar la visualización de una mayor cantidad de variables en una sola pantalla HMI.

Otro requerimiento es la implementación de alarmas por medio de animaciones gráficas, para alertar a los funcionarios de valores fuera de parámetros, y como requerimiento final se tiene la elaboración de una plantilla para la generación de reportes, que incluya las variables integradas en sistema SCADA del CMCH.

La diagramación de pantallas HMI's, deben ser realizadas en función al "Estándar para desarrollo de esquemáticos en el CMCH", el mismo que fue desarrollado por sus técnicos. En cuanto a la creación de variables, los nombres de estas deben estar de acuerdo a las nomenclaturas que se utiliza en el CMCH, las variables deben contar con las unidades, descripción y el tipo de datos al que pertenecen, con este formato se visualizaran en los HMI's que se diagraman.

3.2.3. Diseño Funcional y Técnico del Sistema

En la integración se hace referencia a la unión de todos los procesos individuales, haciéndolo un proceso secuencial, comenzando desde la visita a campo para el levantamiento de información, como ya se mencionó en el literal 2.7, luego de la visita se analiza la información y si es factible se procede a la

configuración de interfaces para establecer comunicación entre el servidor de historización PAM y el servidor de historización CMCH, posteriormente se realizan las listas de variables para Historian, Data Manager, y View, así de esta manera tendremos las mismas variables del sujeto de control.

Una vez realizado los pasos anteriores se proceder con la diagramación de pantallas HMI's y el direccionamiento de las variables anteriormente creadas en las mismas, obteniendo como resultado final el monitoreo de estas en tiempo real en Centro de Monitoreo de la ARCH. Dentro de este proceso de diagramación es necesario ejecutar las respectivas pruebas de animación y navegación entre pantallas para comprobar que se han creado de manera correcta los parámetros y macros

Al finalizar la diagramación y el direccionamiento se procede con las pruebas de comunicación con el fin de verificar que los datos enviados por el sujeto de control son recibidos en el servidor historización del CMCH.

3.2.4. Especificación componentes

La verificación se realiza al finalizar cada prueba, como por ejemplo que una vez creadas las listas de historian y data manager se debe tener valores en cada tag, de no ser de esta manera es porque existe algún error en el direccionamiento del tag hacia el "instrumenttag" de cada variable, o errores de escritura. Por lo cual al finalizar cada proceso es necesario realizar pruebas y la verificación de que se lo está haciendo correctamente.

Para comprobar que las variables que se estén monitoreando en el CMCH, se ejecuta la comprobación de históricos para lo cual por medio de la interfaz Pi en Microsoft Excel, realizando tendencias durante un tiempo establecido que puede ser 24 horas o dependiendo del proceso, a su vez se solicita al sujeto de control enviar tendencias de los mismas variables en los mismos lapsos de tiempo. De

esta manera se compara las tendencias, las cuales deben ser exactamente iguales.

Otra manera de comprobar que estos datos sean exactamente iguales a los que se monitorean en campo por el sujeto de control, es la utilización de la plataforma "Citrix" de PETROAMAZONAS EP, a la cual tienen acceso los funcionarios del CMCH, para la generación de reportes diarios de producción, estado de pozos y en general de las variables que se deseen tomar. A través de estas plataformas y la comunicación con el sujeto de control se puede validar si la integración a la plataforma SCADA del CMCH se realizó correctamente.

Los técnicos del área de automatización se encargan de la operación del sistema SCADA, esto incluye la visualización de datos, y la recopilación de los mismos.

CAPÍTULO IV

4. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

4.1. INTRODUCCIÓN

El presente capítulo detalla cada uno de los pasos seguidos durante la integración de la Planta Deshidratadora de Gas Natural Bloque 06 perteneciente a PETROAMAZONAS EP, a la Plataforma SCADA del Centro de Monitoreo y Control Hidrocarbúfero.

4.2. DISEÑO

4.2.1. Comunicaciones

4.2.1.1. Arquitectura

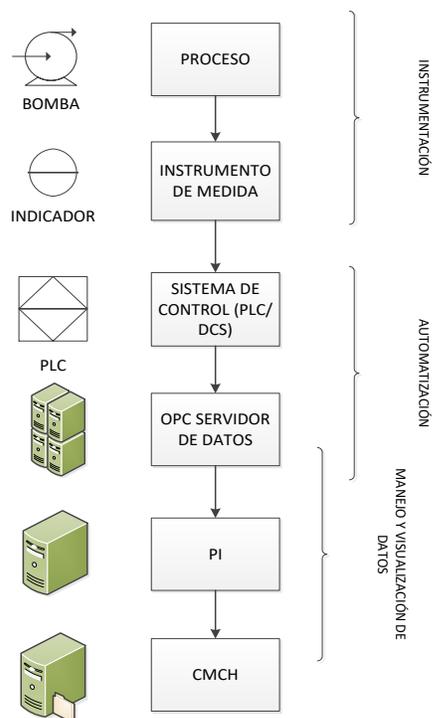


Figura 23 Arquitectura de adquisición y entrega de datos al CMCH.

En la figura 23 se muestra un esquema en cuanto a la adquisición de datos provenientes de los instrumentos en campo, a los servidores de aplicación, pasando por los servidores de interfaz que posee PETROAMAZONAS EP en las oficinas ubicadas en Quito, hasta llegar a los servidores de historización en el CMCH.

Los datos que se generan en la instrumentación ubicada en campo llega a través de RIO's (Entradas Remotas / Señales de Salida) a los BPCS, y por medio de enlaces de comunicación llegan hasta los servidores de aplicación o también llamados servidores OPC ubicados en la base de operaciones del bloque 06. Una vez almacenados estos datos en el servidor antes mencionado, se envían los datos hacia el servidor de Interfaz PI instalado en el data center de PETROAMAZONAS EP oficinas Quito, posterior a esto mediante configuración de interfaz PI to PI se enlacen el servidor de interfaz de PETROAMAZONAS EP Quito con el servidor Historian del CMCH ubicado en la Armenia, Conocoto. En la figura 24 se muestra la arquitectura de comunicación para la entrega de datos al CMCH.

PETROAMAZONAS EP dispone de un enlace de comunicaciones dedicado con la ARCH de 2 MB a 100 Mbps distribuidos en dos secciones, enlace principal y enlace de respaldo, como se muestra en la figura 24.

El sujeto de control PETROAMAZONAS EP cuenta con diferentes enlaces para la comunicación con la ARCH, manteniendo una redundancia en todos sus puntos en caso de fallos, y así evitar pérdida de datos en los servidores del CMCH, la interfaz PI – OPC permite el consolidado de datos mediante buffering activos en cada servidor OPC, dando la oportunidad de recuperación de datos en caso de que el enlace pierda comunicación.

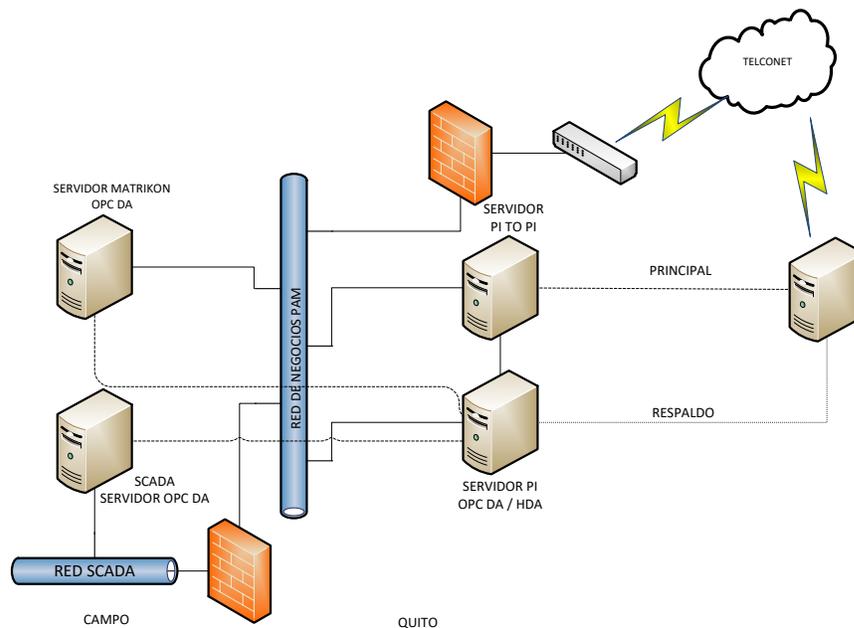


Figura 24 Arquitectura para entrega de datos a CMCH.

Fuente: CMCH - ARCH

4.2.1.2. Interfaz

Tipos de servidores OPC nativos:

- Servidor OPC HDA, el cual está basado en la especificación de acceso a datos históricos que el cliente OPC HDA provea, soporta datos en tiempo real (Christian Zapata, Quito, septiembre 2016).
- Servidor OPC DA, el cual está basado en especificaciones básicas OPC *data Access*, se lo utiliza para la transmisión de datos en tiempo real, con la diferencia de no soportar la historización de los mismos.
- Servidor OPC A&E, enfocado en la especificación de alarmas y eventos
- Servidor OPC UA, enfocado en la especificación de arquitectura unificada, con la cual permite a los servidores OPC funcionar con cualquier tipo de datos.

4.2.1.3. Matrikon OPC Data Manager

Se utilizó este software para la configuración de los servidores OPC de cliente a un servidor OPC server, que servirá de interfaz para poder adquirir los datos almacenados en los servidores Historian y direccionarlos hacia el servidor VIEW para así lograr que se visualicen en los HMI's desarrollados en el software Factory Talk Studio.

4.2.1.4. Interfaz Pi

El sujeto de control PETROAMAZONAS EP utiliza esta interfaz ya que permite la administración de grandes cantidades de datos en tiempo real, también permite conectarse a diversas fuentes proveedoras de los mismos (OSIsoft, 2011), facilitando el envío de datos al sistema SCADA del CMCH, el cual también utiliza en su servidor Historian este tipo de interfaz, creando así de esta manera un enlace de comunicación PI to PI entre las dos entidades.

El CMCH realiza la configuración de la interfaz con el programa PI UCI (*interface configuration utilitie*), para la adquisición de datos en tiempo real ya sea cada segundo, minuto o día y así almacenarlos en su servidor Historian, permitiendo realizar las siguientes acciones:

- Manejar datos en series de tiempos o eventos, ya sean independientes o simultáneos.
- Asegurar el acceso y la transmisión de los datos provenientes del sujeto de control.
- Permite tener redundancia y alta disponibilidad de recolección de datos.
- Distribuye los datos a las aplicaciones clientes.
- Permite trasladar datos en tiempo real y datos de históricos a diferentes locaciones de almacenamiento.
- Configura todos los parámetros de la interfaz.

- A través de la herramienta PI DataLink permite crear reportes y análisis interactivos en hojas de cálculo como Excel, ajustando el rango de tiempo para la generación de los mismos.

4.3. IMPLEMENTACIÓN

4.3.1. Procedimiento de instalación y configuración de la interfaz

En la Plataforma SCADA del CMCH al momento ya se encuentran integrados Bloque 18, Bloque 15, Bloque 12 pertenecientes al sujeto de control PETROAMAZONAS EP, por lo que no es necesario realizar nuevamente la configuración de la interfaz PI to PI para la integración del Bloque 06 que es lo que se está desarrollando en este proyecto, por lo que se utilizará la misma interfaz ya antes configurada.

Al momento en el CMCH se encuentra un informe de servicios entregado por PETROAMAZONAS EP, donde se menciona la instalación de la interfaz PI 2 PI para la comunicación existente con el servidor Factory Talk Historian del CMCH en la ARCH. En ya mencionado informe se encuentra plasmada la arquitectura de comunicaciones que se tiene entre los servidores para la transferencia y almacenamiento de datos.

4.3.2. Generación de históricos

Como ya se mencionó en el ítem 2.7 el primer paso es la creación de variables en el servidor Historian para el direccionamiento hacia los servidores de PETROAMAZONAS EP ubicados en Quito, una vez realizado esto se procede con el almacenamiento de los mismos, y de esta manera realizar la generación de los históricos.

4.3.2.1. Procedimiento para la implementación de Históricos

Este proceso se lo realiza a través de la creación de listas de las variables que se solicitaron al sujeto de control, para la creación de esta lista se tiene que seguir un formato establecido por los técnicos del CMCH, en la cual se establecen los puntos de historización.

El siguiente paso sería la creación de las variables en el Factory Talk Historian, donde se separan por grupos para de esta manera asignar la frecuencia de escaneo, y evitar sobrecargar el servidor ya que este se encuentra leyendo constantemente una cantidad considerable de datos provenientes de todos los sujetos de control que se encuentran integrados en la Plataforma SCADA del CMCH.

Posterior a esto, es necesario desarrollar otra lista que contenga las mismas variables que las que se cargaron en el servidor Historian y Factory Talk Historian, para ser cargadas en el programa Matrikon OPC Data Manager, aquí configuramos el tiempo de muestreo para que sea diferente a de los otros sujetos de control integrados en la Plataforma SCADA del CMCH, también se configura los grupos y alias, que son una forma de agrupar por bloques las diferentes variables correspondientes a cada uno de los sujetos de control, a su vez se realiza una verificación de las variables creadas en el historian con la finalidad de revisar si se encuentran correctamente direccionados.

4.3.2.2. Creación de puntos de historización

Como ya se mencionó en párrafos anteriores los datos que se encuentran almacenados en el servidor Historian del CMCH, son tomados del servidor PI perteneciente al sujeto de control, a través de una interfaz OPC que para el caso del CMCH vendría a ser el Software Matrikon OPC Data Manager, compatible para acceder a datos o información proveniente de los sistemas de control. Un

cliente OPC es cualquier aplicación que puede conectarse con un servidor OPC y utilizar su información, y así intercambiar información o datos en tiempo real.

Para poder realizar la creación de los puntos de historización, antes se deben crear las variables en el software Matrikon OPC Data Manager, esto se los puede hacer de dos formas diferentes, la primera es de forma masiva, esto quiere decir realizando una sola lista en Excel donde consten todas las variables que se solicitaron al sujeto de control; la otra forma es ingresar variable por variable directamente el software.

Se ingresaron las variables en el software Matrikon OPC Data Manager de manera individual, de variable por variable, para dar el nombre a las variables se sigue un formato creado por los técnicos del CMCH y esto incluye, las locaciones, la descripción de la variable, las unidades de cada variable, el tipo de dato, el instrument tag (nombre del tag que proporciona el sujeto de control) como ejemplo lo siguiente: B06\CONTACTORA_TEG1\PIT_2202.

En las siguientes figuras se muestra paso a paso como se crearon las variables provenientes del sujeto de control en el software Matrikon OPC Data Manager instalado en el servidor Historian del CMCH.

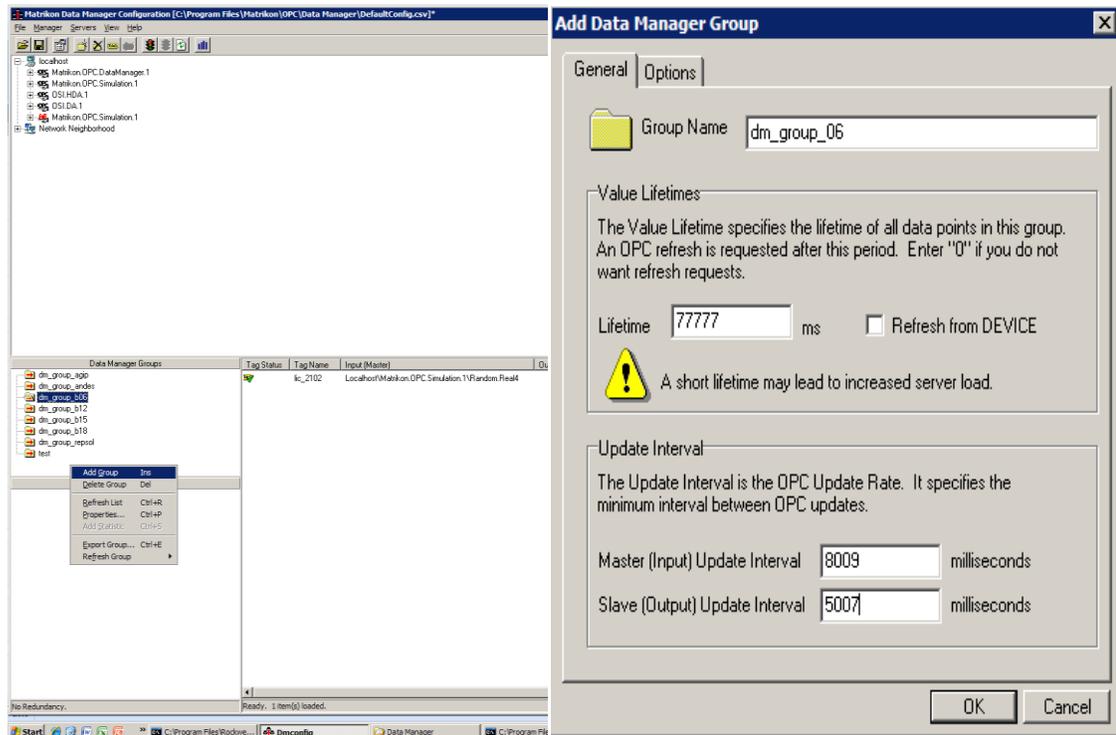


Figura 25 Creación del grupo para variables del bloque 06.

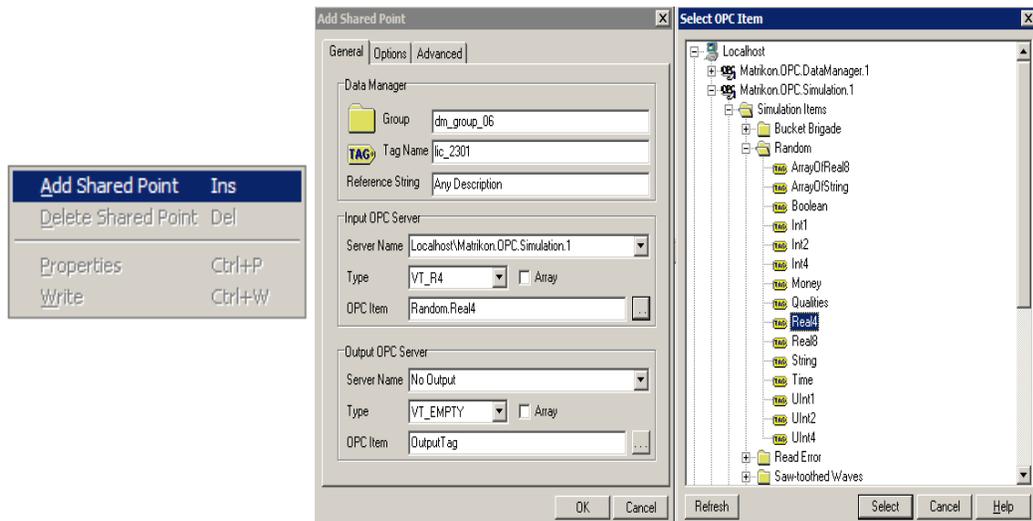


Figura 26 Creación de las variables para puntos de historización.

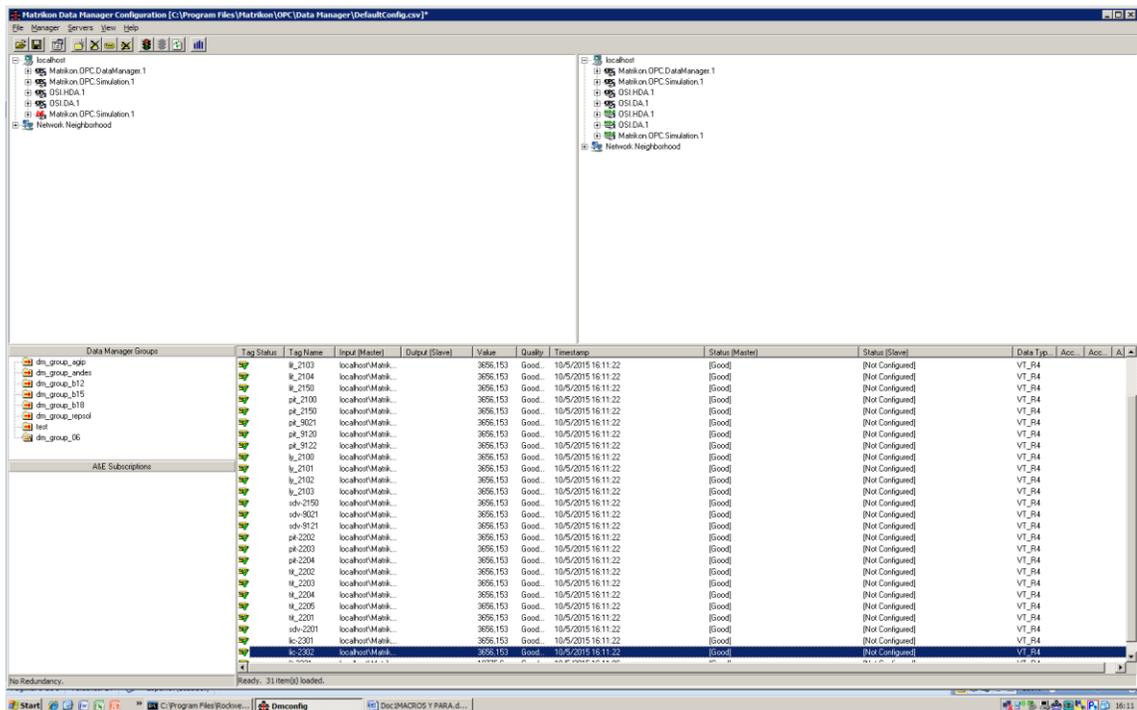


Figura 27 Lista de variables ingresada en software Matrikon OPC Data Manager.

4.3.3. Diagramación y visualización

Se utilizó el Estándar para desarrollo de esquemáticos creado por los técnicos del CMCH, el mismo que permite la diagramar cada uno de los procesos que cumple la Planta Deshidratadora de Gas Natural Bloque 06 de PETROAMAZONAS EP.

Este estándar tiene que ver en lo que son, colores de líneas por productos, tamaño de letra para texto como, títulos de pantalla, nombres de equipos y otros; a continuación se presentan las tablas correspondientes a colores y tamaño de letra:

Tabla 1
Estándar para colores de HMI (línea, producto, color).

Producto	Color	R (Red)	G (Green)	B (Blue)
Crudo		0	0	0
Diesel		255	128	0
Fuel Oil		128	0	0
Gas de Cabeza, Fuel Gas		140	140	0
Gases (H, GLP)		240	240	0
Glicol		169	1	160
Condensados		0	170	170

Tabla 2
Estándar para tamaño de letra en HMI.

Producto	Tamaño	Color	R (Red)	G (Green)	B (Blue)
Título de pantalla	20		0	0	0
Equipos principales	12		0	0	0
Tags	9		0	208	208
Unidades de Ingeniería	8		0	0	0
Indicadores de variables	8		0	0	0
Nombre de pantalla	8		0	208	208
Etiquetas de productos en tuberías	10	Según el producto.	–	–	–

A continuación se muestra una tabla con el nombre y el número de señales correspondiente a cada una de las pantallas diagramadas las mismas que se pueden observar en el anexo 1

Tabla 3
Nombres de pantallas diagramadas con indicador de señales

Pantalla	Número de señales
Ingreso de gas a planta	18
Contactora teg1	9
Contactora teg2	14
Contactora teg3	9
Filtro 1 calentador 1	38
Filtro 2 calentador 2	23
Regeneradora teg1	30
Regeneradora teg2	22
Regeneradora teg3	32
Medición y salida	19
Gas combustible	15
Almacenamiento y condensados	6
Venteos y drenajes	11

4.3.3.1. Procedimiento para la diagramación HMI's

Como parte para el desarrollo e implementación del proyecto se tiene la diagramación de las interfaces de visualización HMI's en el software Factory Talk View Studio, en base a los requerimientos solicitados por los técnicos del área de procesos del CMCH, este punto incluye lo que es creación de tags a nivel de

View para la animación y visualización de las variables que se van a monitorear en cada uno de los procesos que cumple la planta por medio del uso de parámetros y macros.

4.3.3.2. Diagramación

Para el diseño de las interfaces de visualización HMI's, se lo hizo en base al "estándar para diagramación de pantallas y menús de los sujetos de control del CMCH" y de la información recolectada en campo durante la visita realizada, esta información incluye, manuales de procesos, diagramas P&ID's (ver anexo 4), e incluso las propias pantallas en las que PETROAMAZONAS EP monitorean la planta. Como ya se mencionó anteriormente los técnicos del área de procesos realizan un estudio minucioso de las variables que se desean monitorear en el SCADA del CMCH, para de esta manera optimizar la capacidad en disco de los servidores que posee el CMCH y evitar que el canal de transmisión se sobrecargue de información innecesaria.

Las interfaces de visualización HMI's que se integraran a la Plataforma SCADA del CMCH tienen que ser amigables y fáciles de entender.

a) Estándar para la diagramación de pantallas y menús.

El área total de la pantalla debe de ser de 1680 x 1050 para diagramación de esquemáticos y menú de navegación, y debe llevar el siguiente arquitectura, tal y como se muestra en la figura 28

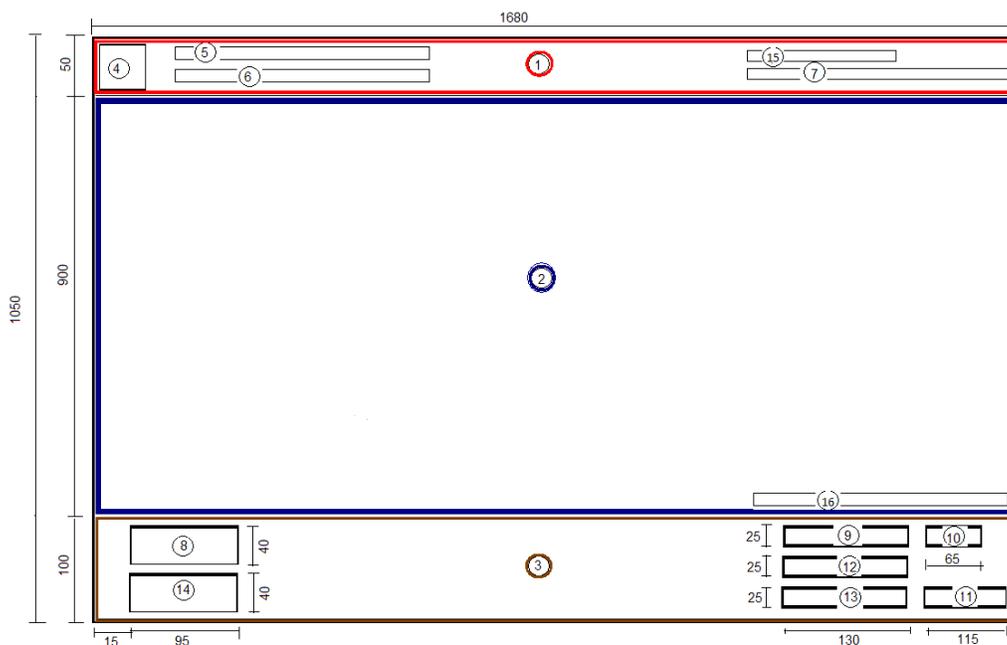


Figura 28 Arquitectura para el desarrollo de HMI's.

1.- En el área de color rojo se ubicara el encabezado (1680 x 50) designado para describir: nombre de Sujeto a Control, estación, proceso, subproceso, nombre de la pantalla, fecha y hora, como se muestra en la figura 29.

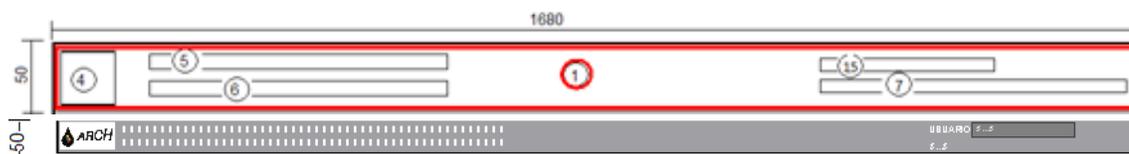
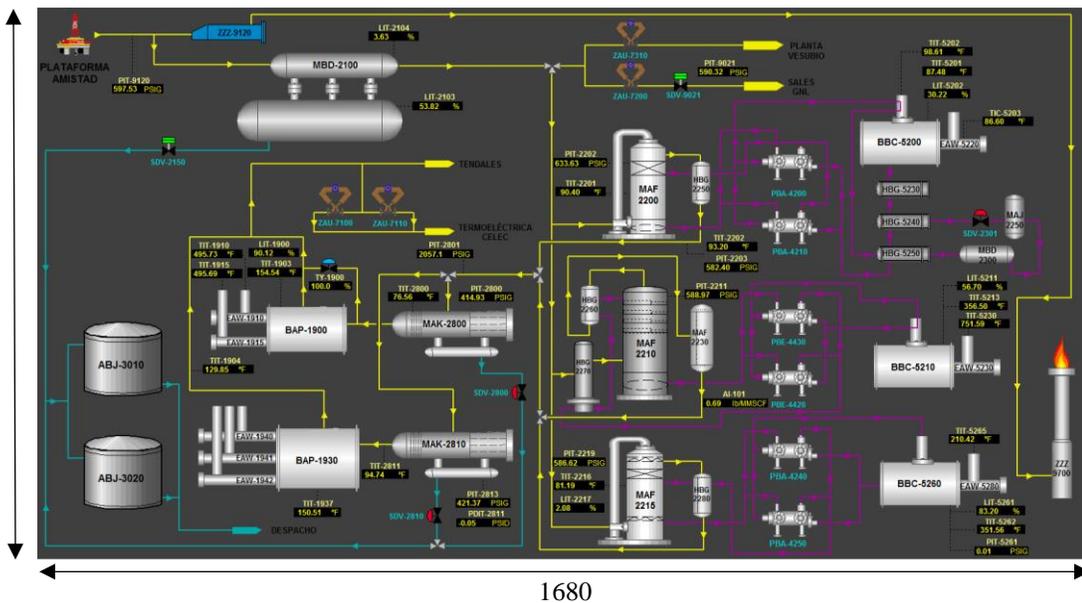


Figura 29 Área designada para el encabezado.

2.- En el área de color azul con una dimensión de 1680 x 900, designado para diagramación de esquemáticos que permitirá visualizar el proceso que cumple la planta deshidratadora de gas, como se muestra en la figura 30.



1680
 Figura 30 Área para diagramación de esquemáticos correspondientes a la planta de gas.

3.- En el área de color café de dimensiones 1680 x 100, es designando para el menú de acceso a las pantallas del Sujeto a Control.

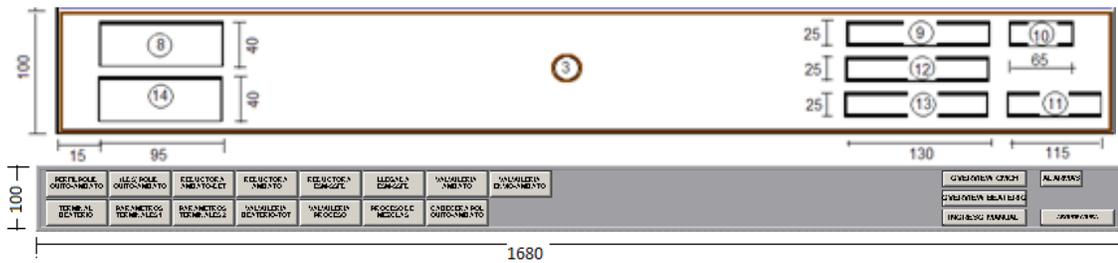


Figura 31 Área de menú de acceso.

- 4.- Área designada para logotipo de la Agencia de Regulación y Control Hidrocarbúfero (ARCH).
- 5.-String Display para nombre del Sujeto a Control
- 6.- String Display para nombre de pantalla (Estación, Proceso, Subproceso)
- 7.- String Display para descripción del día, fecha y hora.
- 8.- Botón para acceso (navegación) de directa a pantallas.
- 9.- Botón para acceso a pantalla OVERVIEW CMCH

- 10.- Botón para acceso a pantalla de ALARMAS
- 11.- Botón para acceso a pantalla de monitoreo de arquitectura.
- 12.- Botón para acceso a pantalla OVERVIEW del Sujeto a Control.
- 13.- Botón para acceso a pantalla de ingreso de datos de parámetros.
- 14.- Botón para acceso (navegación) de directa a pantallas.
- 15.- String Display para descripción del día, fecha y hora.

Para acceder al software Factory Talk View Studio se lo hace desde el icono que se encuentra ubicado en el escritorio, se deberá acceder a la aplicación en el idioma ingles ya que todos los bloques diagramados de los diferentes sujetos de control se encuentran de esta manera, y se selecciona el proyecto donde se procederá con la diagramación, el proyecto tiene de nombre como tal “CMCH”, tal y como lo muestra la figura 32.

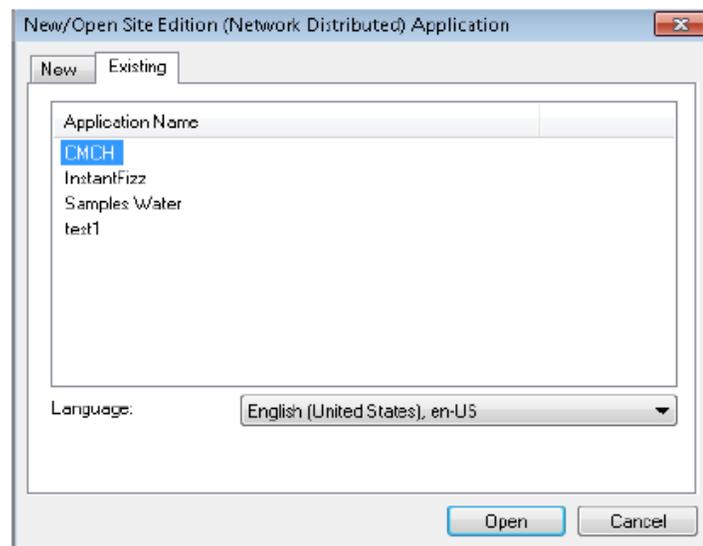


Figura 32 Configuración para elección del proyecto.

A continuación el programa se ejecutará desplegando un menú de desarrollo para pantallas HMI, y un cuadro para navegación entre los diferentes proyectos ya desarrollados, el primer paso es la creación de un menú de navegación siguiendo los parámetros del literal a) del ítem 4.3.3.2, para el bloque que se va a integrar al proyecto “CMCH”.

En el cuadro de navegación se busca la carpeta HmiEE\Hmi\Graphics\Global Objects y se procede con la creación de dicho menú, el mismo que en la cabecera deberá llevar el nombre del campo, y en la parte inferior un menú de navegación entre los diferentes procesos del campo que se pretende integrar, tal y como se muestra en la figura 33.

Una vez realizado la creación del menú de navegación para el bloque 06 o planta deshidratadora de gas, el siguiente paso será el desarrollo de las interfaces para la visualización y monitoreo de la planta, en el cuadro de navegación de Factory hay que ubicarse en la siguiente carpeta, HmiEE\Hmi\Graphics\Display, cada pantalla llevara cada uno de los procesos que cumple la planta, donde se plasmaran los tres trenes de deshidratación existentes al momento, cada equipo diagrama llevara las variables correspondientes a los mismo, donde se podrán visualizar en tiempo real valores como temperatura, presión, niveles, y flujo; tal y como se muestra en la figura 33.

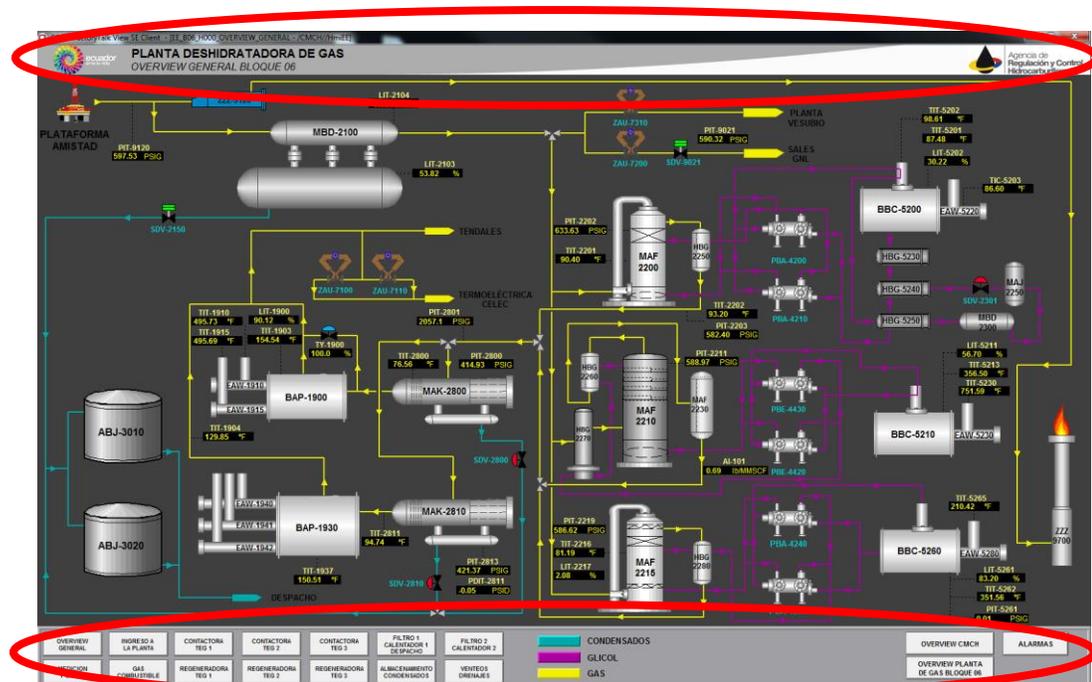


Figura 33 Menú Planta Deshidratadora de Gas Natural.

4.3.3.3. Creación de tags y direccionamiento en Factory Talk View

En esta parte del desarrollo se utilizó el método de carga masiva de tags, donde se realiza una lista actualizada en Excel de las variables que se ponen a disposición en los servidores del CMCH por parte del sujeto de control, donde se ingresaran los mismos parámetros en el párrafo anteriormente descritos, con los mismos parámetros descritos en el ítem 4.3.2.2.

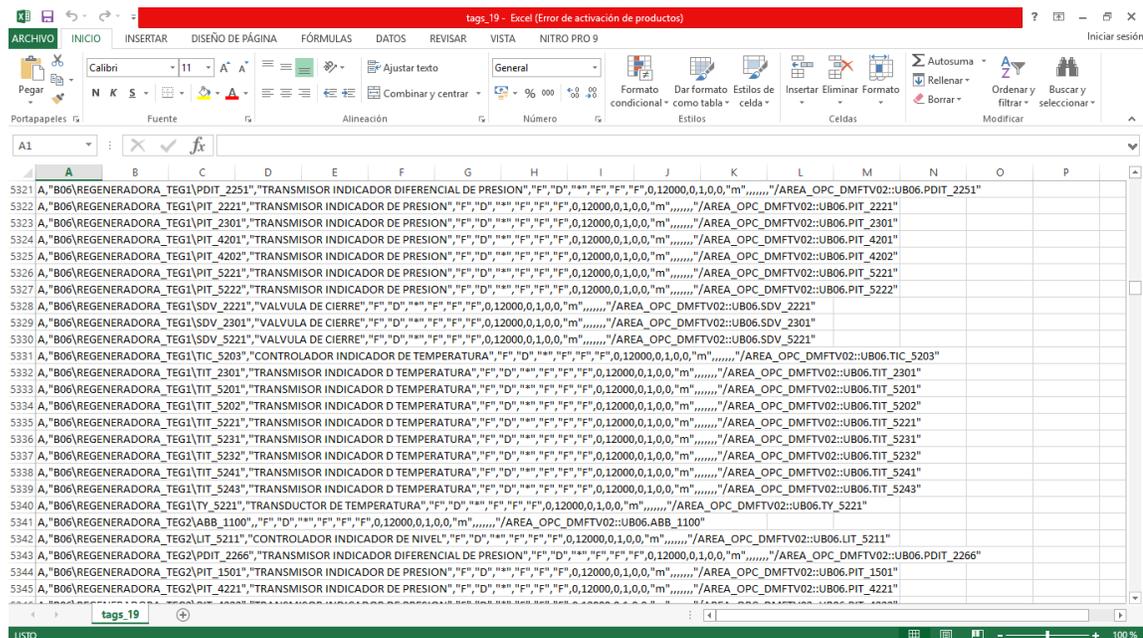


Figura 34 Lista de Excel para la creación de tags de manera masiva.

a) Pasos para cargar la lista de variables creadas en el servidor View 2

Una vez creada la lista, por medio de la aplicación propia de Windows llamada escritorio remoto accedemos a través de una dirección IP podemos acceder al servidor View 2, en donde se procederá a cargar la lista de variables antes creada. En las siguientes figuras se muestran los pasos a seguir en este proceso.



Figura 35 Acceder a la aplicación Tags Import and Export Wizard.

En la figura 36 se configura en este caso para importar la lista de excel al factory Talk View, esta lista tiene que tener un formato .CSV

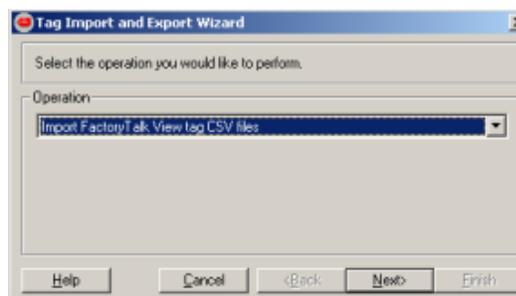


Figura 36 Selección de operación que se va a realizar.

En la figura 37 se escoge el tipo de proyecto en Factory Talk View al que se quiere importar el archivo creado en Excel.

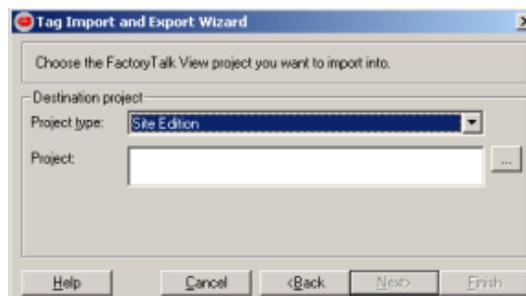


Figura 37 Seleccionar tipo de proyecto Site Edition.

Una vez realizado el paso anterior se selecciona el lugar donde se encuentra guardado el proyecto al que se desea importar y se da clic en next.

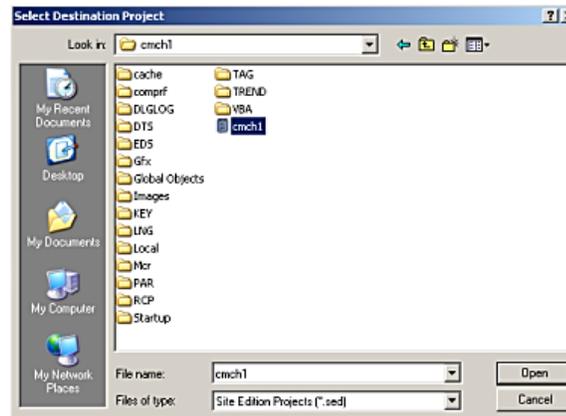


Figura 38 Búsqueda del proyecto a importar.

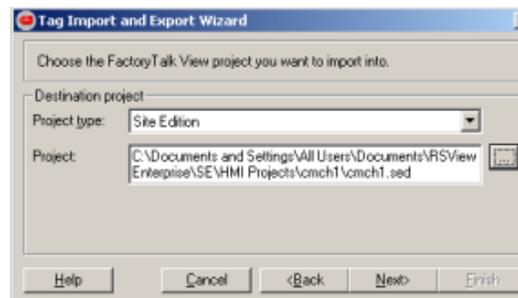


Figura 39 Proyecto seleccionado desde la ubicación.

A continuación seleccionamos el proyecto que vamos a importar, el cual ya se encuentra con los nuevos tags creados que son los del Bloque 06.



Figura 40 Selección de archivo que se desea importar.

En la figura 41 se muestra la dirección del archivo que se desea importar hacia el Factory Talk View, y seleccionamos el tipo de importación que se desea en

este caso se cargara un archivo con el mismo nombre al que ya se encuentra cargado.

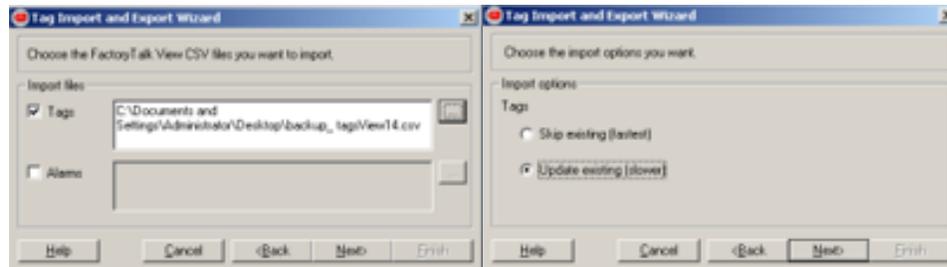


Figura 41 Seleccionar opción de importación que se desea.

En la figura 42 se puede observar que ya se encuentran creados los tags pertenecientes al Bloque 06, una vez realizada la importación de los mismos al servidor View 2.

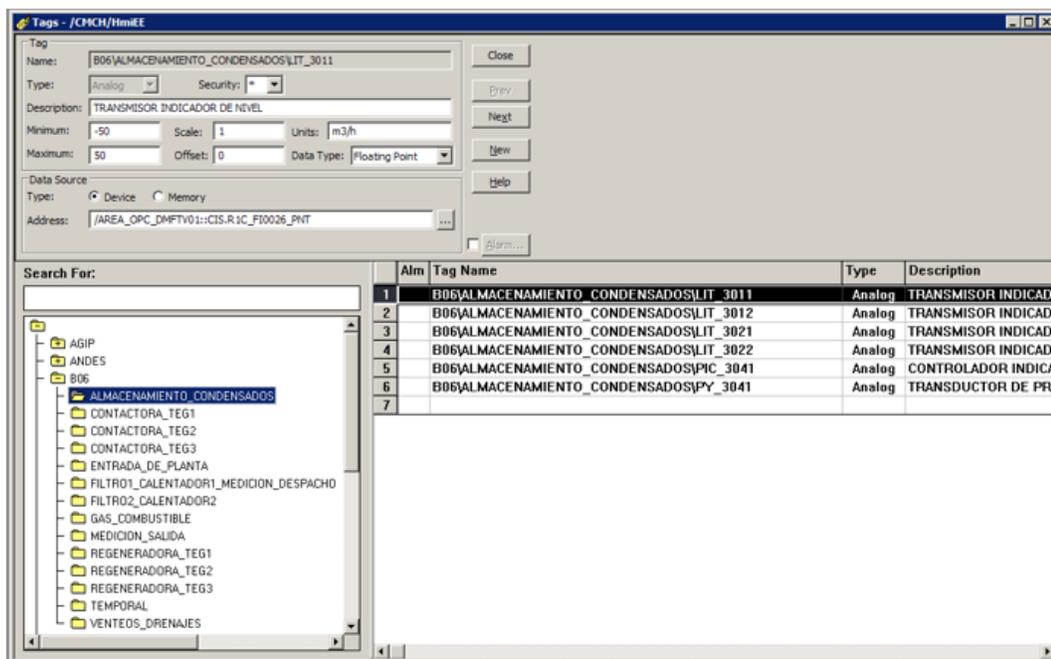


Figura 42 Visualización de tags, pertenecientes al Bloque 06.

Los tags no necesariamente son variables de tipo dato, sino de tipo “string”, se utilizaron tags para colocar los nombres de las diferentes etapas que cumple la planta. Estos tags se los nombra “Temporales” como lo muestra en la figura 43.

Estos archivos temporales se les da el valor tipo “string” desde el archivo macro, que hará que se despliegue lo que se escribió y esto puede ser el nombre del campo, o el nombre del proceso que se visualizara en la pantalla, esto en función de las necesidades del proceso.

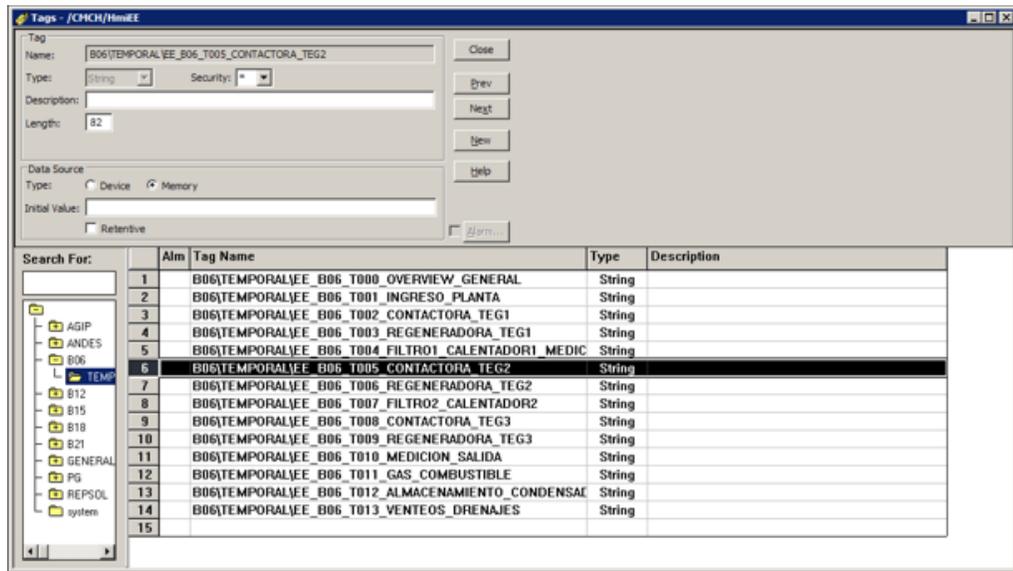


Figura 43 Tags temporales para el bloque 06.

4.3.3.4. Programación y Animación en Factory Talk View Studio

Una vez que se haya realizado el desarrollo de las interfaces de visualización HMI's, y la creación de variables en el Factory Talk View Studio, procedemos con la programación y asignación de tags a los variables creadas de tipo string, que se visualizaran en cada proceso de la planta deshidratadora ya diagramados, estos valores indican datos de presión, temperatura, flujo, y nivel; En el caso de ser variables de tipo “string” se ingresa cuadros de tipo “string display”, como nombres de pozos y nombres de campos. Como se muestra en la figura 44.

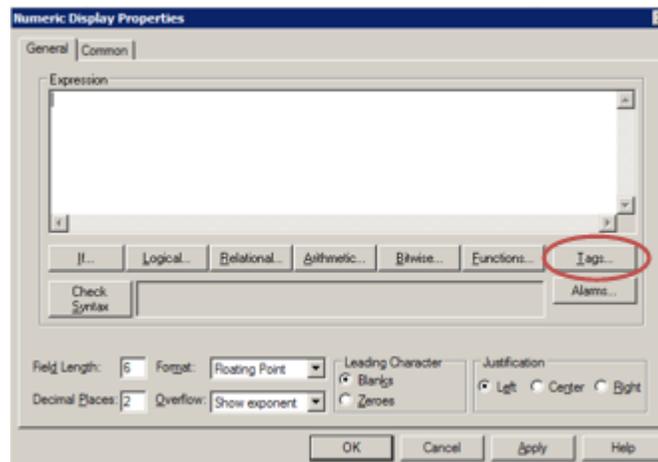


Figura 44 Cuadro Numeric Display Properties para animación.

La animación de equipos como válvulas, y bombas, los cuales poseen datos de tipo entero que comprenden valores entre 1 y 0, se lo realiza a través del siguiente cuadro de configuración mostrado en la figura 45, estos valores indicaran el estado en el que se encuentran estos equipos, la programación de estos dependerán de qué tipo de contacto están utilizando en campo para la adquisición de las señales, si son contactos normalmente abiertos o normalmente cerrados. Así de esta manera se podrá asegurar que la animación para estos equipos se la realice correctamente.

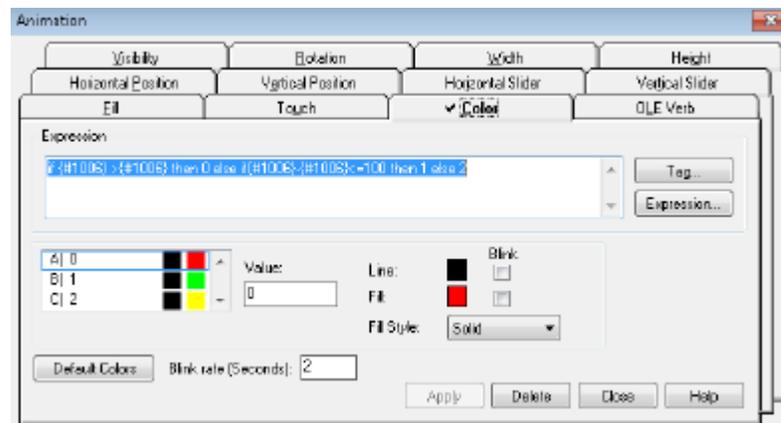


Figura 45 Animación para visualizar estados de equipos.

4.3.3.5. Macros y Parámetros

Dentro de lo que es el desarrollo y creación de las interfaces para la visualización de lo que es el Bloque 06 Planta Deshidratadora de Gas, se tiene los nombres de cada uno de los procesos que cumple la misma, que serán representados como una variable tipo texto que tomarán los valores que se ejecute en el macro creado.

Para la creación de cada macro se lo realiza en la siguiente dirección del programa Factory Talk View Studio, la cual se encuentra en la carpeta HmiEE\Hmi\Graphics\Logic and Control\Macros. En la siguiente figura se puede observar los macros creados para este proyecto, cada macro va en función a lo que se necesita ejecutar, para este caso se va a crear la macro para la pantalla OVERVIEW GENERAL, como se muestra a continuación.

Como se puede observar a continuación se direcciona al temporal ya antes creados, y se pone el nombre que se desea que aparezca en la cabecera del menú.

```
B06\TEMPORAL\EE_B06_T000_OVERVIEW_GENERAL = "OVERVIEW
GENERAL B06"
```

Para la creación del macro también se direcciona al display o mejor dicho a la pantalla creada como OVERVIEW GENERAL y a la dirección de Parámetros ya antes creada.

```
Display      EE_B06_H000_OVERVIEW_GENERAL      /U      /P
EE_B06_P000_OVERVIEW_GENERAL
```

```

EE_B06_M000_OVERVIEW_GENERAL - /CMCH/HmiEE (Macros)
----- Macro File created 01/06/2014 -----
| Macros are lists of commands, with one command per line
| See Help or the manual for a list of commands and their parameters
|-----

B06\TEMPORAL\EE_B06_T000_OVERVIEW_GENERAL = "OVERVIEW GENERAL B06"

Display EE_B06_H000_OVERVIEW_GENERAL /U /P EE_B06_P000_OVERVIEW_GENERAL

```

Figura 46 Macro creado para display de Overview General.

En el menú creado para la navegación entre pantallas del Bloque 06 Planta Deshidratadora de Gas, cada botón es internamente programado para que al momento que se ejecute la acción, este llame al macro correspondiente a la pantalla que se quiere visualizar. Tal y como se muestra en la siguiente figura.

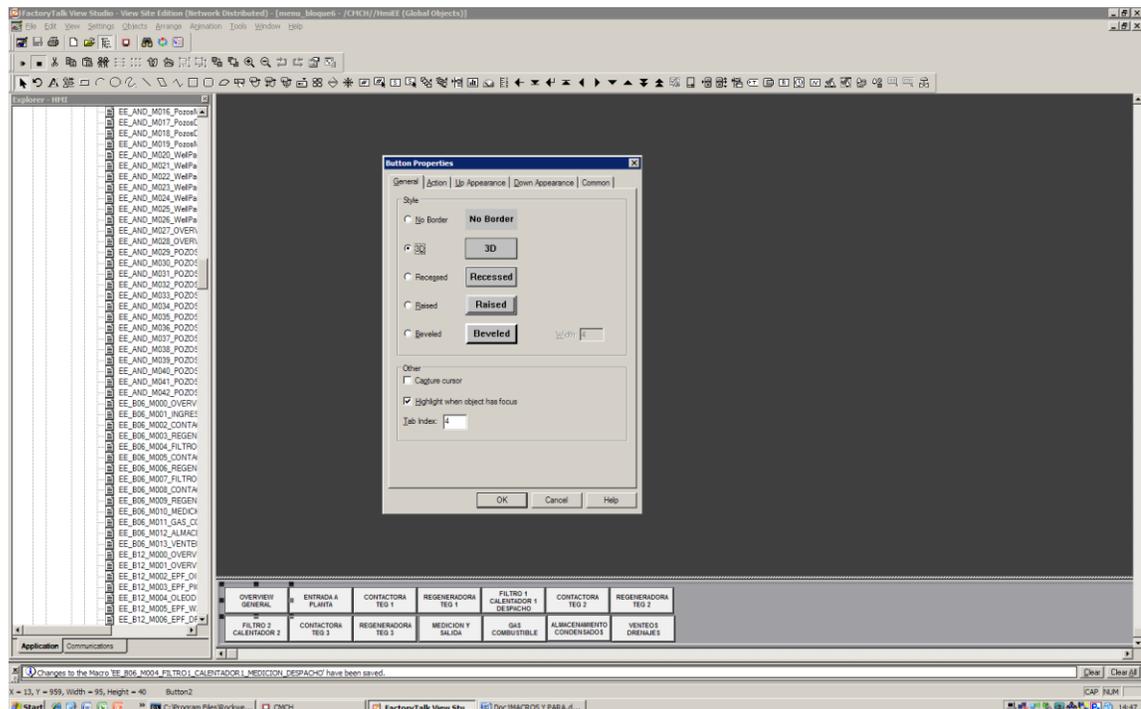


Figura 47 Configuración de botones de menú de navegación Bloque 06.

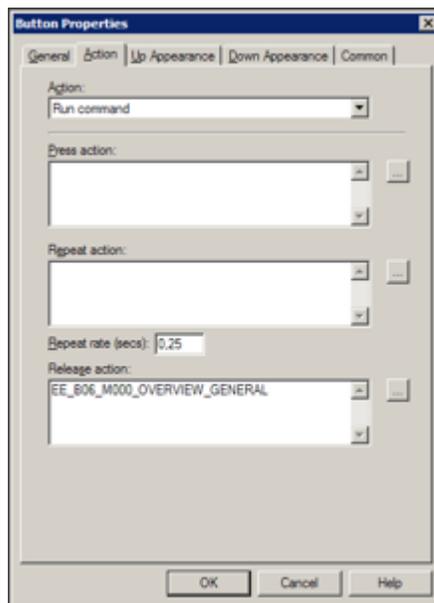


Figura 48 Configuración de botón a través de macros.

La creación de parámetros ayuda a vincular los tags con menús descriptivos, en la siguiente figura se observa el parámetro creado para la pantalla Overview General, la programación empieza desde el comando

#51=B06\TEMPORAL\EE_B06_T000_OVERVIEW_GENERAL, el cual hace referencia al valor temporal que va a tomar en la cabecera ya antes creado.

```

EE_B06_P000_OVERVIEW_GENERAL - /CHCH/HimiEE (Parameters)
#1= 1
|----- Parameter File created 01/06/2014-----
| Parameter files are used with graphic displays to specify the tags a
| display uses at runtime. The parameter file is passed to the graphic
| using the /P option of the Display command.
| Syntax:
| #replacement=tagname
| Example:
| #23=A_COLOR
| #23 in any expression in a graphic would be replaced by the tag A_COLOR.
|-----
|
| #51=B06\TEMPORAL\EE_B06_T000_OVERVIEW_GENERAL
|

```

Figura 49 Parámetro creado para display Overview General.

4.3.4. Generación de alarmas

Name	Input Tag	Ack Required	Min Duration	Deadband	HIHI Enabled	HIHI Limit T	HIHI Limit	HIHI Severit	HIHI Messag	HI Enabled	HI Limit
1	ANDES_DORINE1_DO1_LOADSHED_RE	VERDADERO	0	0	FALSO					VERDADERO	Constan
2	ANDES_DORINES_D05_AT_100_AE	VERDADERO	0	0	FALSO					VERDADERO	Constan
3	ANDES_DORINES_D05_FQI_100_AE	VERDADERO	0	0	FALSO					VERDADERO	Constan
4	ANDES_DORINES_D05_FQI_100_MF_A	VERDADERO	0	0	FALSO					VERDADERO	Constan
5	ANDES_DORINES_D05_FQI_100_MF_A	VERDADERO	0	0	FALSO					VERDADERO	Constan
6	ANDES_DORINES_D05_FQI_100_NET_A	VERDADERO	0	0	FALSO					VERDADERO	Constan
7	ANDES_DORINES_D05_FQI_101_AE	VERDADERO	0	0	FALSO					VERDADERO	Constan
8	ANDES_DORINES_D05_FQI_101_MF_A	VERDADERO	0	0	FALSO					VERDADERO	Constan
9	ANDES_DORINES_D05_FQI_101_NET_A	VERDADERO	0	0	FALSO					VERDADERO	Constan
10	ANDES_DORINES_D05_FQI_102_AE	VERDADERO	0	0	FALSO					VERDADERO	Constan
11	ANDES_DORINES_D05_FQI_102_MF_A	VERDADERO	0	0	FALSO					VERDADERO	Constan
12	ANDES_DORINES_D05_FQI_102_NET_A	VERDADERO	0	0	FALSO					VERDADERO	Constan
13	ANDES_DORINES_D05_PT_1_AE	VERDADERO	0	0	FALSO					VERDADERO	Constan
14	ANDES_DORINES_D05_PT_2_AE	VERDADERO	0	0	FALSO					VERDADERO	Constan
15	ANDES_DORINES_D05_PT_3_AE	VERDADERO	0	0	FALSO					VERDADERO	Constan
16	ANDES_DORINES_D05_PT_500_AE	VERDADERO	0	0	FALSO					VERDADERO	Constan
17	ANDES_DORINES_D05_PT_510_AE	VERDADERO	0	0	FALSO					VERDADERO	Constan
18	ANDES_DORINES_D05_PT_520_AE	VERDADERO	0	0	FALSO					VERDADERO	Constan
19	ANDES_DORINES_D05_PT_530_AE	VERDADERO	0	0	FALSO					VERDADERO	Constan
20	ANDES_DORINES_D05_PT_6_AE	VERDADERO	0	0	FALSO					VERDADERO	Constan
21	ANDES_DORINEBATTERY_D0B_DPT_1	VERDADERO	0	0	FALSO					VERDADERO	Constan
22	ANDES_DORINEBATTERY_D0B_FQI_1	VERDADERO	0	0	FALSO					VERDADERO	Constan
23	ANDES_DORINEBATTERY_D0B_FQI_1	VERDADERO	0	0	FALSO					VERDADERO	Constan
24	ANDES_DORINEBATTERY_D0B_FQI_1	VERDADERO	0	0	FALSO					VERDADERO	Constan
25	ANDES_DORINEBATTERY_D0B_FQI_1	VERDADERO	0	0	FALSO					VERDADERO	Constan
26	ANDES_DORINEBATTERY_D0B_LIT_75	VERDADERO	0	0	FALSO					VERDADERO	Constan
27	ANDES_DORINEBATTERY_D0B_LT_1	VERDADERO	0	0	FALSO					VERDADERO	Constan
28	ANDES_DORINEBATTERY_D0B_LT_2	VERDADERO	0	0	FALSO					VERDADERO	Constan
29	ANDES_DORINEBATTERY_D0B_LT_5	VERDADERO	0	0	FALSO					VERDADERO	Constan
30	ANDES_DORINEBATTERY_D0B_LT_6	VERDADERO	0	0	FALSO					VERDADERO	Constan

Figura 51 Lista de tags para generación de alarmas Bloque 06.

El desarrollo de alarmas en el CMCH ayuda a comprobar el correcto funcionamiento de los equipos ubicados en planta, manteniéndose así de esta manera dentro de los rangos de operación en los que han sido configurados.

Para esta etapa del proyecto se realizó una lista en Excel que ayudó a subir de forma masiva los datos de las variables que se van a monitorear en la pantalla de alarmas del Bloque 06. En estas listas se agregaron los rangos máximo y mínimo de operación de cada equipo en funcionamiento.

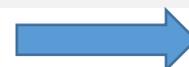
4.4. REPORTE

Cada reporte que se ejecuta en el área de procesos está en base a los requerimientos solicitados por el CMCH, se realiza una lista de variables, las de mayor relevancia para la generación del reporte que será generado por el área de Midstream, donde se monitorean, presiones, temperatura, caudales, durante el proceso de deshidratación.

Se realizó una plantilla para la generación de reporte de operación del Bloque 06, donde se toman en cuenta parámetros operacionales de la planta. Para este reporte se tomaron datos de las líneas de salida que distribuyen gas a CELEC y GNL como de presión y temperatura, también se tomaron datos desde la plataforma Citrix donde PETROAMAZONAS EP sube a diario sus reporte en cuanto a producción, generación, y despacho; en el anexo 2 se visualiza como quedo la plantilla para la generación de reportes diarias correspondientes a la planta deshidratadora de gas Bloque 06.A continuación se presenta una tabla con las variables que se plasmarán en el reporte.

Tabla 4
Tag's utilizados para la generación de reporte

EQUIPOS		PRESIÓN	TEMPERATURA
SLUG CATCHER	MBD-2100	BLOQUE06_AMISTAD_FACI_PIT_2100	-
CONTACTOR A	MAF-2200	BLOQUE06_AMISTAD_FACI_PIT_2202	BLOQUE06_AMISTAD_FACI_TIT_2201
	MAF-2210	BLOQUE06_AMISTAD_FACI_PIT_2211	BLOQUE06_AMISTAD_FACI_TIT_2213
	MAF-2215	BLOQUE06_AMISTAD_FACI_PIT_2219	BLOQUE06_AMISTAD_FACI_TIT_2216
FILTRO SEPARADOR	MAK-2800	BLOQUE06_AMISTAD_FACI_PIT_2800	BLOQUE06_AMISTAD_FACI_TIT_2800
	MAK-2810	BLOQUE06_AMISTAD_FACI_PIT_2813	-
CALENTADOR DE GAS	BAP_1900	-	BLOQUE06_AMISTAD_FACI_TIT_1903
	BAP_1930	-	BLOQUE06_AMISTAD_FACI_TIT_1937
UNIDAD DE REGENERACIÓN DE GLICOL	BBC-5200	-	BLOQUE06_AMISTAD_FACI_TIT_5201
	BBC-5210	-	BLOQUE06_AMISTAD_FACI_TIT_5213
	BBC-5260	-	BLOQUE06_AMISTAD_FACI_TIT_5262
SALIDA GAS A GNL	-	BLOQUE06_AMISTAD_FACI_PIT_9021	-
MEDIDOR 1-SALIDA GAS A CELEC	7110	BLOQUE06_AMISTAD_FACI_PI_7110	BLOQUE06_AMISTAD_FACI_TI_7110



MEDIDOR 1- SALIDA GAS A CELEC	7111	BLOQUE06_AMISTAD_FACI_ PI_7111	BLOQUE06_AMISTAD_FACI_ TI_7111
--	------	-----------------------------------	-----------------------------------

CAPÍTULO V

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Luego de haber realizado la diagramación de pantallas HMI's, la creación de señales a nivel de Historian y View, y haber realizado el direccionamiento de las mismas en sus diferentes etapas, se realiza una serie de pruebas y validación en base a cada uno de los siguientes componentes descritos a continuación, donde se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 5
Tabla de resultados de pruebas.

Componente	Resultado
1. Comunicación	
Conectividad PI to PI	Cumple
Configuración de red	Cumple
Comprobación de transferencia de datos a través de la interfaz	Cumple
2. Servidor Historian	
Creación de tags en Factory Talk Historian	Cumple
Direccionamiento de tags en Factory Talk Historian	Cumple
3. Transferencia de datos entre servidores OPC	
Creación y configuración de tags en Matrikon OPC Data Manager y Alias	Cumple
4. Factory Talk View	



Creación de tags en Factory Talk view	Cumple
Linkeo de tags en Factory Talk view	Cumple
Creación de menús, parámetros y macros.	Cumple
5. Respuesta ante cambios de direccionamiento	
Cambio de direccionamiento en Historian	Cumple
Cambio de direccionamiento en Matrikon OPC Data Manager	Cumple
6. Creación y Direccionamiento de Alarmas	Cumple

5.1. PRUEBAS DE COMUNICACIÓN

Para iniciar las pruebas a nivel de comunicación, lo primero que revisamos es la conectividad entre el CMCH y el Sujeto de control, esto haciendo ping hacia el servidor Historian de PETROAMAZONAS EP en Oficinas en Quito, no necesariamente ambos servidores tienen que encontrarse dentro de la misma red y el mismo dominio, como se indica en la figura 52.

```

Administrator: C:\Windows\system32\cmd.exe - ping 10.10.3.24 -t
Microsoft Windows [Version 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\kepler>ping 10.10.3.24 -t

Pinging 10.10.3.24 with 32 bytes of data:
Reply from 10.10.3.24: bytes=32 time=2ms TTL=122
Reply from 10.10.3.24: bytes=32 time=4ms TTL=122
Reply from 10.10.3.24: bytes=32 time=2ms TTL=122

```

Figura 52 Estado de conectividad servidor CMCH, servidor PAM Quito.

Con esto no se quiere decir que la transferencia de datos sea exitosa entre las dos entidades, solo se puede comprobar que el enlace se mantiene activo. Las pruebas de transferencia de datos solo las puede realizar el sujeto de control ya que ellos son los desarrolladores y los encargados de configurar el enlace PI to PI.

A través de la herramienta Pi Data Link en Excel se pudo realizar tendencias de Históricos con variables obtenidas por métodos estadísticos para obtener muestras representativas del sujeto de control, estas tendencias se las realiza en un periodo de tiempo establecido. El método de tendencias permite visualizar si la interfaz se inhibe mediante el análisis de los valores que presentan los tags.

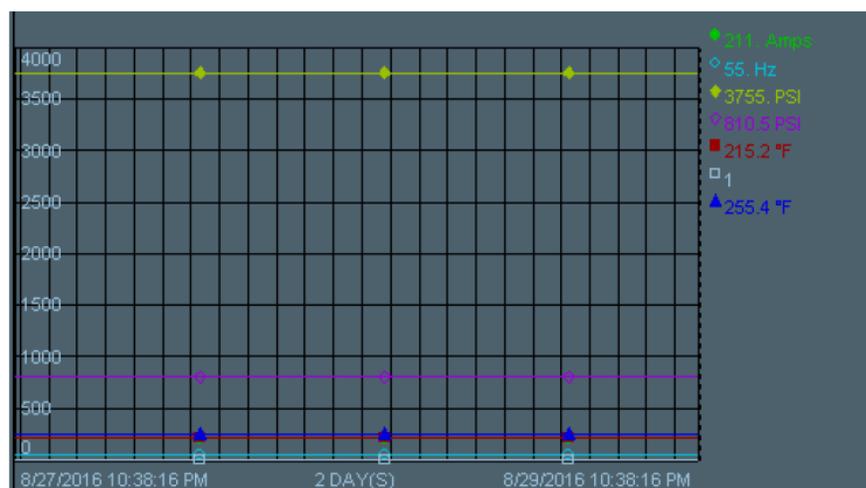


Figura 53 Tendencia de interfaz posiblemente inhibida.

Si la interfaz llegara a inhibirse o a perderse el enlace entre las dos entidades, los técnicos del CMCH a través de una llamada solicitan al sujeto de control que reinicie la interfaz, ya que ellos mantienen el control total de la misma. En el caso de PETROAMAZONAS EP su interfaz PI to PI no permite sobrescribir datos ya enviados, por lo cual si la interfaz se inhibió y los funcionarios del CMCH no se percataron de este error, los datos transmitidos se perderán durante el tiempo que se mantuvo la interfaz inhibida. Para corregir este error lo más común y fácil de realizar es mediante el reinicio de cada interfaz.

5.2. PRUEBAS A NIVEL DE SERVIDOR HISTORIAN

Para realizar estas pruebas se utilizó el software Pi System Management Tools, en el cual a través de la pestaña Current Value se puede realizar la búsqueda de la tags pertenecientes al Bloque 06, donde aparecerán todas las variables creadas y direccionadas hacia las que se solicitaron al sujeto de control, aquí se despliega información como: el tiempo de escaneo, unidades, descripción, y valores en tiempo real que proviene del instrumento en campo, como se muestra en la figura 54.

Permite verificar que las variables creadas se encuentren correctamente direccionadas, para no tener confusiones, la lista de variables que se creó en el CMCH llevan el mismo nombre de las que pusieron a disposición el sujeto de control. Los tags que entrega el sujeto de control tienen nomenclatura propia, por lo que es necesario tener en cada tag que se crea, la respectiva descripción y unidades de ingeniería, así de esta manera podemos saber de qué equipo proviene la señal, como se muestra en las figura 54 y 55.

Tag Name	Server	Collective	Timestamp	Value	Engineering Units	Descripcio
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_ABB_1100	UIDWFTH2		09/02/2017 14:50:31	0	N/A	valvula de tres v&as, regenerador 2, NA, permite el ingreso de BTEX al quemador /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_AI_101	UIDWFTH2		09/02/2017 14:48:17	0.88261	lb/MMSCF	analizador de humedad, contactora teg1, genera una alarma de alto contenido de humedad salida /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_AI_2380	UIDWFTH2		09/02/2017 14:51:01	29	lb/MMSCF	analizador de humedad /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_AI_7111	UIDWFTH2		09/02/2017 14:48:41	18.375	lb/MMSCF	analizador de humedad, medicion y salida /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_AI_7310	UIDWFTH2		09/02/2017 14:48:41	0	lb/MMSCF	analizador de humedad, medicion y salida /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_AI_7311	UIDWFTH2		09/02/2017 14:48:41	0	lb/MMSCF	analizador de humedad, medicion y salida /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_AI_7110	UIDWFTH2		09/02/2017 14:48:41	0	MSCFD	indicador de flujo, medicion y salida /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_AI_7111	UIDWFTH2		09/02/2017 14:48:41	0	MSCFD	indicador de flujo, medicion y salida /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_AI_7310	UIDWFTH2		09/02/2017 14:48:41	0	MSCFD	indicador de flujo, medicion y salida /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_AI_7311	UIDWFTH2		09/02/2017 14:48:41	0	MSCFD	indicador de flujo, medicion y salida /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_FI_1950	UIDWFTH2		09/02/2017 14:49:49	16.637	SCFD	transmisor indicador de flujo, calentador 2, BAP-1930 /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_FIT_2288	UIDWFTH2		09/02/2017 14:46:17	0.053471	SCFD	transmisor de flujo, regenerador teg3, entrada de gas combustible al fuel gas MBF-2285 /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_FIT_6103	UIDWFTH2		09/02/2017 14:47:37	0	GPM	transmisor indicador de nivel, sistema de drenajes, ABH-6100 para medir la cantidad de agua separada que es el
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_FOI_7111	UIDWFTH2		09/02/2017 14:48:41	0	N/A	caudal&metros, medicion y salida /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_FOI_7311	UIDWFTH2		09/02/2017 14:48:41	0	N/A	caudal&metros, medicion y salida /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_FY_7110	UIDWFTH2		09/02/2017 14:46:17	0	N/A	computador de flujo, medicion y salida /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LIC_2100	UIDWFTH2		09/02/2017 14:42:25	22.731	%	controlador indicador de nivel, abre y cierra valvulas, entrada a la planta, slug catcher /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LIC_2101	UIDWFTH2		09/02/2017 14:49:29	38.58	%	controlador indicador de nivel, entrada a la planta, slug catcher, recibe se&ales de bajo y alto nivel /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LIC_2102	UIDWFTH2		09/02/2017 14:50:08	-1	%	controlador indicador de nivel, entrada a la planta, slug catcher, controla valvula LCV-2103 para ev
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LIC_2151	UIDWFTH2		09/02/2017 14:41:11	13.463	%	controlador indicador de nivel, entrada a la planta, activa las bombas del separador flash de condens
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LIC_2211	UIDWFTH2		09/02/2017 14:41:55	0.94531	%	controlador indicador de nivel que abre o cierra una valvula LCV-2211 /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LIC_2218	UIDWFTH2		09/02/2017 14:47:05	14.23	%	controlador indicador de nivel, contactora teg 3, MAF-2215 /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LIC_2321	UIDWFTH2		09/02/2017 14:47:37	32.299	%	controlador indicador de nivel, contactora teg1, mando de la valvula LCV-2321 /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LIC_2301	UIDWFTH2		09/02/2017 14:48:20	7	%	controlador de nivel, regeneradora 1, evacuacion de condensados /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LIC_2302	UIDWFTH2		09/02/2017 14:48:41	81	%	controlador de nivel, regeneradora 1, MBD-2300 seccion de condensados mas glicol /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LIC_2342	UIDWFTH2		09/02/2017 14:50:27	33.227	%	controlador de nivel, regeneradora teg3, MBD-2340, acciona la valvula para evacuar condensados
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LIC_2344	UIDWFTH2		09/02/2017 14:49:57	50	%	controlador de nivel, regeneradora teg3, MBD-2340, acciona la valvula para evacuar glicol LCV-234
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LIC_2601	UIDWFTH2		09/02/2017 14:41:55	-0.61344	%	controlador de nivel, gas combustible, MBF-2600, mando de la valvula para evacuar licol LCV-2601
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LIC_2600	UIDWFTH2		09/02/2017 14:48:49	33.308	%	controlador indicador de nivel, calentador 1, MAK-2800, mando valvula LCV-2800 /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LIC_2801	UIDWFTH2		09/02/2017 14:42:29	32.452	%	controlador indicador de nivel, calentador 1, MAK-2800, mando valvula LCV-2801 /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LIC_2811	UIDWFTH2		09/02/2017 14:42:53	9.0006	%	controlador indicador de nivel, calentador 2, b&nil inferior del filo MAK-2810 /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LIC_2812	UIDWFTH2		09/02/2017 14:49:49	30.072	%	controlador indicador de nivel, calentador 2, b&nil inferior del filo MAK-2810 /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LIC_6102	UIDWFTH2		09/02/2017 14:46:11	29	%	transmisor indicador de nivel, sistema de drenajes, ABH-6100, para medir la cantidad de agua separada
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LIC_3001	UIDWFTH2		09/02/2017 14:47:17	22.417	%	controlador de nivel, sistema de flujo, mando de la valvula LCV-2111 /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LIT_1950	UIDWFTH2		09/02/2017 14:46:05	77.234	%	transmisor indicador de nivel, calentador 1, MAF-1950, genera alarmas por altas y muy bajo nivel /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LIT_1930	UIDWFTH2		09/02/2017 14:42:13	-0.60408	%	transmisor indicador de nivel, calentador 1, MBF-2220, genera alarmas por altas y muy bajo nivel /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LIT_1931	UIDWFTH2		09/02/2017 14:48:29	74.607	%	transmisor indicador de nivel, calentador 2, tanque de expansion, que genera se&ales de alarma por
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LIT_2103	UIDWFTH2		09/02/2017 14:42:25	31.675	%	transmisor indicador de nivel, entrada a la planta, slug catcher, genera alarmas por alto nivel /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LIT_2104	UIDWFTH2		09/02/2017 14:42:45	5.5937	%	transmisor indicador nivel, entrada a la planta, slug catcher, genera alarmas por alto nivel /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LIT_2600	UIDWFTH2		09/02/2017 14:41:55	0.7487	%	transmisor indicador nivel, entrada a la planta, slug catcher, genera alarmas por alto nivel /B06

Figura 54 Lista de variables creadas en servidor Historian.

Tag Name	Server	Collective	Timestamp	Value	Engineering Units	Descripcio
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_ABB_1100	uidwftH2		2/3/2017 14:14:14	0	N/A	valvula de tres v&as, regenerador 2, NA, permite el ingreso de BTEX al quemador /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_AI_101	uidwftH2		2/3/2017 14:14:16	1.8281	lb/MMSCF	analizador de humedad, contactora teg1, genera una alarma de alto contenido de humedad salida MAF-2230 /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_AI_2280	uidwftH2		2/3/2017 14:14:23	28.25	lb/MMSCF	analizador de humedad /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_AI_7111	uidwftH2		2/3/2017 14:14:12	18.375	lb/MMSCF	analizador de humedad, medicion y salida /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_AI_7310	uidwftH2		2/3/2017 14:14:18	0	lb/MMSCF	analizador de humedad, medicion y salida /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_AI_7311	uidwftH2		2/3/2017 14:14:18	0	lb/MMSCF	analizador de humedad, medicion y salida /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_AI_7110	uidwftH2		2/3/2017 14:14:18	0	MSCFD	indicador de flujo, medicion y salida /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_AI_7111	uidwftH2		2/3/2017 14:14:18	0	MSCFD	indicador de flujo, medicion y salida /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_AI_7310	uidwftH2		2/3/2017 14:14:18	0	MSCFD	indicador de flujo, medicion y salida /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_AI_7311	uidwftH2		2/3/2017 14:14:18	0	MSCFD	indicador de flujo, medicion y salida /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_FIT_1950	uidwftH2		2/3/2017 14:14:23	13.962	SCFD	transmisor indicador de flujo, calentador 2, BAP-1930 /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_FIT_2288	uidwftH2		2/3/2017 14:14:17	0.056171	SCFD	transmisor de flujo, regenerador teg3, entrada de gas combustible al fuel gas MBF-2285 /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_FIT_6103	uidwftH2		2/3/2017 14:14:23	0	GPM	transmisor indicador de nivel, sistema de drenajes, ABH-6100 para medir la cantidad de agua separada que es el
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_FOI_7111	uidwftH2		2/3/2017 14:14:18	0	N/A	caudal&metros, medicion y salida /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_FOI_7311	uidwftH2		2/3/2017 14:14:18	0	N/A	caudal&metros, medicion y salida /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_FY_7110	uidwftH2		2/3/2017 14:14:17	0	N/A	computador de flujo, medicion y salida /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LIC_2100	uidwftH2		2/3/2017 14:14:23	49.938	%	controlador indicador de nivel, abre y cierra valvulas, entrada a la planta, slug catcher /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LIC_2101	uidwftH2		2/3/2017 14:14:19	65.978	%	controlador indicador de nivel, entrada a la planta, slug catcher, recibe se&ales de bajo y alto nivel /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LIC_2102	uidwftH2		2/3/2017 14:14:18	7	%	controlador indicador de nivel, entrada a la planta, slug catcher, controla valvula LCV-2103 para evacuar condens
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LIC_2151	uidwftH2		2/3/2017 14:14:20	13.281	%	controlador indicador de nivel, entrada a la planta, activa las bombas del separador flash de condensados MBD-
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LIC_2211	uidwftH2		2/3/2017 14:14:18	-0.63713	%	controlador indicador de nivel que abre o cierra una valvula LCV-2211 /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LIC_2218	uidwftH2		2/3/2017 14:14:20	17.707	%	controlador indicador de nivel, contactora teg 3, MAF-2215 /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LIC_2321	uidwftH2		2/3/2017 14:14:21	34.785	%	controlador indicador de nivel, contactora teg1, mando de la valvula LCV-2321 /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LIC_2301	uidwftH2		2/3/2017 14:14:18	7	%	controlador de nivel, regeneradora 1, evacuacion de condensados /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LIC_2302	uidwftH2		2/3/2017 14:14:18	81	%	controlador de nivel, regeneradora 1, MBD-2300 seccion de condensados mas glicol /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LIC_2342	uidwftH2		2/3/2017 14:14:18	33.692	%	controlador de nivel, regeneradora teg3, MBD-2340, acciona la valvula para evacuar condensados LCV-2342 /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LIC_2344	uidwftH2		2/3/2017 14:14:16	50	%	controlador de nivel, regeneradora teg3, MBD-2340, acciona la valvula para evacuar glicol LCV-2344 /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LIC_2601	uidwftH2		2/3/2017 14:14:18	-0.59953	%	controlador de nivel, gas combustible, MBF-2600, mando de la valvula para evacuar licol LCV-2601 /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LIC_2800	uidwftH2		2/3/2017 14:14:16	31.216	%	controlador indicador de nivel, calentador 1, MAK-2800, mando valvula LCV-2800 /B06

Figura 55 Lista de variables en Excel para subir al servidor Historian.

Como se observa en las figuras 54 y 55 se visualizan los mismos datos, con esto podemos concluir que los datos est&an correctamente cargados en el servidor

Historian, a continuación se muestra una tabla escogiendo la misma variable en ambas listas.

Tabla 6
Comparación de variable LIC_2102 entre lista de Excel e Historian.

	TAG NAME	SERVER	VALUE	ENGINEERING UNITS
LISTA EXCEL	BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LIC_2102	UIOWFTH2	7	%
LISTA PI SYSTEM MANAGEMENT	BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LIC_2102	UIOWFTH2	6	%

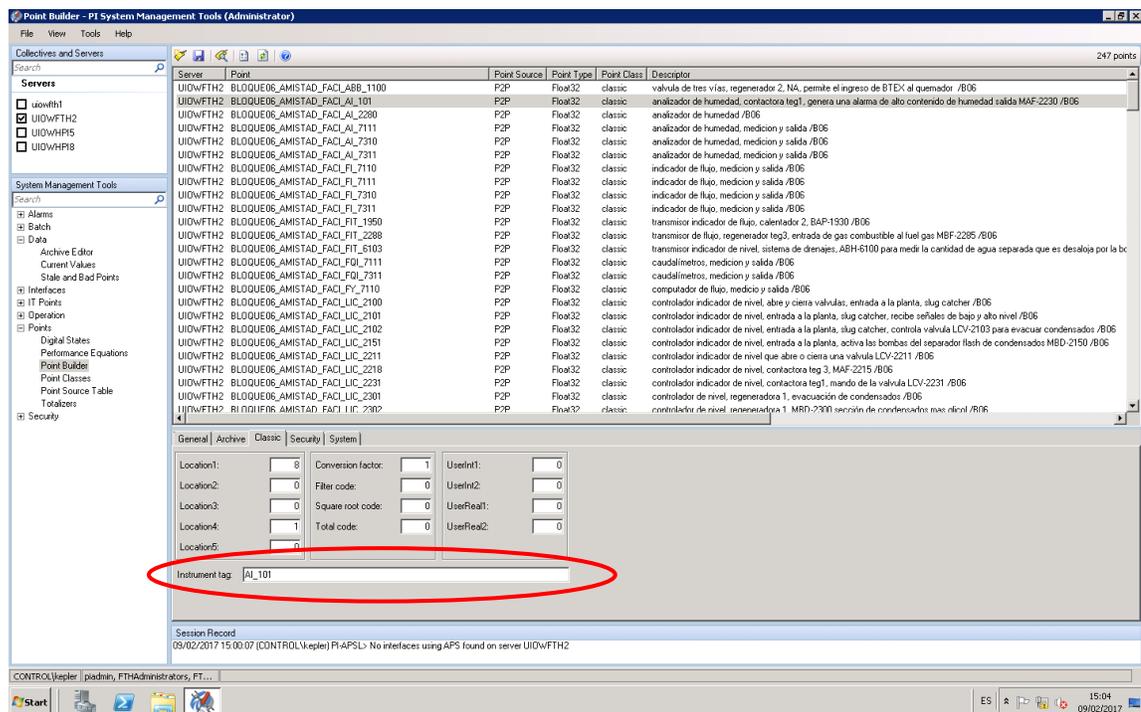


Figura 56 Direccionamiento de variables creadas en el CMCH.

Se puede corregir errores de direccionamiento en las variables creadas y su respectiva descripción, en la parte inferior de la aplicación aparece la variable

creada por el CMCH, y la variable a la que se encuentra direccionado por parte del sujeto de control, esto solo se puede hacer de manera individual.

Para no generar errores las variables que se crearon en el CMCH llevan el mismo nombre que las variables que ponen a disposición el sujeto de control, tal y como se observa en la figura 5.5, el Instrument Tag tiene que coincidir con la variable de la lista cargada en el servidor Historian.

5.3. PRUEBAS DE TRANSFERENCIA DE DATOS ENTRE SERVIDORES OPC

Esta prueba se la hizo comparando los datos creados en el PI System Management (mismos datos que se cargaron al servidor Historian) con los datos que se crearon en la aplicación Matrikon Data Manager.

Tag Name	Server	Collective	Timestamp	Value	Engineering Units	Descriptor
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_ABB_1100	UIOWFTH2		09/02/2017 14:50:31	0	N/A	valvula de tres vias, regenerador 2, NA, permite el ingreso de BTEX al quemador /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_AL_101	UIOWFTH2		09/02/2017 14:46:17	0.88281	lb/MMSCF	analizador de humedad, contactora teg1, genera una alarma de alto contenido de humedad salida
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_AL_2280	UIOWFTH2		09/02/2017 14:51:01	29	lb/MMSCF	analizador de humedad /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_AL_7111	UIOWFTH2		09/02/2017 14:48:41	18.375	lb/MMSCF	analizador de humedad, medicion y salida /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_AL_7310	UIOWFTH2		09/02/2017 14:48:41	0	lb/MMSCF	analizador de humedad, medicion y salida /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_AL_7311	UIOWFTH2		09/02/2017 14:48:41	0	lb/MMSCF	analizador de humedad, medicion y salida /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_FL_7110	UIOWFTH2		09/02/2017 14:48:41	0	MSCFD	indicador de flujo, medicion y salida /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_FL_7111	UIOWFTH2		09/02/2017 14:48:41	0	MSCFD	indicador de flujo, medicion y salida /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_FL_7310	UIOWFTH2		09/02/2017 14:48:41	0	MSCFD	indicador de flujo, medicion y salida /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_FL_7311	UIOWFTH2		09/02/2017 14:48:41	0	MSCFD	indicador de flujo, medicion y salida /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_FIT_1950	UIOWFTH2		09/02/2017 14:49:49	16.837	SCFD	transmisor indicador de flujo, calentador 2, BAP1900 /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_FIT_2288	UIOWFTH2		09/02/2017 14:46:17	0.053471	SCFD	transmisor de flujo, regenerador teg3, entrada de gas combustible al fuel gas MFB-2285 /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_FIT_6103	UIOWFTH2		09/02/2017 14:47:37	0	GPM	transmisor indicador de nivel, sistema de drenajes, ABH-6100 para medir la cantidad de agua repar
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_FDI_7111	UIOWFTH2		09/02/2017 14:48:41	0	N/A	caudalímetros, medicion y salida /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_FDI_7311	UIOWFTH2		09/02/2017 14:48:41	0	N/A	caudalímetros, medicion y salida /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_FY_7110	UIOWFTH2		09/02/2017 14:46:17	0	N/A	computador de flujo, medicio y salida /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LUC_2100	UIOWFTH2		09/02/2017 14:42:25	22.731	%	controlador indicador de nivel, abre y cierra valvulas, entrada a la planta, slug catcher /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LUC_2101	UIOWFTH2		09/02/2017 14:49:29	38.58	%	controlador indicador de nivel, entrada a la planta, slug catcher, recibe señales de bajo y alto nivel /
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LUC_2102	UIOWFTH2		09/02/2017 14:50:09	1	%	controlador indicador de nivel, entrada a la planta, slug catcher, controla valvula LCV-2103 para ev
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LUC_2151	UIOWFTH2		09/02/2017 14:41:11	13.483	%	controlador indicador de nivel, entrada a la planta, activa las bombas del separador flash de conder
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LUC_2211	UIOWFTH2		09/02/2017 14:41:55	0.64931	%	controlador indicador de nivel que abra o cierre una valvula LCV-2211 /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LUC_2218	UIOWFTH2		09/02/2017 14:47:05	14.23	%	controlador indicador de nivel, contactora teg 3, MAF-2215 /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LUC_2231	UIOWFTH2		09/02/2017 14:47:37	32.299	%	controlador indicador de nivel, contactora teg1, mando de la valvula LCV-2231 /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LUC_2301	UIOWFTH2		09/02/2017 14:42:09	7	%	controlador de nivel, regeneradora 1, evacuacion de condensados /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LUC_2302	UIOWFTH2		09/02/2017 14:48:41	81	%	controlador de nivel, regeneradora 1, MBD-2300 accion de condensados mas glicol /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LUC_2342	UIOWFTH2		09/02/2017 14:59:27	23.227	%	controlador de nivel, regeneradora teg3, MBD-2340, acciona la valvula para evacuar condensados
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LUC_2344	UIOWFTH2		09/02/2017 14:49:57	50	%	controlador de nivel, regeneradora teg3, MBD-2340, acciona la valvula para evacuar glicol LCV-23
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LUC_2601	UIOWFTH2		09/02/2017 14:41:55	-0.61344	%	controlador de nivel, gas combustible, MFB-2600, mando de la valvula para evacuar licol LCV-2601
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LUC_2800	UIOWFTH2		09/02/2017 14:48:49	33.308	%	controlador indicador de nivel, calentador 1, MAK-2800, mando valvula LCV-2800 /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LUC_2801	UIOWFTH2		09/02/2017 14:43:29	32.462	%	controlador indicador de nivel, calentador 1, MAK-2800, mando valvula LCV-2801 /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LUC_2811	UIOWFTH2		09/02/2017 14:42:53	5.0006	%	controlador indicador de nivel, calentador 2, banii inferior del filtro MAK-2810 /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LUC_2812	UIOWFTH2		09/02/2017 14:49:49	30.072	%	controlador indicador de nivel, calentador 2, banii inferior del filtro MAK-2810 /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LUC_6102	UIOWFTH2		09/02/2017 14:46:11	29	%	transmisor indicador de nivel, sistema de drenajes, ABH-6100, para medir la cantidad de agua repar
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LUC_7110	UIOWFTH2		09/02/2017 14:47:17	22.417	%	controlador de nivel, sistema de flare, mando de la valvula LCV-2711 /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LUC_7111	UIOWFTH2		09/02/2017 14:46:05	77.324	%	transmisor indicador de nivel, calentador 1, BAP-1900, genera alarmas por altas y muy bajo nivel /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LUC_7112	UIOWFTH2		09/02/2017 14:42:13	-0.60409	%	transmisor indicador de nivel, calentador 1, MFB-2220, genera alarmas por altas y muy bajo nivel, ubx
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LUC_7113	UIOWFTH2		09/02/2017 14:48:29	74.607	%	transmisor indicador de nivel, calentador 2, tanque de expansion, que genera señales de alarma por
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LUC_7103	UIOWFTH2		09/02/2017 14:42:25	31.675	%	transmisor indicador de nivel, entrada a la planta, slug catcher, genera alarmas por alto nivel /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LUC_7104	UIOWFTH2		09/02/2017 14:42:45	5.5937	%	transmisor indicador nivel, entrada a la planta, slug catcher, genera alarmas por alto nivel /B06
BLOQUE06_AMISTAD_FACI_LUC_7105	UIOWFTH2		09/02/2017 14:46:25	45.487	%	transmisor indicador nivel, entrada a la planta, genera alarmas por muy alto nivel /B06

Figura 57 Lista de variables creadas en servidor Historian.

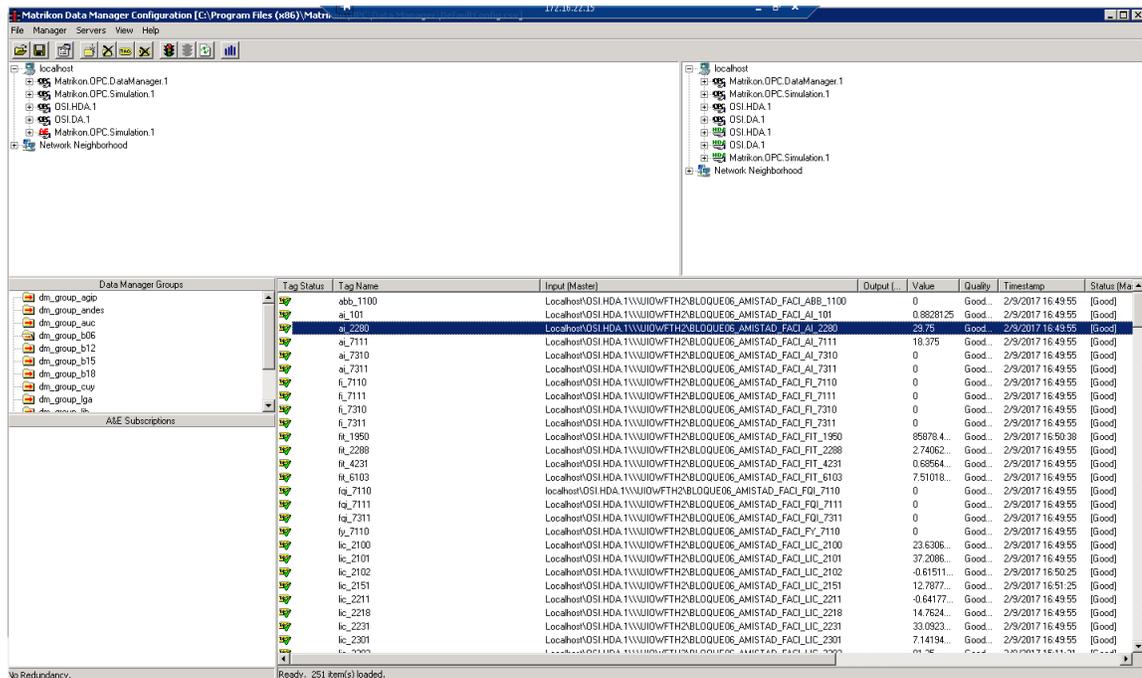


Figura 58 Variables creadas en Matrikon Data Manager.

El Tag Name en el Matrikon Data Manager tiene que estar direccionado hacia las variables que se crean en el Historian, de ser posible y para que no haya errores futuros se recomienda poner el mismo nombre de la variable a la que se va a direccionar, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 7
Direccionamiento hacia servidor Historian.

	Tag Name	Direccionamiento a Servidor Historian
Matrikon Data Manager	ai_2280	localhost\OSI.HDA.1\UIOWFTH2\BLOQUE06_AMISTAD_FACI_AI_2280

5.4. PRUEBAS DE DIAGRAMACIÓN Y VISUALIZACIÓN

Una vez realizadas las pruebas a nivel de interfaz de comunicación y todas las señales ya direccionadas con las del Sujeto de control, se realizó las pruebas correspondientes a la diagramación y visualización de pantallas (ver anexo 1).

5.4.1. Pruebas a Nivel de Factory Talk View Studio

En estas pruebas comprobaremos el correcto funcionamiento de todas las etapas desarrolladas a nivel de diagramación y visualización en el software Factory Talk View Studio donde se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 8
Resultados de la Implementación del Bloque 06.

Descripción	Resultado
Proceso en general: 14 HMI's diagramados	Cumple
Animación de equipos del proceso	Cumple
Navegación entre HMI's	Cumple
Verificación 42 alarmas	Cumple
Reporte	Cumple
Visibilidad de pantalla de alarmas	Cumple
Localización de la alarma	Cumple
Información sobre las alarmas a monitorear al técnico del CMCH	Cumple

Donde también se comprobó lo siguiente:

- Se comprobó que los botones de la barra de navegación se encuentren correctamente direccionados al macro creado para cada HMI que se va a desplegar.
- También se verificó que cada macro llame a su respectivo parámetro, y que en la creación de estos cuenten con los espacios y la misma sintaxis.

- El desarrollo de las interfaces de visualización HMI's cumple con la normativa o el Estándar para desarrollo de esquemáticos creado por el CMCH (ver anexo 3).
- Se debe revisar que la escritura en las cabeceras de pantallas y los nombres de equipos no tengan faltas ortográficas ni errores de gramática

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- Con la integración de la Planta Deshidratadora de Gas Natural Bloque 06 PETROAMAZONAS EP, el Centro de Monitoreo y Control Hidrocarburífero incrementó su capacidad de control, supervisión y monitoreo en tiempo real, mejorando así la fiscalización en el proceso de deshidratación de gas.
- La utilización del software Factory Talk View Site Edition permitió diagramar los diferentes procesos que cumple la Planta Deshidratadora de Gas con un total de 15 pantallas y 248 variables, que al momento se visualizan en tiempo real, permitiéndole de esta manera cumplir uno de los objetivos planteados que es el de controlar y fiscalizar.
- La diagramación de los HMI's se validó teniendo en cuenta aspectos definidos en el Estándar para diagramación de esquemáticos basado en las normas ISA 5.1, ISA 5.3, ISA 5.4, que las pantallas diagramadas cumplan con el proceso que realiza la Planta, animación y lindeo de variables, navegación entre pantallas, y alarmas, cumpliendo de esta manera con los requerimientos para el monitoreo del sujeto de control.
- Se comprobó con los técnicos de PETROAMAZONAS EP encargados de configurar la interfaz para la entrega de datos a los servidores del CMCH, el correcto direccionamiento de variables a través del software PI System Management Tools.
- Se realizaron pruebas de visualización en tiempo real de información, esto se hizo adquiriendo datos desde el servidor Historian, los mismos que fueron corroborados, con los datos que se visualizan en tiempo real en el SCADA desarrollado por PETROAMAZONAS EP en la planta

deshidratadora de gas, obteniendo resultados similares en ambas localidades.

- Se cuenta con una pantalla de alarmas en la cual están configurados 42 tags con sus respectivos niveles alto, alto alto, bajo, bajo bajo.

6.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los técnicos del CMCH hacer un seguimiento de las variables correspondientes a los medidores de flujo tipo coriollis ubicados en las líneas de despacho hacia CELEC y Tendales, ya que por el momento el flujo se pasa por un bypass donde se encuentran medidores tipo Omni y al momento la información no es enviada por parte de Petroamazonas EP.
- Se recomienda agrupar las variables de acuerdo a su relevancia e importancia para el monitoreo y generación de reportes operativos y modificar el tiempo de escaneo, esto para evitar sobrecargar los servidores con almacenamiento innecesario de información.
- Es recomendable hacer un seguimiento de las variables de presión, temperatura y nivel, durante la producción de Gas, ya que sus características para el despacho hacia las diferentes localidades como CELEC depende mucho de estas variables.
- Se recomienda realizar el seguimiento en conjunto con el área de automatización de cada una de las variables que se monitorean en tiempo real para su correcto funcionamiento y evitar valores erróneos en días futuros.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Luis corrales, diciembre 2007, 93hris. de automatización y control industrial. Interfaces de comunicación industrial:

<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10020/2/PARTE%202.pdf>

- Kimray.lc,2006

http://www.fcmmex.com/pdf/bombas_de_glicol/Caracteristicas.pdf

- Infraestructura OSIsoft. 2011. All Right Reserved. OSIsoft México S de RL de CV:

<http://myslide.es/documents/gral-rfi-001.html#>

- Forsberg, K., Mooz, H., Cotterman, H. *Visualizing Project Management* (en inglés), 3ª edición, John Wiley and Sons, Nueva York, NY, 2005:

https://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9todo_en_V#Bibliograf.C3.ADa

- Carlos de Castro Lozano, Cristóbal Romero Morales, introducción a SCADA, interfaz hombre máquina:

<http://www.uco.es/investiga/grupos/eatco/automatica/ihm/descargar/SCADA.pdf>

- Rockwell Automation 2012:

<http://www.industriagraficaonline.com/index.php?id=6324>

- José Pablo Sarco, Marzo 24, 2012. ISTQB – CAP 2 – TESTING A TRAVÉS DEL CICLO DE VIDA DEL SOFTWARE – I

<https://josepablosarco.wordpress.com/2012/03/24/istqb-cap-2-testing-a-traves-del-ciclo-de-vida-del-software-i/>

- OSIsoft, 2011. Sistemas de Integración Operacional.
- Christian zapata, quito, septiembre 2016. Cap 4 – diseño – tesis – integración de un sujeto de control al sistema SCADA del centro de

monitoreo y control hidrocarbúfero de la agencia de regulación y control hidrocarbúfero